

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA



### EFECTO DE *Trichoderma* sp. SOBRE EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* EN EL CULTIVO DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) EN IMANTAG-COTACACHI

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

**Línea de investigación:** Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

**AUTOR:**

Edwin Sebastian Ayala de la Cruz

**DIRECTORA:**

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD

Ibarra, 2025

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**EFFECTO DE *Trichoderma* sp. SOBRE EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* EN EL CULTIVO DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) EN IMANTAG-COTACACHI**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

**DIRECTORA**



---

FIRMA

Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc.

**ASESORA**



---

FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004306260		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ayala de la Cruz Edwin Sebastian		
DIRECCIÓN:	San Luis de la Carbonería-Imantag-Cotacachi-Imbabura		
EMAIL:	<a href="mailto:esayalad@utn.edu.ec">esayalad@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0960775137

#### DATOS DE LA OBRA

TÍTULO:	Efecto de <i>Trichoderma</i> sp. sobre el control de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) en Imantag-Cotacachi		
AUTOR (ES):	Ayala de la Cruz Edwin Sebastian		
FECHA DE APROBACIÓN:	16 / 07 / 2025		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD		

#### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de julio de 2025

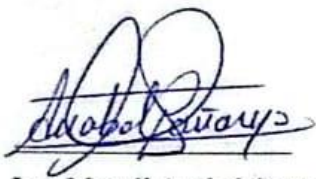
EL AUTOR:

Edwin Sebastián Ayala de la Cruz

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edwin Sebastian Ayala de la Cruz, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 16 días del mes de julio de 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Magali Anabel Cañarejo Antamba', written over a horizontal line.

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD

DIRECTORA DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 16 días del mes de julio del 2025

**Ayala de la Cruz Edwin Sebastián:** "Efecto de *Trichoderma* sp. sobre el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en Imantag-Cotacachi"

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 16 días del mes de julio del 2025, 42 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de *Trichoderma* sp. sobre el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en Imantag-Cotacachi.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar la incidencia de *Botrytis cinerea* en flores y frutos de granadilla bajo aplicaciones de *Trichoderma* sp.
- Comparar el rendimiento y la calidad del fruto del manejo convencional con respecto a las aplicaciones de *Trichoderma* sp.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.



Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

**Directora de Trabajo de Grado**



Edwin Sebastian Ayala de la Cruz

**Autor**

## AGRADECIMIENTO

*La finalización de este gran trabajo ha sido posible gracias al esfuerzo y cariño de varias personas, las cuales sin esperar nada a cambio me dieron la mano y me abrieron las puertas para poder cumplir este objetivo tanpreciado para mí.*

*Primeramente, quiero agradecer a Dios por cuidarme y guiado cuando todo parecía a ver terminado.*

*Quiero agradecer a mis padres Eduardo Ayala y María de la Cruz, quienes son el motor principal que me dan la fuerza para seguir luchando día tras día a pesar de las adversidades. Gracias por apoyarme incondicionalmente, formándome de la manera más humilde posible con grandes valores y principios los cuales fueron fundamentales para alcanzar este logro.*

*Así mismo, agradezco a mis hermanos Álvaro Ayala, Marcia Ayala, Lady Ayala y Diego Ayala; por estar presentes dándome ánimos y buenos consejos desde el inicio hasta el final de la carrera, lo cual fue muy indispensable para continuar día tras días en los mejores y peores momentos. Gracias una vez más por no dejarme desmayar por los acontecimientos ocurridos a lo largo de la carrera.*

*También quiero agradecer inmensamente a toda mi Familia Abuelitos, Tíos, primos, en especial a mi tía Amparo Ayala y su familia, por darme sus buenos consejos y apoyo durante toda la carrera. Doy las gracias por sus buenos deseos y por tratarme como a un hijo en todos los momentos.*

*De igual manera quiero agradecer infinitamente a la Ing. Magali Cañarejo, PhD por ser una persona tan humana y por ser un ejemplo de superación personal. También por ser la mejor directora, docente y amiga quien me ayudó y me prestó oído durante todo el transcurso de este sueño, dándome apoyos académicos y morales de los cuales jamás olvidare.*

*Finalmente quiero agradecer a todos mis amigos Gabriel, Roberto, William, Bryan, Samantha y Adonis, los cuales siempre tendrán un lugar especial en mi vida por las experiencias y todas las vivencias compartidas dentro y fuera de las aulas.*

*Edwin Ayala*

## DEDICATORIA

*Este trabajo va dedicado a todas aquellas personas las cuales siempre confiaron en mis capacidades y me dieron un impulso de aliento en toda la trayectoria para llegar a cumplir esta meta.*

*A mis padres Eduardo Ayala y María de la Cruz, quienes con gran sacrificio hicieron que este sueño se cumpliera, siempre quedare eternamente agradecido por darme una herramienta para poder salir adelante honradamente.*

*También quiero dedicar a mis hermanos y a mis sobrinas Bianca y Itzel. Ya que son el motivo principal para seguir educándome y ser un ejemplo para ellas.*

*Además, quiero dedicar este trabajo a toda la Familia Ayala de la cruz, ya que me han enseñado y formado con pequeñeces que siempre engrandecen mi corazón.*

*Finalmente dedico este trabajo a todos los agricultores del mundo ya que con orgullo puedo decir que soy uno de ellos desde que tengo uso de razón. Y me siento muy feliz de poder aportar con un granito arena con esta investigación.*

*Edwin Ayala*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPITULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema de investigación.....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	4
1.5 Hipótesis .....	4
1.5.1 Hipótesis nula.....	4
1.5.2 Hipótesis alternativa.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Generalidades del cultivo de granadilla .....	6
2.1.1 Taxonomía .....	6
2.2.1 Raíz .....	7
2.2.2 Tallo .....	7
2.2.3 Hojas .....	7
2.2.4 Flores.....	7
2.2.5 Frutos .....	8
2.3 Fases fenológicas .....	8
2.4 Plagas y enfermedades de granadilla .....	9
2.4.1 Botrytis cinerea .....	10
2.4.2 Trips .....	10
2.4.3 Mosca del ovario.....	10
2.4.4 Fusarium oxysporum .....	11
2.5 Marco legal .....	11

CAPÍTULO III.....	13
MARCO METODOLÓGICO.....	13
3.1 Descripción del área de estudio .....	13
3.2 Materiales.....	14
3.3 Métodos.....	14
3.3.1 Factor en estudio .....	15
3.3.2 Diseño experimental .....	15
3.3.3 Características del experimento .....	16
3.3.4 Análisis estadístico.....	16
3.4 Variables a evaluarse .....	16
3.4.1 Variables fito patogénicas.....	16
3.4.2 Variables agronómicas y productivas .....	17
3.4.3 Variables económicas .....	17
3.5 Manejo del experimento .....	18
3.5.1 Fase 1: laboratorio.....	18
3.5.2 Fase 2: Campo.....	21
CAPÍTULO IV.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23
4.1 Incidencia de Botrytis cinerea en flores de granadilla .....	23
4.2 Incidencia de Botrytis cinerea en frutos de granadilla.....	24
4.3 Rendimiento.....	27
4.5 Tamaño del fruto de granadilla .....	29
4.6 Costos de producción.....	32
4.7 Relación beneficio/ costo.....	33
CAPÍTULO V .....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	36
5.1 Conclusiones.....	36
5.2 Recomendaciones .....	36
CAPÍTULO VI.....	37
REFERENCIAS.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Localización geográfica del área del ensayo experimental.</i> .....	13
<b>Figura 2:</b> <i>Disposición del ensayo experimental para evaluar el efecto de Trichoderma sp. en granadilla (Passiflora ligularis Juss.)</i> .....	15
<b>Figura 3:</b> <i>Cronograma de multiplicación y producción del hongo Trichoderma sp. en laboratorio.</i> .....	18
<b>Figura 4:</b> <i>Multiplicación de Trichoderma sp. en placas Petri.</i> .....	19
<b>Figura 5:</b> <i>Producción de Trichoderma sp. en sustrato de arrozillo.</i> .....	20
<b>Figura 6:</b> <i>Cosecha de Trichoderma sp. en la cámara de flujo laminar.</i> .....	21
<b>Figura 7:</b> <i>Etapa de floración del cultivo de granadilla</i> .....	23
<b>Figura 8:</b> <i>Etapa de fructificación del cultivo de granadilla</i> .....	25
<b>Figura 9:</b> <i>Efecto de diferentes concentraciones de Trichoderma sp. sobre el rendimiento del cultivo de granadilla.</i> .....	28
<b>Figura 10:</b> <i>Evaluación del tamaño del fruto de granadilla</i> .....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación taxonómica de la granadilla.</i> .....	6
<b>Tabla 2</b> <i>Periodos fenológicos en Granadilla (Passiflora ligularis Juss.).</i> .....	9
<b>Tabla 3</b> <i>Información edafoclimática del lugar de estudio experimental.</i> .....	14
<b>Tabla 4</b> <i>Descripción de equipos, materiales, insumos y herramientas utilizados en la fase experimental del estudio.</i> .....	14
<b>Tabla 5</b> <i>Descripción de las distintas concentraciones de Trichoderma sp. en estudio</i> .....	15
<b>Tabla 6</b> <i>Porcentaje de incidencia de Botrytis cinerea en flores de granadilla por hectárea bajo los distintos tratamientos de Trichoderma sp.</i> .....	23
<b>Tabla 7</b> <i>Incidencia de Botrytis cinerea bajo aplicaciones de diferentes concentraciones de Trichoderma sp. en frutos cuajados del cultivo de granadilla.</i> .....	25
<b>Tabla 8</b> <i>Efecto de Trichoderma sp. sobre el tamaño del fruto de granadilla.</i> .....	29
<b>Tabla 9</b> <i>Efecto de Trichoderma sp. sobre el tamaño del fruto de granadilla.</i> .....	33
<b>Tabla 10</b> <i>Evaluación económica de los distintos tratamientos de aplicaciones de diferentes concentraciones de Trichoderma sp. en el cultivo de granadilla.</i> .....	34

**CONTROL DE *Botrytis cinerea* EN EL CULTIVO DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) EN IMANTAG-COTACACHI**

Edwin Sebastián Ayala de la Cruz

Universidad Técnica del Norte

Correo: [esayalad@utn.edu.ec](mailto:esayalad@utn.edu.ec)

## RESUMEN

El cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) se comercializa en mercados nacionales e internacionales por su agradable sabor y valor nutricional. Además, una de sus principales enfermedades es el moho gris (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.), el cual puede generar pérdidas de hasta el 70 % de producción en épocas invernales. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres concentraciones de *Trichoderma* sp. sobre *Botrytis cinerea* en el cultivo de granadilla en Imantag, Cotacachi. El estudio experimental se dividió en 2 fases; una de laboratorio que tuvo una duración de 90 días y otra de campo de 100 días, el diseño que se utilizó fue un diseño en bloques con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los resultados de las variables de incidencia de la enfermedad, tanto en flores como en frutos, tuvo un mejor control con la concentración de 2 L ha<sup>-1</sup> de *Trichoderma* sp. con una concentración de 1 × 10<sup>8</sup> esporas ml<sup>-1</sup>. Así mismo, las variables de calidad del fruto mostraron un diámetro ecuatorial con un promedio que va desde 59.23 mm hasta 61.33 mm. A diferencia del diámetro polar, el cual mostró un rango entre 73.83 mm y 75.57 mm. En conclusión, se evidenció que las aplicaciones de *Trichoderma* sp., fueron equiparables al manejo convencional sobre *Botrytis cinerea*, siendo la concentración 2 L ha<sup>-1</sup> de *Trichoderma* sp. la más eficaz para el control del patógeno en estudio.

**Palabras clave:** concentraciones, incidencia, calidad de fruto, control biológico, aplicaciones

# EFFECT OF *Trichoderma* sp. ON THE CONTROL OF *Botrytis cinerea* IN GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) CULTIVATION IN IMANTAG-COTACACHI

Edwin Sebastián Ayala de la Cruz

Universidad Técnica del Norte

Email: [esayalad@utn.edu.ec](mailto:esayalad@utn.edu.ec)

## ABSTRACT

The cultivation of granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) is marketed in national and international markets due to its pleasant flavor and nutritional value. Additionally, one of its main diseases is gray mold (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.), which can cause production losses of up to 70 % during the winter season. The objective of the present study was to evaluate the effect of three concentrations of *Trichoderma* sp. on *Botrytis cinerea* in granadilla cultivation in Imantag, Cotacachi. The experimental study was divided into two phases: a laboratory phase lasting 90 days and a field phase lasting 100 days. The design used was a randomized block design with four treatments and three replications. The results for disease incidence variables, both in flowers and fruits, showed better control with the concentration of 2 L ha<sup>-1</sup> of *Trichoderma* sp. at a concentration of 1×10<sup>8</sup> spores ml<sup>-1</sup>. Likewise, the fruit quality variables showed an equatorial diameter averaging between 59.23 mm and 61.33 mm. In contrast, the polar diameter ranged from 73.83 mm to 75.57 mm. In conclusion, it was evident that applications of *Trichoderma* sp. were comparable to conventional management against *Botrytis cinerea*, with the concentration of 2 L ha<sup>-1</sup> of *Trichoderma* sp. being the most effective for controlling the pathogen under study.

**Keywords:** concentrations, incidence, fruit quality, biological control, applications

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) pertenece a la familia Passifloraceae, género *Passiflora* que incluye más de 525 especies distribuidas especialmente en la región neotropical. Esta especie es originaria de los Andes tropicales, ubicándose en altitudes entre 1500 y 2600 m s.n.m. Es la segunda especie de importancia económica del género *Passiflora*, después del maracuyá (*Passiflora edulis* L.), debido a que se comercializa en mercados nacionales e internacionales por su agradable sabor y valor nutricional (Gaona et al., 2020).

Según Ocampo et al. (2015) los principales productores a nivel global son Colombia, Perú y Ecuador donde es cultivada por pequeños campesinos en zonas de ladera y cultivos no superiores a 1.5 ha<sup>-1</sup> en promedio. En Ecuador, la granadilla se cultiva en las provincias de Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja en zonas de clima frío moderado, con temperaturas medias anuales entre 15 y 20 °C ubicadas entre los 800 y 2600 m s.n.m. (Villavicencio y Vásquez, 2008).

Existe una gran demanda de granadilla en Ecuador, tanto en mercados nacionales como internacionales y su producción se ve afectada por varias plagas y enfermedades fitosanitarias como (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.), *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Oidium* sp., etc. Particularmente, el hongo (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) es un problema persistente en épocas invernales que puede llegar a causar pérdidas económicas de más del 70% de su producción (Alarcón et al., 2011).

Por otro lado, Pro Ecuador (2022) señala que los consumidores de distintos países europeos demandan cada vez más productos de origen orgánico o ecológico, lo cual ha impulsado a Ecuador a desarrollar y buscar nuevas alternativas para el control de plagas y enfermedades. Este contexto ha motivado la reducción del uso de agroquímicos e incentivado a los agricultores a emplear productos orgánicos en el manejo fitosanitario del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Asimismo, Logroño (2014) nos enmarca que la granadilla producida en Ecuador tiene gran aceptación en países como Canadá, Alemania, Países bajos, Estados unidos entre otros. Por ende, los agricultores se ven comprometidos a realizar buenas prácticas agrícolas para mantener las exportaciones, Evitando que los productos exportados

tengan residuos de pesticidas y que cumplan con todos los parámetros de exportación, como peso, diámetro, color, madurez entre otros.

Actualmente las continuas lluvias han generado condiciones para que muchas enfermedades fúngicas se manifiesten y se proliferen en el cultivo de granadilla. Según Alarcón et al. (2011) el incremento de moscas de la fruta es uno de los factores principal para que *Botrytis cinerea* ingrese a los tejidos de las plantas; por medio de las lesiones causadas por esta díptera. generando aborto en las flores y pudrición en los frutos. El hongo patógeno aparece cuando no existe una buena aireación e ingreso de luminosidad al cultivo, y cuando la humedad relativa es  $\geq 90$  %. Este patógeno se manifiesta por medio de esporas, causando lesiones en los tallos de color café y con una forma ovalada, en las ramas productivas estas lesiones son más alargadas y pueden llegar a matar el material vegetativo, ya que obstaculiza el transporte de nutrientes y agua. El tiempo de incubación de *B. cinerea* es de 15 h con las condiciones favorables para su proliferación y si no se realiza los pertinentes controles de esta plaga, puede causar daño a toda la planta en cuestión de semanas (Miranda et al., 2009).

El estudio realizado por Bartra (2017) concluye que tras las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en el cultivo de granadilla la incidencia de *Botrytis cinerea* fue del 11 %. En comparación con el manejo químico donde usó Epoxiconazole + Pyraclostrobin, donde registrarón una incidencia del 9 %. Por ende, se puede evidenciar que las aplicaciones de *Trichoderma* pueden ir mejorando y disminuyendo el porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* debido a que los efectos de *Trichoderma* sp. son a largo plazo, en comparación con los ingredientes químicos que son de acción instantánea.

## **1.2 Problema de investigación**

El cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) se ve afectado notablemente por varias enfermedades fúngicas y por factores climáticos. Una de ellas es *Botrytis cinerea* debido a que la enfermedad se desarrolla en épocas invernales donde hay mayor presencia de lluvias y la humedad relativa incrementa, puede afectar a flores, frutos y material vegetal, generando pérdidas del 70 % del costo de producción para agricultores de Imbabura (Alarcón et al., 2011). También se reporta una disminución en el rendimiento del cultivo de granadilla (2 y 3 t ha<sup>-1</sup>) en esta provincia, así como daños en la calidad y valor del fruto que limita su exportación a países como Canadá y Estados Unidos (Bartra, 2017).

De hecho, los ingresos económicos se han visto reducidos en los últimos 5 años por el ataque de *B. cinerea*, en granadilla. Sin embargo, existen varias alternativas de control para este

fitopatógeno. Por un lado, está el control convencional como; Boscalid, Chlorothalonil, Pyraclostrobin entre otros. No obstante, estos productos son nocivos para la salud humana y accesibles a un costo alto con acciones perjudiciales para la parte ambiental contaminando suelos, ríos y aguas subterráneas (Rodríguez y Melgarejo, 2015).

De acuerdo con Bastidas (2013) en su investigación de residuos de plaguicidas en cultivos de pasifloras, menciona que de acuerdo con la regulación de la Comunidad Económica Europea respecto a límites máximos de residuos para frutas de la pasión es por defecto el valor de 0.010 mg kg<sup>-1</sup>. Sin embargo, en su investigación encontró residuos en frutos de granadilla de clorotalonil con un valor de 0.192 mg kg<sup>-1</sup> y λ-Cihalotrina con un valor de 0.032 mg kg<sup>-1</sup>. Por lo cual, limitan su comercialización internacional, ya que no cumplen con los parámetros establecidos, que de cierta manera sirven para proteger la ingesta del consumidor final.

### **1.3 Justificación**

Existen estudios sobre microorganismos que son utilizados para control biológico como es el caso del género *Trichoderma* sp. los cuales actúan inhibiendo el crecimiento micelial en varias enfermedades como *Fusarium oxysporum*, *B. cinerea*, *Peronospora* sp., entre otras. Actualmente existen estudios de la eficacia de *Trichoderma harzianum* sobre *B. cinerea* que muestran un control de incidencia del hongo en un 30 % en el cultivo de fresa. Evaluado en diferentes dosis de 1 kg ha<sup>-1</sup>, 2 kg ha<sup>-1</sup> y 3 kg ha<sup>-1</sup> en aplicaciones cada 7 días. Reduciendo costos en insumos agrícolas para el control de este fitopatógeno y mejorando calidad de fruto lo cual incrementa mayores utilidades para el productor (Infante et al., 2009).

Por otro lado, Merchan et al. (2014) concluyen que las aplicaciones frecuentes de *Trichoderma harzianum* al cultivo de fresa representa una alternativa de biocontrol frente a *B. cinerea* basado en las pruebas de antagonismo debido a que las hifas perforan al patógeno con estructuras similares a ganchos. Este podría ser un inicio revolucionario para probarlo en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y en muchos cultivos de interés económico y comercial destinados a exportación, para Imbabura.

La investigación se enmarca en el control biológico de fitopatógenos, por medio de aplicaciones de diferentes concentraciones de *Trichoderma* sp. si bien es cierto es una alternativa para combatir a muchos patógenos como *B. cinerea*, *F. oxysporum* entre otras. De una manera biológica, la cual permita incentivar la reducción del uso de pesticidas en el cultivo de granadilla.

Los microorganismos antagonicos, sostienen diferentes métodos de acción biorreguladores y actualmente el género que más se ha estudiado es el *Trichoderma* como controlador biológico de *Botrytis cinerea*, debido a su rápida adaptación al medio, mostrando un excelente control contra fitopatógenos, logrando una rápida multiplicación en cuanto a su población. Al mismo tiempo trabaja como bioestimulante de las plantas, induciendo también la resistencia sistémica de las especies vegetales frente a varias plagas (Infante et al., 2009). Las especies de hongos antagonistas del género *Trichoderma* tienen algo en particular, según Acosta et al. (2021) los cuales ostentan como competidores de nutrientes, espacio y como micoparasitadores, es decir parasitan a otros hongos patógenos y los eliminan por medio de lisis celular.

La investigación tiene como objetivo evaluar la incidencia de este hongo antagonista frente al moho gris (*Botrytis cinerea*) y promover nuevas alternativas de control; a los agricultores del cantón de Cotacachi para combatir con esta plaga de manera ecológica y sostenible. Por otro lado, también se busca reducir los costos de producción en insumos agrícolas que son costosos, además que contaminan el ambiente y dañan muchos nichos ecológicos. Y son causantes de muchas enfermedades humanas por sus ingredientes activos que hacen contacto por medio de las aplicaciones foliares y por medio de aerosoles.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de *Trichoderma* sp. sobre el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en Imantag-Cotacachi.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar la incidencia de *Botrytis cinerea* en flores y frutos de granadilla bajo aplicaciones de *Trichoderma* sp.
- Comparar el rendimiento y la calidad del fruto del manejo convencional con respecto a las aplicaciones de *Trichoderma* sp.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis nula**

La aplicación de las estrategias de manejo no influye en la incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*).

### ***1.5.2 Hipótesis alternativa***

Al menos una de las estrategias de manejo influye en la incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*).

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Generalidades del cultivo de granadilla

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) también llamada fruta de la pasión es autóctona de América y se encuentra distribuida principalmente por los Andes tropicales, desde Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela a una altura de 1500 a 2600 m s.n.m. Se caracteriza por ser una planta trepadora diploide ( $2n=18$ ) con flores hermafroditas y una polinización predominante alógama. Entre los principales polinizadores de esta pasiflora están las abejas, abejorros, colibríes y picaflores. Esta especie es considerada la segunda más importante a nivel económico del género *Passiflora*, debido a que es un fruto comestible que posee un gran contenido nutricional, con alto contenido de vitamina C, siendo muy apetecida tanto en mercados nacionales e internacionales (Bernal et al., 2014).

Según Benalcázar et al. (2001) mencionan que la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) es de clima subtropical, por lo que se adapta perfectamente en un clima de frío moderado, con un rango de temperaturas entre 14 y 24° C, una humedad relativa de 75 %, y un pH entre 6 y 6.5 requiere de suelos profundos y fértiles con buena aireación, textura franca o franco arenosa, y lo más importante suelos con gran cantidad de materia orgánica.

#### 2.1.1 Taxonomía

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) pertenece al género *Passiflora* y su clasificación taxonómica descrita por Bernal (1991) se muestra en la Tabla 1. El nombre de la especie (*P. ligularis*) se debe a las glándulas pecioladas muy alargadas y liguliformes, que recubren la hoja.

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de la granadilla.*

Clasificación	Descripción
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malpighiales
Familia	Passifloraceae
Género	<i>Passiflora</i>
Especie	<i>Passiflora ligularis</i>

## **2.2 Descripción botánica**

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) también llamada fruta de la pasión corresponde a la familia de las pasifloráceas juntamente con el taxo (*Passiflora tripartita*), la badea (*Passiflora quadrangularis* L.), el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) y la cholupa (*Passiflora maliformis*). La familia Passifloraceae contiene además 12 géneros y cerca de 500 especies de plantas herbáceas y leñosas distribuidas en el mundo entero (Bernal, 1994).

### **2.2.1 Raíz**

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) presenta raíces fasciculadas poco profundas fibrosas, con una raíz primaria corta de la cual proceden gran cantidad de raíces secundarias superficiales encargadas de la absorción de agua y nutrientes del suelo (Bernal, 1994).

### **2.2.2 Tallo**

El tallo se caracteriza por ser herbáceo, leñoso hacia la base radicular, estriado, voluble y trepador por medio de zarcillos axilares simples que sujetan a la planta y los frutos de los fuertes vientos (Bernal, 1994).

### **2.2.3 Hojas**

Las hojas son grandes y acorazonadas de 8-20 cm de largo y de 6-15 cm de ancho de color verde claro, borde liso, con nervaduras bien pronunciadas por el envés; se incrustan al tallo leñoso por medio de un pedúnculo largo y grueso. Características de esta especie, más o menos dentadas. Las hojas nuevas suelen tener brotes morados y posteriormente verdes en cuanto alcanzan su madures (Bernal, 1994).

### **2.2.4 Flores**

La etapa de floración es muy llamativa de esta *Passiflora*, pues se pueden observar una gama de flores de color violeta distribuida en toda la superficie plantada. Por un lado, su diámetro mide aproximadamente de 7 a 10 cm, están ubicadas comúnmente 2 en cada entrenudo de la rama productiva, sostenidas por un pedúnculo de 4 cm donde se encuentran adheridas brácteas similares a las hojas.

Los sépalos tienen una coloración blanquecina en el haz y en el envés verdes. Además, son redondeados, blanco rosáceos y moteados con pintas de color azul púrpura; vienen en dos coronas exteriores y de 3 a 5 interiores. la flor tiene 5 estambres los cuales están unidos por sus bases; las anteras son planas, extrosas y se unen hacia la mitad del filamento, con dehiscencia

longitudinal. Y el pistilo es de tres carpelos abiertos y unidos en un ovario unilocular con numerosos óvulos, estilos aplanados y divididos en tres ramas cada una con su estigma y que se alinean en forma horizontal (Bernal, 1994).

### **2.2.5 Frutos**

Podemos decir que el fruto es una cápsula ovoide sostenida por un pedúnculo largo que tiene dos brácteas y su tamaño es aproximadamente de 6 a 12 cm de largo. La textura de la cáscara es dura, amarilla con puntos blancos. El color depende del grado de madurez siendo inicialmente verde y al final amarillo intenso.

La parte del epicarpio consta de varias capas de células cortas y de paredes muy gruesas y amarillas que sostienen la masa de la pulpa interna, miden menos de 1 mm de espesor y le da una gran solidez a la fruta. El mesocarpo es blanco y esponjoso, seco de 5mm. de grosor. Por ende, el epicarpio duro y mesocarpo benefician el almacenamiento y transporte de la granadilla. Por consiguiente, la pared del ovario está representada en los frutos maduros por una membrana blanca donde se almacenan las semillas (Benalcázar et al., 2001).

### **2.3 Fases fenológicas**

En cuanto a los estados fenológicos de la granadilla según Melgarejo et al. (2015) mencionan los siguientes (Tabla 2):

- a) Etapa vegetativa 0 (V0): Inicia con la germinación de la semilla y tiene una duración entre 15 y 20 días, dependiendo de la calidad de la semilla, el substrato de siembra utilizado, el manejo del riego y de las condiciones ambientales.
- b) Etapa vegetativa 1 (V1.1) Que tiene que ver con la emergencia de la plántula y comúnmente se da en las primeras tres semanas después de la siembra de la semilla de granadilla. Se desarrolla netamente en semillero o en vivero y se lleva a cabo el primer trasplante a bolsa.
- c) Etapa vegetativa 2 (V1.2) Que corresponde a la fase de trasplante al sitio definitivo y se produce entre los 65 y 75 días después de la siembra de la semilla. En esta etapa se realiza la eliminación de los chupones basales, si aparecen. Lo más importante es que no falte agua a las plantas.
- d) Etapa vegetativa 3 (V1.3) En la que predomina el desarrollo vegetativo, produciendo únicamente hojas, chupones y zarcillos.

e) Etapa vegetativa 4 (V1.4) es una etapa de transición en la que empiezan aparecer los botones florales.

f) Etapa reproductiva 1 (R1.1) Correspondiente a la floración propiamente dicha. Más del 50% de las plantas del cultivo presentan flores en cartucho y flores abiertas.

g) Etapa reproductiva 2 (R1.2) Correspondiente a la formación del fruto y con una duración que oscila entre los 50 y los 60 días. En esta etapa se produce un trasvase de foto asimilados desde las hojas hacia los frutos formados.

h) Etapa reproductiva 3 (R1.3) Correspondiente a los procesos de llenado y maduración del fruto. Su duración es de entre 20 y 25 días.

**Tabla 2**

*Periodos fenológicos en Granadilla (Passiflora ligularis Juss.).*

<b>Fases</b>	<b>fenología</b>	<b>Tiempo</b>
	Vo: Periodo de germinación	15 - 20 días
	V1: Periodo de vivero	2 – 3 meses
	V2Siembra a primer despunte	3 meses
Fase vegetativa	V3 Poda de formación	
	V4 De yema vegetativa a ramas de 3 nudos	2 – 3 meses
	V5 de poda a brotación de yemas vegetativas	8 días
	V6 De poda de mantenimiento a cosecha	3 meses
	Ro Botón floral	8 días
Fase Reproductiva	R1 Cartucho floral	10 – 12 días
	R2 flor abierta	2- 3 días
	R3 fruto desarrollado	70 días

## 2.4 Plagas y enfermedades de granadilla

Actualmente el cambio climático juega un rol importante en las plagas y enfermedades del cultivo de granadilla. Por un lado, las continuas lluvias generan una gran explosión exponencial de plagas y enfermedades, dando las condiciones necesarias para la diseminación de diferentes hongos, como *B. cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani* entre otras.

Por otro lado, el alargado verano proporciona la aparición de otras enfermedades como Trips (*Frankliniella occidentalis*), mosca del ovario (*Dasiops* spp.) entre las más importantes. Sobrepasando el umbral de daño económico, y afectando la producción comercial en cuanto al valor y calidad del fruto, lo que limita a los agricultores a ingresar su producto en mercados nacionales e internacionales (Alarcón et al., 2011).

Las principales plagas y enfermedades que causan grandes pérdidas económicas en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) se detallan a continuación:

#### **2.4.1 *Botrytis cinerea***

El Moho gris es la enfermedad más importante, principalmente en épocas invernales, el agente causal es *Botrytis cinerea*. En condiciones favorables con humedad relativa > 90 % y temperatura de 15 °C este fitopatógeno se disemina rápidamente por medio de esporas y gran cantidad de micelio sobre las lesiones, en ramas, hojas, tallos, flores y frutos. El crecimiento de este hongo toma ventaja cuando la humedad relativa es alta y con la ayuda del viento las esporas se diseminan con rapidez.

Este fitopatógeno puede sobrevivir en el suelo por años en forma de esclerocios, y en tejido vegetal en descomposición en forma de micelios. La enfermedad inicia como pequeñas manchas pálidas de color gris en hojas y sépalos de la flor o lesiones oscuras, hundidas y de bordes definidos en los tallos. La mayor incidencia y severidad de esta enfermedad se da en flores y frutos tiernos generando pudrición y por consiguiente la caída del fruto (Alarcón et al., 2011).

#### **2.4.2 *Trips***

Estos insectos chupadores ocasionan necrosis en la parte apical de las yemas y en las hojas nuevas se presenta amarillamiento y encrespamiento, que terminan reduciendo en gran parte el área fotosintética de la planta. Además, estos Tysanópteros actúan en la planta como transmisores de virus, cuando las poblaciones son altas los daños se los pueden visualizar en los botones florales y frutos causando malformaciones (García et al., 2007).

#### **2.4.3 *Mosca del ovario***

Mosca del ovario *Dasiops* sp., pone huevos en forma individual en las anteras, dentro del botón floral, estas larvas se alimentan principalmente de los sacos polínicos y avanzan hacia las anteras y el ovario dejando lesiones para que otras plagas puedan ingresar fácilmente posteriormente el botón se torna amarillo y cae. El ciclo de la larva empieza cuando sale de la flor y empupa en el suelo; luego emerge el adulto que es de color azul metálico con tarsos amarillos, conocido como “mosca sonsa” (Alarcón et al., 2011).

Alarcón et al. (2011) manifiestan que en frutos jóvenes las larvas se alimentan del arilo y las semillas. El ciclo de vida del insecto es de 27 a 35 días; huevo, de 3 a 5 días; larva, de 6 a 8 días; pupa, de 12 a 14 días; adulto, de 6 a 8 días.

#### **2.4.4 *Fusarium oxysporum***

Los síntomas de *Fusarium oxysporum* aparecen primero en las hojas y luego se trasladan al tallo. Este hongo se presenta en diferentes etapas del cultivo, incluidas en el semillero. Los principales síntomas son hojas con clorosis o coloración amarillenta, que luego se convierte en una quemadura sistémica de color marrón claro; la hoja se desprende y en su ápice se observa una necrosis pardusca, que crece y progresa hacia arriba con el tiempo, cubriendo parcialmente el tallo.

Si la necrosis cubre todo el tallo, aumenta la clorosis, las plantas se debilitan, provocando una severa marchitez de las hojas, encogimiento de los frutos y finalmente la muerte de la planta. En la enfermedad avanzada, los cuerpos fructíferos del hongo son visibles, que son pequeños puntos de color rojo intenso (Floriano et al., 2007).

### **2.5 Marco legal**

La presente investigación está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas, particularmente con el Objetivo 12: " Producción y consumo responsables ", Cuyo propósito es garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, y el objetivo 15: " Vida de ecosistemas terrestres ", el cual promueve la protección y restauración del uso del uso sostenible de los ecosistemas terrestres.

Este estudio impulsa la utilización de organismos de control biológico como *Trichoderma* sp., lo que ayuda a disminuir la necesidad de fungicidas sintéticos. Esta modalidad favorece una agricultura más sostenible y consciente, mejorando la utilización de recursos naturales y reduciendo la huella ecológica de la producción agrícola.

El uso de *Trichoderma* favorece a salvaguardar la salud del suelo y la biodiversidad microbiana, al evitar la alteración de los ecosistemas terrestres causada por agroquímicos. Así, esta estrategia se presenta como una alternativa compatible con la conservación de los recursos naturales y la restauración de suelos productivos.

Además, el presente estudio se enmarca en las disposiciones legales vigentes que rigen al Estado Ecuatoriano. Relacionadas con la producción agrícola sostenible, el uso de bioinsumos y la protección fitosanitaria.

Además, la Constitución del Ecuador establece en su **Art. 281** que el Estado garantizará la soberanía alimentaria promoviendo la producción agroecológica y el uso de biotecnología no transgénica para el mejoramiento de cultivos. Así mismo, en el **Art. 14**, se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, lo que respalda el

uso de controladores biológicos como *Trichoderma* sp. en la producción agropecuaria (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

De acuerdo con la LOSA, (2017) La cual regula la prevención, control y erradicación de plagas y enfermedades en la producción agropecuaria. En su **Art. 9**, establece que el control de plagas debe priorizar el uso de métodos biológicos y ecológicamente sostenibles, promoviendo la investigación y aplicación de agentes biocontroladores. Los cuales al ser aplicados campo sean eficientes y controlen de cierto modo a las principales plagas y enfermedades que se desarrollan en nuestro medio y amenazan con la producción agropecuaria (LOSA, 2017).

Según el COA, (2017) el cual establece regulaciones para la protección del medio ambiente y el manejo sostenible de los recursos naturales. En su **Art. 163**, se promueve el uso de insumos orgánicos y biotecnológicos para reducir el impacto ambiental de las prácticas agropecuarias convencionales. De este modo, las aplicaciones de bioinsumos dentro del cual está *Trichoderma* sp. ayuda significativamente a reducir el impacto ambiental manteniendo un equilibrio ecosistémico en los suelos y las plantas. Realizando sus principales funciones como son: Antibiosis, micoparasitismo y competencia.

Por otro lado, el MAG, (2019) establece la obligatoriedad del cumplimiento de las BPA para la producción agrícola sostenible. Dentro de estas prácticas se encuentra la implementación de bioinsumos y controladores biológicos en cultivos de exportación, como la granadilla (*Passiflora ligularis* juss.). Por tal motivo, el uso del organismo antagonista en el cultivo de granadilla resalta su importancia en su calidad e inocuidad debido a que las plantas tratadas con *Trichoderma* sp. no deja residuos tóxicos en los frutos que son destinados a mercados internacionales.

Por ende, el Codex Alimentarius de la FAO y la OMS establece directrices para la producción agrícola y la seguridad alimentaria. En sus normativas sobre frutas de la pasión, se reconoce el uso de controladores biológicos como alternativa a los agroquímicos para cumplir con los estándares internacionales de exportación (FAO & OMS, 2014).

El marco legal vigente respalda el uso de *Trichoderma* sp. como un agente de control biológico en el cultivo de granadilla, en concordancia con las normativas nacionales e internacionales que fomentan la producción sostenible y la reducción del uso de agroquímicos. La investigación desarrollada en esta tesis se alinea con estas disposiciones legales, contribuyendo a la mejora de la sanidad agropecuaria y la protección del medio ambiente.

# CAPÍTULO III

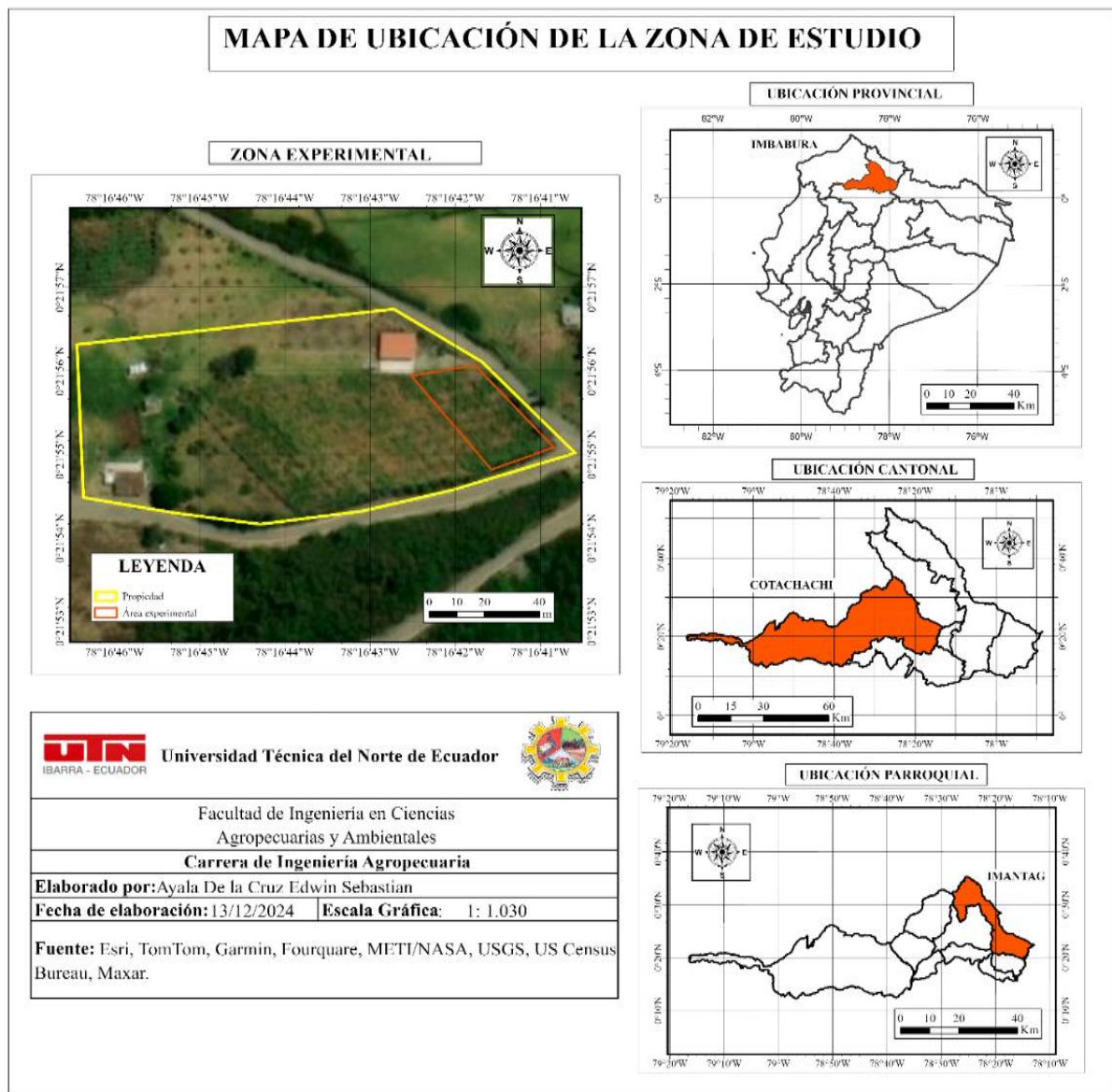
## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en la comunidad de San Luis de la Carbonería, cuya ubicación y posición geográfica se detalla en la Figura 1.

**Figura 1**

*Localización geográfica del área del ensayo experimental.*



Además, cuenta con las características edafoclimáticas descritas a continuación en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Información edafoclimática del lugar de estudio experimental.*

<b>Parámetros</b>	<b>Información</b>
País	Ecuador
Región	Sierra
Provincia	Imbabura
Cantón	Cotacachi
Parroquia	Imantag
Comunidad	San Luis de la Carbonería
Altitud	2300 m.s.n.m.
Latitud	0° 22' 36" Norte
Temperatura	16°C
Precipitación	1500 mm/año
Clima	Semihúmedo montañoso

### 3.2 Materiales

Para la investigación se utilizó los siguientes equipos, insumos y herramientas que se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Descripción de equipos, materiales, insumos y herramientas utilizados en la fase experimental del estudio.*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Herramientas</b>
Placas de Petri	Autoclave	Medio de cultivo PDA	Bolsas de propileno
Tarrinas plásticas	Agitador orbital	Agua destilada	Papel platina
Frascos Erlenmeyer	Nevera	Arroz	Hazas
Balanza analítica	Equipos de labores culturales	Amistar top	Palas
Bomba de mochila	Recipiente de 3L	Material biológico	Etiquetas
Calculadora	Balanza	Bomba de mochila	Podadoras
Calibrador	Computadora	Arroz cocido	Recipientes
Libro de campo	Equipos de protección	Papel aluminio	Lupas
Estacas	Celular	Botellas	Cintas de colores

### 3.3 Métodos

El ensayo experimental se dividió en dos fases: la primera fase consistió sobre la multiplicación y producción del hongo *Trichoderma* sp. en condiciones controladas de laboratorio y la

segunda fase fue la aplicación de tres concentraciones de *Trichoderma* sp. en plantas de granadilla. Se trabajó en un cultivo de granadilla ya establecido de 3 años, en la localidad de San Luis de la Carbonería perteneciente a la parroquia de Imantag en el cantón Cotacachi.

### 3.3.1 Factor en estudio

La investigación comprende de un factor (Concentración de *Trichoderma* sp.) con cuatro tratamientos y tres repeticiones (Tabla 5). La aplicación de *Trichoderma* sp. se realizó de forma edáfica y foliar con un intervalo de 7 días.

**Tabla 5**

*Descripción de las distintas concentraciones de Trichoderma sp. en estudio*

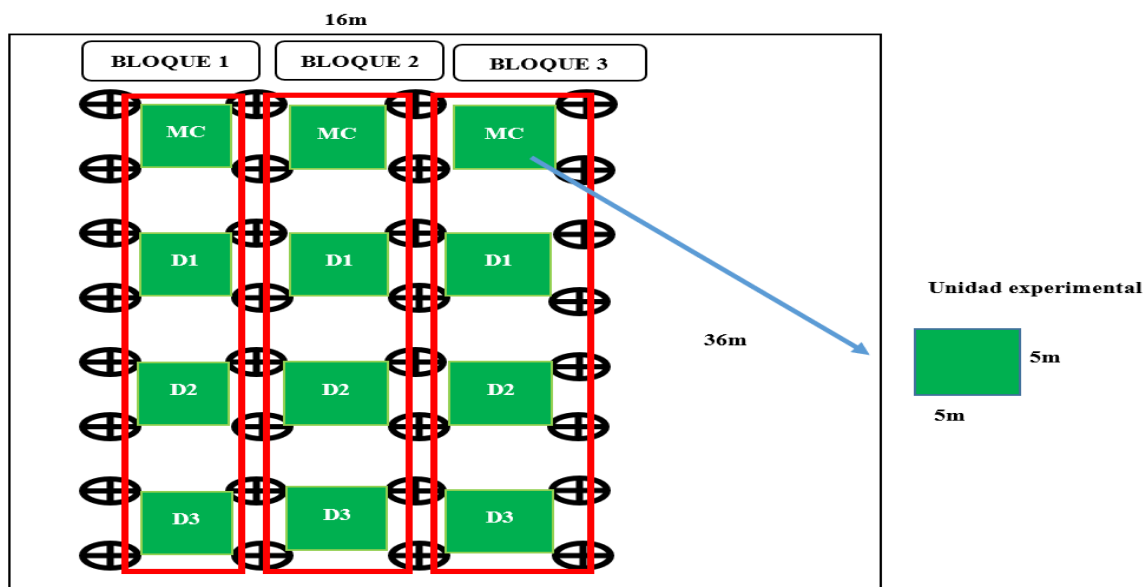
Tratamiento	Concentraciones	Código del tratamiento
Testigo	(Manejo convencional)	MC
T1	$1 \times 10^{11}$ esporas de <i>Trichoderma</i> sp. /1 L ha <sup>-1</sup>	C1
T2	$2 \times 10^{11}$ esporas de <i>Trichoderma</i> sp. /2 L ha <sup>-1</sup>	C2
T3	$3 \times 10^{11}$ esporas de <i>Trichoderma</i> sp. /3 L ha <sup>-1</sup>	C3

### 3.3.2 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques con cuatro tratamientos y tres repeticiones, como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2**

*Disposición del ensayo experimental para evaluar el efecto de Trichoderma sp. en granadilla (Passiflora ligularis Juss.).*



### 3.3.3 Características del experimento

Las medidas donde se instaló el estudio experimental donde se aplicó las distintas concentraciones de *Trichoderma* sp. se pueden ver a continuación detalladamente.

- Bloques:	3
- Tratamientos	4
- Repeticiones	3
- Largo del área:	36 m
- Ancho del área:	16 m
- Área total del ensayo:	576 m <sup>2</sup>
- Número de plantas totales:	36

### 3.3.4 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico InfoStat, versión 2020, para determinar las medidas de resumen media, coeficiente de variación, error estándar, gráficos y análisis de varianza para las variables que cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza con pruebas de medias LSD Fisher con un nivel de confianza 5%.

## 3.4 Variables a evaluarse

Las variables descritas a continuación se evaluaron en un cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) ya establecido hace 3 años, que tiene presencia sintomatológica de *Botrytis cinerea* en un 60 % del cultivo.

### 3.4.1 Variables fito patogénicas

**3.4.1.1 Porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* en flores de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.).** Para registrar la incidencia de *Botrytis cinerea* en flores de granadilla se utilizó la metodología propuesta por Aquino (2015), donde se señaló 100 flores por tratamiento durante la ejecución de la investigación. A su vez la toma de datos se realizó cada 2 semanas, mientras que la aplicación del microorganismo antagonico fue cada 7 días desde el inicio de la investigación. Así mismo, la evaluación consistió en contar número de flores con signo de *Botrytis cinerea*, y el número de flores libres del patógeno y se calculó de acuerdo con la siguiente Ecuación 1:

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\# \text{ de flores enfermas}}{\# \text{ de flores totales}} \times 100 \quad (1)$$

**3.4.1.2 Porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* en frutos cuajados.** Para registrar la incidencia de *Botrytis* en frutos cuajados se seleccionó 50 muestras por tratamiento durante toda la investigación. Al mismo tiempo el levantamiento de datos se hizo cada 15 días, mientras

que la aplicación del microorganismo antagónico se realizó cada 7 días desde el inicio de la investigación. Así mismo la evaluación consistió en contar número de frutos sanos y el número de frutos con sintomatología de *Botrytis cinerea*. Finalmente, la incidencia se determinó de acuerdo con la Ecuación 2 (Aquino, 2015).

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\# \text{ de frutos enfermos}}{\# \text{ de frutos totales}} \times 100 \quad (2)$$

### 3.4.2 Variables agronómicas y productivas

**3.4.2.1 Rendimiento.** La medición del rendimiento se procedió a medir de acuerdo con el método propuesto por Carpio (2023), donde manifiesta que el rendimiento se lo realiza mediante la sumatoria del peso total de los frutos cosechados de cada tratamiento. Para pesar los frutos se utilizó una balanza digital (Marca super) y los valores se expresaron en kilogramos por cada tratamiento, los valores fueron expresados en t ha<sup>-1</sup>.

**3.4.2.2 Peso del fruto.** El peso se lo determinó posterior a la cosecha de los frutos de granadilla, donde se seleccionó 10 frutos al azar de cada tratamiento y se registró el peso de cada fruto en gramos.

**3.4.2.3 Diámetro ecuatorial.** Para medir el diámetro ecuatorial se tomó 10 frutos al azar de cada tratamiento y posteriormente se registró la medida ecuatorial y longitudinal del fruto con la ayuda de un vernier y los datos fueron registrados en mm. Este proceso se lo repitió con todos los tratamientos del experimento.

**3.4.2.4 Diámetro polar.** Para medir el diámetro polar se tomó 10 frutos al azar de cada tratamiento y posteriormente se midió el fruto con la ayuda de un vernier en mm, colocando el vernier en la parte superior del fruto y la otra parte del vernier en el parte inferior cercano al pedúnculo. Este proceso se lo repitió con todos los tratamientos del experimento.

### 3.4.3 Variables económicas

**3.4.3.1 Costos de producción.** Esta variable económica se calculó por el método de Cáceres (2012) se dividieron los costos de inversión entre el total de kilogramos de producción de granadilla de cada tratamiento utilizando la Ecuación 3. Los resultados fueron expresados en toneladas por hectárea

$$\text{Costos de producción} = \frac{\text{Costos de inversión(\$)}}{\text{producción de granadilla(kg)}} \quad (3)$$

**3.4.3.2 Relación Beneficio-costo.** La evaluación económica de la investigación se llevó a cabo mediante el indicador económico beneficio/costo. Este indicador establece una

relación entre los ingresos generados por la venta de los kg de fruta fresca de granadilla con respecto a los egresos del cultivo en estudio.

Se lo obtuvo por medio de la división que propone Mazorra y Galindo (2018), donde el valor se obtuvo al dividir el valor actual de los Ingresos totales netos entre el valor actual de los Costos de inversión de acuerdo con la Ecuación 4.

$$C/B = \frac{I}{E} \quad (4)$$

Donde:

- C: Costos totales en dólares.
- B: Beneficios en dólares.
- I: Ingresos totales en dólares
- E: Egresos totales en dólares

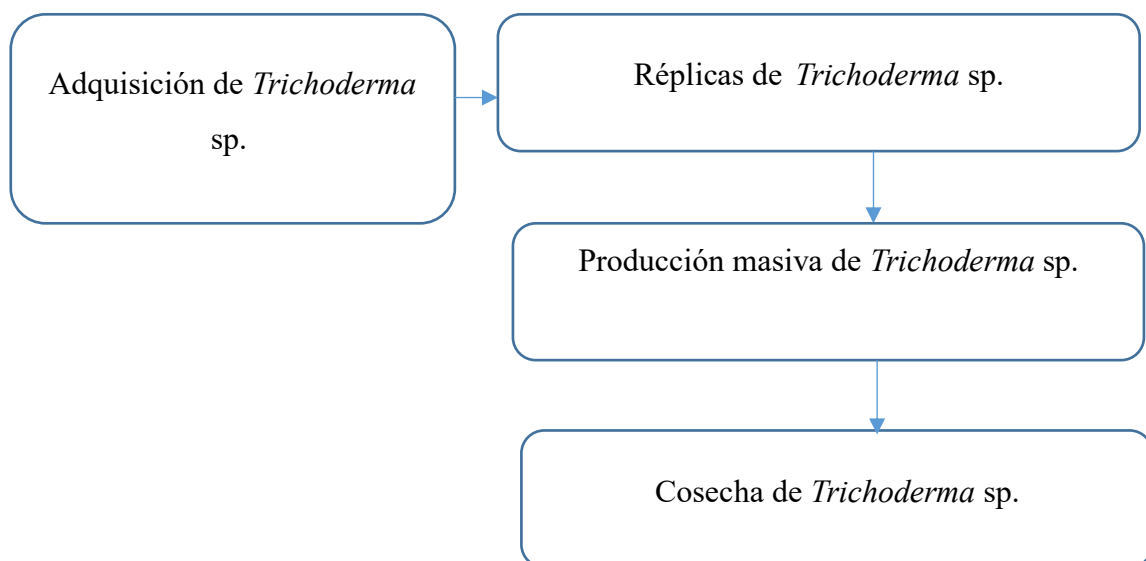
### 3.5 Manejo del experimento

#### 3.5.1 Fase 1: laboratorio.

En esta fase se manipuló tanto física y microscópicamente el hongo *Trichoderma* sp. bajo condiciones de laboratorio para su crecimiento, desarrollo y multiplicación en sustrato de arrozillo. El antagonista pasó por varias etapas in vitro las cuales se detallan a continuación (Figura 3).

#### Figura 3

*Cronograma de multiplicación y producción del hongo Trichoderma sp. en laboratorio.*



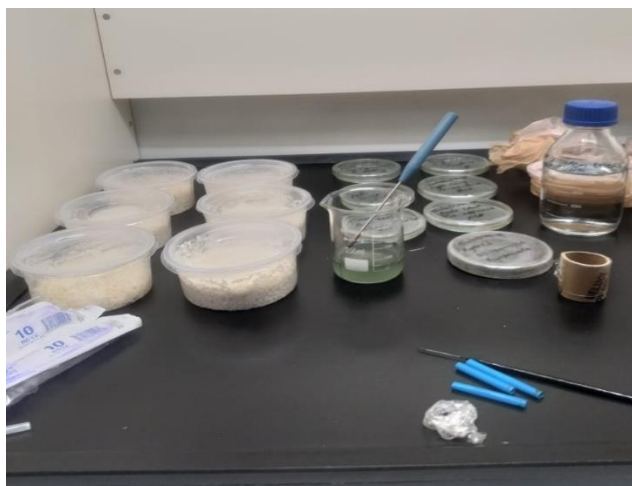
**3.5.1.1 Adquisición de *Trichoderma* sp.** El microorganismo antagonico se lo compro en mercado libre por medio de la plataforma de Facebook, esta cepa de *Trichoderma* sp. En primera instancia se realizó una conservación de esta en condiciones controladas en el Laboratorio de Análisis Físico-químico y Microbiológico de la Universidad Técnica del Norte.

**3.5.1.2 Réplicas de *Trichoderma* sp.** Se realizó réplicas en placas Petri, con el fin de conservar la cepa de *Trichoderma* sp. Primeramente, se esterilizaron 4 placas de Petri y se preparó el medio de cultivo PDA para lo cual se usó 3.9 g de PDA/100 ml de agua destilada. Seguidamente para la siembra se necesitó un asa microbiológica de siembra, un mechero y la cámara de flujo laminar. Dónde se destapó la caja Petri que contenía el hongo y se realizaron anillos de 6mm de diámetro con la ayuda de un sorbete plástico.

Posteriormente con la ayuda del asa se colocaron 3 anillos en las cajas Petri preparadas con medio de cultivo PDA. Una vez sembrado el hongo se procedió al sellado y rotulado con parafilm, cabe mencionar que todas las placas Petri repicadas llevaron la misma codificación. Finalmente, el hongo se llevó a incubación a 25 °C durante 10 días, cabe mencionar que el monitoreo del crecimiento del hongo fue cada dos días (Román et al, 2022).

#### **Figura 4**

*Multiplicación de *Trichoderma* sp. en placas Petri*



**3.5.1.3 Producción Masiva de *Trichoderma* sp.** En esta investigación se utilizó el arroz partido como sustrato de producción. Primeramente, se lavó el arroz partido con agua potable y se dejó secar en un colador. Posteriormente se colocaron 200 gramos de arroz partido en tarrinas plásticas y se llevaron a autoclave a 121 °C por el lapso de 60 minutos.

Posteriormente el sustrato estéril se lleva a la cámara de flujo laminar para su respectiva siembra con el inoculo. Por consiguiente, se tomó del área de incubación una placa Petri con *Trichoderma* bien esporulada a la cual se le realiza anillos con la ayuda de un sorbete plástico y con la ayuda de una aza de siembra se colocan alrededor de 5 a 6 anillos del inoculo en un vaso de precipitación estéril con 50 ml de agua destilada. Luego se colocó el vaso de precipitación en el agitador magnético para que todas las esporas se desprendan. De esta manera el inoculo quedó listo para su transferencia al sustrato.

Para la inoculación se usó una jeringuilla plástica de 20 ml, y se colocaron 10 ml en cada tarrina con sustrato. Posteriormente se colocan en una cabina de esporulación diseñada para el control de luminosidad con una intensidad periódica de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad para promover la colonización del hongo. Se incubaron por alrededor de 10 días, cada 2 días se revisó el crecimiento del antagonista en el sustrato y se removió el sustrato para facilitar la inoculación y evitar solidificación del sustrato, como se muestra en la Figura 5 (Román et al., 2022).

### Figura 5

*Producción de Trichoderma sp. en sustrato de arrozillo.*



**3.5.1.4 Cosecha de *Trichoderma* sp.** Este proceso se llevó a cabo en la cámara de flujo laminar después de haber transcurrido el período de incubación. Para el almacenamiento se usó botellas estériles, ámbar de 1L para almacenar la solución que contenía las esporas de *Trichoderma* sp. El método de extracción de esporas consistió en el encendido del agitador magnético donde se añadieron 200 ml de agua destilada estéril en el vaso de precipitación. Seguidamente se incorporó el sustrato con el hongo esporulado y poco a poco las esporas de *Trichoderma* sp. se fueron liberando hasta dar un color verde oscuro a la solución, como se

presenta en la Figura 6. Posteriormente esta solución la pasamos por un colador hacia frascos Erlenmeyer para poder realizar su aplicación en campo (Román et al., 2022).

### Figura 6

*Cosecha de Trichoderma sp. en la cámara de flujo laminar.*



### 3.5.2 Fase 2: Campo

**3.5.2.1 Establecimiento del Experimento.** La investigación se llevó a cabo en la parroquia de Imantag en la Comunidad San Luis de La Carbonería en un cultivo de granadilla ya establecido, en producción abierta hace 3 años, el cultivo de granadilla es propiedad del Sr. Eduardo Ayala.

**3.5.2.2 Delimitación del Ensayo Experimental.** La delimitación se realizó con ayuda de un flexómetro y piola de color verde para señalar los 3 bloques y los 4 niveles de dosis de *Trichoderma sp.* Además, se colocaron los rótulos con su respectiva codificación en cada bloque, y tratamiento correspondiente.

**3.5.2.3 Aplicación de *Trichoderma sp.*** La aplicación de *Trichoderma sp.* se realizó en un tiempo estimado de 100 días, la primera aplicación se realizó el 8 de julio del 2024 y la última aplicación fue el 01 de octubre del 2024 con una frecuencia de 7 días, para lo cual se midieron las cantidades exactas de acuerdo con cada dosis del experimento con la ayuda de una jeringuilla plástica, se mezcló con agua y se aplicó vía foliar y edáfica con la bomba de mochila de 20 litros en horas de la tarde.

**3.5.2.4 Monitoreo.** El monitoreo, para verificar la incidencia de *Botrytis cinerea* se realizó cada 15 días después de la aplicación foliar y edáfica, en cada bloque y tratamiento, observando la sintomatología por medio de esporas y coloración gris propia del patógeno en flores, y frutos respectivamente.

**3.5.2.5 Cosecha.** La cosecha se realizó a los 100 días, por ende, el fruto ha alcanzado su mayor grado de madurez y coloración. Para esto se usaron cartones de granadilla para almacenar los frutos de cada tratamiento y posteriormente se evaluaron las variables mencionadas anteriormente.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables evaluadas en el cultivo de granadilla con aplicaciones de *Trichoderma* sp. en distintas concentraciones, para el control de *Botrytis cinerea* se muestran descritas a continuación.

#### 4.1 Incidencia de *Botrytis cinerea* en flores de granadilla

El análisis de varianza indica que existe interacción entre lecturas y tratamientos; para la variable incidencia de *Botrytis cinerea* en flores ( $p=0.0471$ ), ver Tabla 6.

**Tabla 6**

*Porcentaje de incidencia de Botrytis cinerea en flores de granadilla por hectárea bajo los distintos tratamientos de Trichoderma sp.*

Tratamiento	(%) Incidencia
MC	24.83 ± 5.89 a
C1	39.00 ± 8.95 c
C2	26.00 ± 6.12 ab
C3	30.83 ± 8.24 b

*Nota.* C1: Concentración 1:  $1 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /1 L ha<sup>-1</sup>; C2: Concentración 2:  $2 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>; C3: Concentración 3:  $3 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /3 L ha<sup>-1</sup>

**Figura 7**

*Etapa de floración del cultivo de granadilla*



*a)= flores sanas de granadilla (Passiflora ligularis Juss.). b)= flores con signos de moho gris (Botrytis cinerea) en campo.*

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 6, el porcentaje de incidencia entre tratamientos aplicados fue menor con la aplicación de la concentración C2 ( $2 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp./ 2 L ha<sup>-1</sup>), el cual registró un valor promedio de 26 % de incidencia que equivale a un 33 % menos que la concentración C1 ( $1 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp./ 1 L ha<sup>-1</sup>) y fue estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, las concentraciones C2 y C3 no presentaron diferencias. Asimismo, la concentración C3 registró un 20.94 % menos que la concentración C1 y fue estadísticamente diferente.

Por otro lado, el tratamiento convencional (Control químico) presentó el menor porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* en las flores, debido a que se utilizaron productos químicos a base de Boscalid, Piraclostribin y Fosetil de aluminio que son fungicidas sistémicos y de contacto de acción rápida detuvieron el crecimiento micelial al instante y con la ayuda de las condiciones climáticas del estiaje se obtuvo un mejor control del patógeno y por ende el valor de la incidencia en flores fue menor. Mientras que, los tratamientos que usaron *Trichoderma*, el control fue limitado, debido a que es un organismo vivo y tiene que adaptarse al medio para posteriormente esporular y combatir con *Botrytis cinerea* por nutrientes y por espacio.

En el estudio realizado por Merchán et al. (2014) los cuales evaluaron el porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa y aplicaron una suspensión de  $1 \times 10^8$  esporas ml<sup>-1</sup>. Los autores evidenciaron un porcentaje de incidencia del 33 % de *Botrytis cinerea* con una humedad relativa del 70 % y una temperatura promedio de 18°C. Mientras que, en este estudio se aplicó una concentración similar de  $1 \times 10^8$  esporas ml<sup>-1</sup> y se registró el 26 % de incidencia en condiciones de campo abierto, con una temperatura promedio de 19 °C y 55 % de humedad relativa. Esta diferencia en incidencia puede explicarse a las condiciones climáticas, ya que *Botrytis cinerea* requiere de una humedad relativa mayor o igual del 90 % y temperaturas entre el 15 y 21 °C (García, 2014). Además, se ha observado que la fresa es uno de los cultivos más afectados por *B. cinerea*, en comparación con otros cultivos hortícolas como el tomate (*Solanum lycopersicum*), pepino (*Cucumis sativus*) y berenjena (*Solanum melongena*) (Petrasch et al., 2019).

#### **4.2 Incidencia de *Botrytis cinerea* en frutos de granadilla**

De acuerdo con el análisis de la varianza (ADEVA), para la variable de incidencia de *Botrytis cinerea* en el fruto de granadilla no mostró interacción entre las fuentes de variación Lectura: Tratamiento ( $p=0.8826$ ). Sin embargo, al evaluar los factores de manera independiente, no se

encontraron diferencias significativas para el factor Lectura ( $p=0.2449$ ), mientras que el factor Tratamiento sí presentó diferencias significativas ( $p=0.0019$ ) ver Tabla 7.

**Tabla 7**

*Incidencia de Botrytis cinerea bajo aplicaciones de diferentes concentraciones de Trichoderma sp. en frutos cuajados del cultivo de granadilla.*

Tratamiento	(%) Incidencia
MC	21.67 ± 7.07
C1	29.67 ± 9.89
C2	24.33 ± 6.12
C3	26.33 ± 6.12

Nota. C1: Concentración 1:  $1 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /1 L ha<sup>-1</sup>; C2: Concentración 2:  $2 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>; C3: Concentración 3:  $3 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /3 L ha<sup>-1</sup>. Valores promedios de tres repeticiones,  $p>0.05$

**Figura 8**

*Etapa de fructificación del cultivo de granadilla*



a) = frutos sanos de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). b) = fruto con signos de moho gris (*Botrytis cinerea*) en campo.

De acuerdo con la Tabla 7, el porcentaje de incidencia de *B. cinerea* en frutos de granadilla con la aplicación de las tres concentraciones de *Trichoderma* sp. registraron un rango de valores promedio de 24.33 a 29.67 %. Siendo valores equiparables al MC (Manejo convencional), que registro un valor de 21.67 %. En donde, la Concentración 2 ( $2 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>), si bien no mostró diferencias estadísticas, presentó el comportamiento más

cercano al manejo químico, con una incidencia de *B. cinerea* de apenas 2.66 % superior al MC. Cabe resaltar que los ingredientes activos que se usó para controlar a *Botrytis cinerea* son de origen sintético.

De acuerdo con la investigación de Aquino (2015) quien evaluó la incidencia de *B. cinerea* en frutos de granadilla mediante la aplicación de *Trichoderma harzianum* a una concentración de  $1 \times 10^5$  esporas  $\text{ml}^{-1}$ , registró un 89.33 % de incidencia. En comparación con el presente estudio, donde la concentración 2 registro un 24.33 % de incidencia siendo 27.23 % menor. Esta diferencia significativa puede atribuirse a las concentraciones aplicadas en campo, ya que en el estudio de Aquino (2015) se utilizó una concentración de  $1 \times 10^5$  esporas  $\text{ml}^{-1}$  de *T. harzianum*. Mientras que, en el presente estudio se aplicó *Trichoderma* sp. a una concentración mayor de  $1 \times 10^8$  esporas  $\text{ml}^{-1}$ . Otro factor importante que podría haber influido en la pérdida de eficacia de *Trichoderma harzianum* fue la falta de aclimatación previa en campo antes de realizar las aplicaciones. Esto contrasta con lo señalado por el autor antes mencionado, quien no llevó a cabo dicho proceso. En consecuencia, el patógeno tuvo ventaja para colonizar rápidamente los frutos cuajados, antes de que el antagonista se adaptara al medio y comenzara su colonización. Según Endara (2009), en el caso de enfermedades como *Botrytis cinerea*, que afectan las partes aéreas de la planta, el tratamiento debe aplicarse de forma preventiva. Para que el antagonista exprese su poder de control, se requiere un tiempo mínimo de tres días, durante el cual las esporas germinan e inician su crecimiento.

Así también, de acuerdo con Bartra (2017), quien evaluó el control de *Botrytis cinerea* en granadilla mediante tratamientos químicos y orgánicos, encontró que la aplicación de Epoxiconazole + Pyraclostrobin a razón de  $1 \text{ L ha}^{-1}$  resultó en una incidencia de 19.43 %. Este resultado es similar con respecto a los valores obtenidos en el presente estudio de 24.33 % de incidencia del patógeno. Por lo cual muestra un control equiparable al uso de Epoxiconazole + Pyraclostrobin.

Cabe mencionar que los ingredientes activos utilizados en estos fungicidas son de origen sintético, lo cual puede tener repercusiones negativas tanto en la salud de las personas que los aplican como en el medio ambiente. Su uso contribuye a la alteración de la microbiota del suelo, genera residuos en los frutos de granadilla y a largo plazo, puede causar efectos crónicos en la salud humana. Según Medina (2022), estos efectos pueden ser de tipo neurológico, mutagénico, cancerígeno y teratogénico.

Por otro lado, Yao et al. (2023) destacan la importancia de incorporar *Trichoderma* sp. como parte de un manejo sostenible, ya que estas cepas fúngicas no solo actúan como agentes de biocontrol frente a patógenos, sino que también proporcionan beneficios adicionales al ecosistema agrícola. *Trichoderma* sp. coloniza las raíces de las plantas, protegiéndolas contra la invasión de fitopatógenos como *Botrytis cinerea*, que pueden comprometer tanto el desarrollo vegetativo como la calidad de los frutos. Esta colonización fortalece la salud general de la planta al mejorar la absorción de nutrientes y agua, lo que optimiza su crecimiento. Además, al conservar ramas y frutos en buen estado, se favorece un aumento en la productividad, lo que hace que el uso de *Trichoderma* sp. sea beneficioso no solo desde el punto de vista fitosanitario, sino también en términos de rendimiento agrícola y sostenibilidad ambiental.

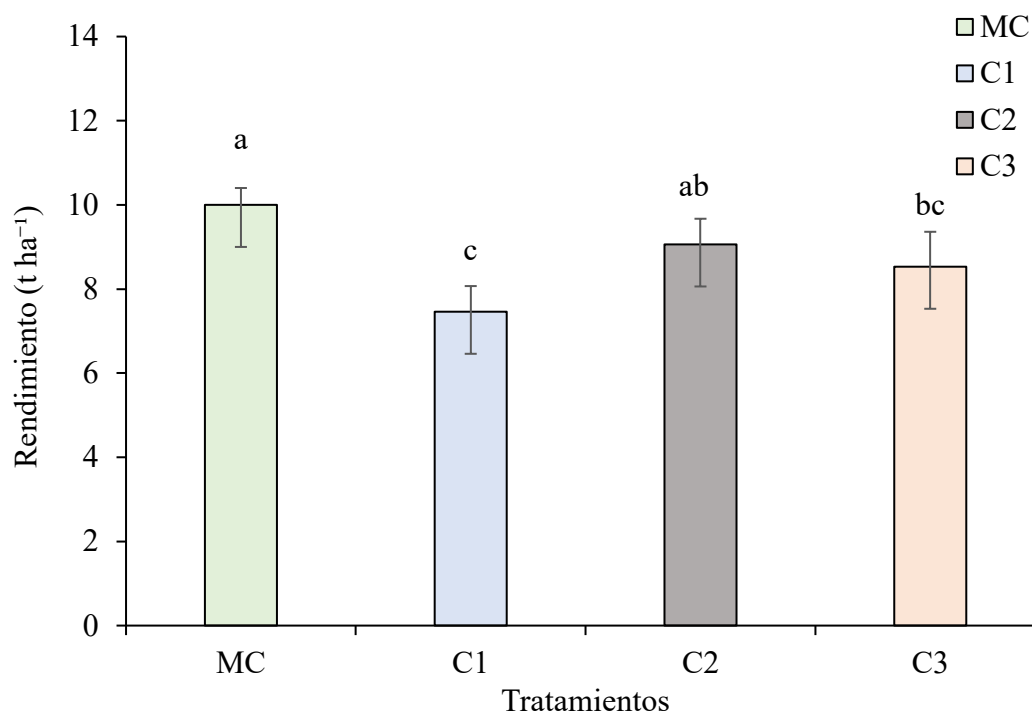
### **4.3 Rendimiento**

El análisis de varianza par la variable rendimiento evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $p=0.0075$ ). De acuerdo con la Figura 7, se puede observar que el mayor rendimiento de granadilla registró el manejo convencional, seguido de las concentraciones C2 y C3 con valores promedios de 10 t ha<sup>-1</sup>, 9.07 t ha<sup>-1</sup> y 8.53 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. También se puede evidenciar que el manejo convencional (control químico) no mostró diferencias significativas con respecto al tratamiento en el que se aplicó *Trichoderma* a una concentración de  $2 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>(C2).

Asimismo, tampoco se apreció diferencias importantes entre las aplicaciones de *Trichoderma* a las concentraciones C2 ( $2 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>) y C3 ( $3 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /3 L ha<sup>-1</sup>). Finalmente, con concentraciones bajas de *Trichoderma* C1 ( $1 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /1 L ha<sup>-1</sup>), el rendimiento del cultivo es inferior significativamente con respecto a los demás tratamientos.

## Figura 9

Efecto de diferentes concentraciones de *Trichoderma* sp. sobre el rendimiento del cultivo de granadilla.



Nota. C1: Concentración 1:  $1 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /1 L ha<sup>-1</sup>; C2: Concentración 2:  $2 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>; C3: Concentración 3:  $3 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /3 L ha<sup>-1</sup>. Valores promedios de tres repeticiones, LSD 5 %, letras diferentes entre columnas muestra diferencia significativa.

Los rendimientos obtenidos en esta investigación con el tratamiento de *Trichoderma* sp. (9.47 t ha<sup>-1</sup>) fueron superiores a los reportados por Zurita (2022), quien reportó para el cultivo de granadilla un promedio de 7.43 t ha<sup>-1</sup> bajo tratamientos de fertilización química. Este resultado resalta el potencial de *Trichoderma* sp. como alternativa sostenible, ya que este hongo antagonista tiene la capacidad de descomponer la materia orgánica y transformar los nutrientes del suelo en formas más asimilables para las plantas, generando un efecto indirecto en la nutrición vegetal (Cortez et al., 2023).

De acuerdo con Rosero (2011) quien aplicó *Trichoderma harzianum*, en distintas dosis, menciona que con la dosis de 1 L ha<sup>-1</sup> obtuvo un rendimiento de 77.350 kg ha<sup>-1</sup> en fresa. Por otra parte, en el Testigo no se aplicó ninguna dosis del hongo y registró un rendimiento de 39.812 kg ha<sup>-1</sup>. Por ende, se puede evidenciar que *Trichoderma* incrementó significativamente

el rendimiento del cultivo debido a que tiene múltiples funciones y beneficios para las plantas y el microbiota del suelo.

Según Silva et al. (2020) *Trichoderma* sp., tiene 3 modos de acción, antibiosis, competición e hiperparasitismo, siendo un complemento natural perfecto para mantener una nutrición adecuada en la planta, ya que coloniza las raíces y secreta metabolitos o antibióticos contra enfermedades como *F. oxysporum*, *Phytium* sp., *B. cinerea* entre otras. Las cuales influyen directamente en el rendimiento de las plantas.

#### 4.5 Tamaño del fruto de granadilla

El análisis de varianza (ADEVA) para la variable diámetro ecuatorial del fruto no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0.1835$ ). Sin embargo, los tratamientos evaluados registraron un intervalo entre 59.23 mm y 61.33 mm de diámetro. Así mismo, para la variable diámetro polar del fruto (Tabla 8) no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0.1745$ ).

No obstante, los tratamientos evaluados registraron un rango entre 73.83 mm y 75.57 mm de diámetro polar. Y finalmente el análisis de varianza para la variable peso del fruto representado en la Tabla 8, demuestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $p=0.3665$ ). Sin embargo, se registraron pesos con un rango que va desde los 98.67 g a 105.50 g (Tabla 8).

**Tabla 8**

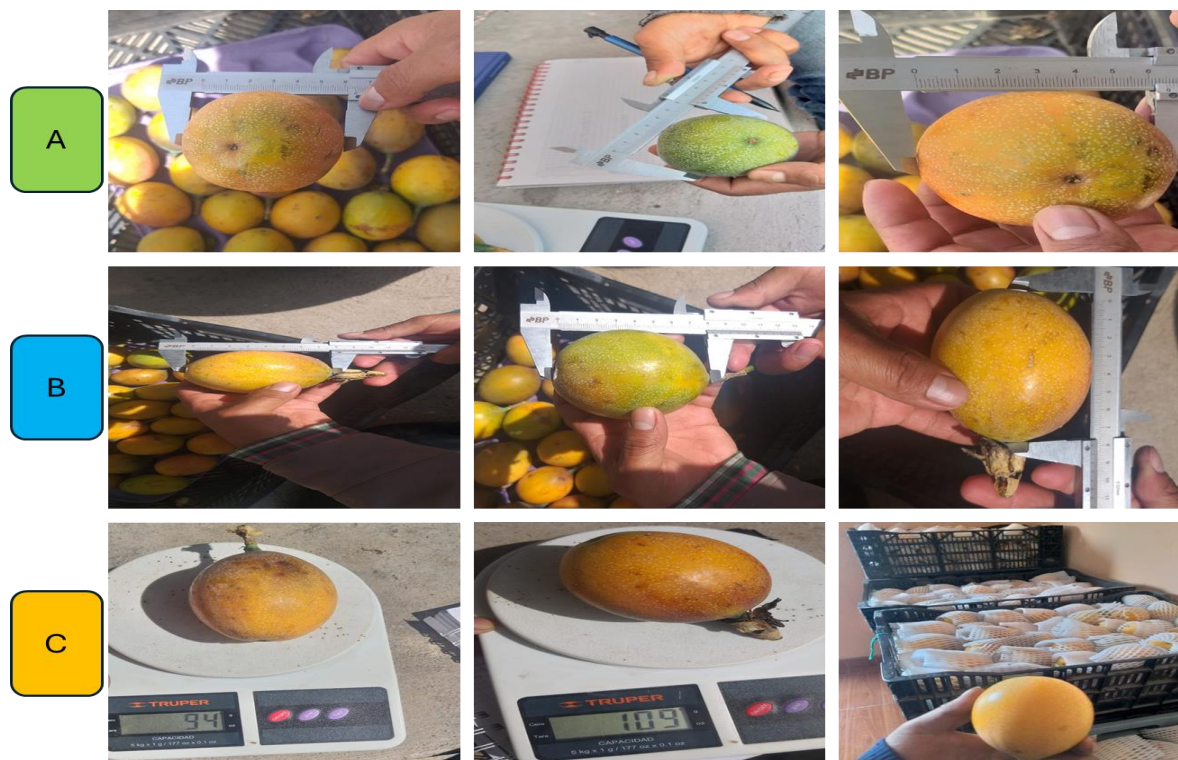
*Efecto de Trichoderma sp. sobre el tamaño del fruto de granadilla.*

Tratamiento	Diámetro Ecuatorial (mm)	Diámetro Polar (mm)	Peso (g)
MC	60.50 ± 0.74	76.03±0.72	105.50 ± 3.21
C1	59.23 ± 0.70	73.83±0.80	99.43 ± 2.70
C2	60.67 ± 0.55	75.57±0.63	98.67 ± 2.18
C3	61.33 ± 0.74	75.53±0.82	99.17 ± 4.08

*Nota.* C1: Concentración 1: 1 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /1 L ha<sup>-1</sup>; C2: Concentración 2: 2 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>; C3: Concentración 3: 3 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /3 L ha<sup>-1</sup>. Valores promedios de tres repeticiones,  $p>0.05$ .

## Figura 10

### Evaluación del tamaño del fruto de granadilla



Nota. A: Diámetro ecuatorial del fruto de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). B: Diámetro polar del fruto de granadilla. C: Peso del fruto de granadilla.

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 8, se observa que la concentración C3 registró el mayor valor promedio en cuanto al diámetro ecuatorial del fruto de granadilla, con 61.33 mm. Le siguieron las concentraciones C2, MC (Manejo Químico) y C1, con promedios de 60.67 mm, 60.50 mm y 59.23 mm, respectivamente. Estos resultados sugieren que la concentración C3 tuvo un efecto más favorable en el desarrollo del tamaño del fruto en comparación con los demás tratamientos.

En Ecuador, el tamaño de la granadilla para exportación y consumo local se clasifica según su diámetro y peso, conforme a la Norma Técnica Nacional (INEN, 2009), la cual establece que el diámetro ecuatorial mínimo que deben cumplir los frutos es de 65 mm. En ese sentido, los frutos evaluados en esta investigación se encuentran dentro de ese rango, ya que los valores presentados en la Tabla 8 corresponden a un promedio obtenido a partir de múltiples frutos. Esto evidencia que las aplicaciones de *Trichoderma* sp. favorecen el incremento del diámetro ecuatorial, actuando como promotor del crecimiento vegetal y de la biomasa, lo que contribuye a mejorar la calidad comercial del fruto y garantiza su aceptación tanto en el mercado nacional como internacional (Ruiz et al., 2018).

Por otra parte, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2014), en las normativas del *Codex Alimentarius* sobre la norma para las frutas de la pasión, se establece que el diámetro ecuatorial mínimo para la comercialización de frutos pertenecientes a la familia *Passifloraceae*, como la granadilla, es de 56 mm. En ese sentido, las tres concentraciones de *Trichoderma* sp. evaluadas en la presente investigación superan dicho valor. Por lo tanto, los frutos tratados con este bioinsumo orgánico se encuentran dentro de los parámetros exigidos por dicha normativa internacional, lo cual respalda su viabilidad comercial.

Asimismo, en la investigación de Carpio (2023), quien evaluó bioestimulantes comerciales a base de péptidos y aminoácidos con una dosis de 0.4 L ha<sup>-1</sup>, se registró un diámetro ecuatorial promedio de 74 mm en los frutos. En comparación, el presente estudio, con la aplicación de *Trichoderma* sp. a una dosis de 3 L ha<sup>-1</sup>, alcanzó un valor promedio de 61.33 mm. Es importante destacar que *Trichoderma* sp. actúa como un bioestimulante natural, ya que sus metabolitos secundarios mejoran la eficiencia en la absorción y utilización de macro y micronutrientes, contribuyendo así a optimizar la calidad nutricional de las plantas. Esto se refleja en atributos importantes del fruto, como el peso y el tamaño. Por tanto, al comparar su efecto con el de otros bioestimulantes comerciales, se evidencia que *Trichoderma* sp. puede alcanzar resultados similares en términos de calidad del fruto (Şesan et al., 2020).

Por otro lado, el comportamiento del diámetro polar de acuerdo con las aplicaciones de *Trichoderma* sp. se muestran en la Tabla 9, donde las tres concentraciones utilizadas y el manejo convencional registraron valores similares entre sí. Con valores promedio de (C1) 73.83 mm, (C2) 75.57 mm, (C3) 75.53 mm y (MC) 76,03 mm respectivamente.

Según Carpio (2023), quien aplicó un bioestimulante comercial orgánico quelatado con metabolitos derivados de la lisis celular y extracto de algas mediante fermentación, se obtuvieron rangos de diámetro polar en los frutos de granadilla de 70.3 mm con una dosis de 0.2 L ha<sup>-1</sup> y de 77 mm con una dosis de 0.4 L ha<sup>-1</sup>. En comparación, en el presente estudio se registró un valor promedio de 75.57 mm con la concentración 2 y 75.53 mm con la concentración 3, resultados similares a los obtenidos con el producto comercial. Esto indica que las aplicaciones de *Trichoderma* sp. tienen efectos positivos en el incremento del diámetro polar del fruto de granadilla. De este modo, este microorganismo antagonista demuestra su valor como herramienta eficaz en la agricultura orgánica.

En cuanto al peso de los frutos si bien, no se detectaron diferencias estadísticas significativas, el manejo convencional mostró un promedio de 105.50 g. Seguido por la C1 que registró un peso promedio de 99.43 g, así mismo, la C3 marco un valor promedio de 99.17 g y finalmente la C2 98.67 g respectivamente. Al hablar de un fruto con destino a exportación, es fundamental considerar su peso, tal como lo menciona Melgarejo et al. (2015) quien señala que el peso ideal del fruto para el mercado internacional es de 130 g. Este valor es superior al obtenido en el presente estudio, donde la concentración C1 registró un peso promedio de 99.43 g, lo que representa una diferencia de 31 g. No obstante, los frutos fueron destinados a exportación, ya que, según indicó el intermediario, se encontraban en buenas condiciones y, en el contexto ecuatoriano, los frutos destinados al mercado externo suelen fluctuar en un rango de 90 a 140 g.

#### **4.6 Costos de producción**

Los costos de producción por hectárea para los distintos tratamientos con *Trichoderma* sp. muestra al Manejo convencional (MC) con el costo más alto, con 6.300 USD ha<sup>-1</sup>, mientras que el tratamiento C2 (2 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>) tiene el costo más bajo, con 4262.9 USD/ha. Los tratamientos C1 (1 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /1 L ha<sup>-1</sup>) y C3 (3 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /3 L ha<sup>-1</sup>) presentan costos intermedios de 4108.5 USD ha<sup>-1</sup> y 4,520.9 USD ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esto sugiere que la aplicación de *Trichoderma* puede reducir significativamente los costos en comparación con el manejo convencional. El promedio de los tratamientos con *Trichoderma* sp. es de aproximadamente 4297.4 USD ha<sup>-1</sup>, lo que representa un ahorro promedio de más de 2.000 USD ha<sup>-1</sup> respecto al manejo convencional (Tabla 9).

De acuerdo con Navarrete, (2017) menciona en su estudio de la producción y comercialización de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Imbabura, que los costos de producción oscilan entre 3500 a 5000 dólares. Con rendimientos que producen entre 300 y 400 cajas/ha de 15 kg con frutos que pesan de 70 a 100 g respectivamente. Estos resultados coinciden con los valores del presente experimento. Por un lado, la concentración 2 registró un costo relativamente bajo de 0,55 USD/Kg de fruto fresco de granadilla y su costo por hectárea es 4262.9USD, en comparación con el manejo convencional que mostró un valor alto de 0.63 USD/ Kg de fruto fresco de granadilla y su costo por hectárea de 6300 USD.

**Tabla 9**

*Efecto de Trichoderma sp. sobre el tamaño del fruto de granadilla.*

Concepto	MC	C1	C2	C3
<b>Ingresos (USD)</b>				
Exportación	91.00	65.00	78.00	71.50
Mercado nacional	2.50	3.00	4.00	4.50
<b>Total</b>	93.50	68.00	82.00	76.00
<b>Total egresos (USD)</b>	46.98	30.66	32.16	33.66
<b>Costos de producción/kg (USD)</b>	0.63	0.55	0.47	0.53
<b>Costo de producción/ha (USD)</b>	6300.00	4108.50	4262.90	4520.90

Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (2025), el precio actual de la granadilla registrado el 29 de marzo de 2025 es de 1.88USD/Kg, siendo un valor que supera a todos los autores ya mencionados incluyendo al valor de la presente investigación. Existe una gran variación de costos de producción respecto a las pasifloras, dependiendo el manejo que se realice al cultivo. Sin embargo, la gran mayoría de los productores buscan las mejores alternativas para que el costo sea reducido y obtener una mayor utilidad.

Por otro lado, de acuerdo con Gonzales (2022) en su investigación registró un costo de producción de 7503,53USD/ha con un rendimiento de 7.70 t ha<sup>-1</sup>. Cabe mencionar que estos costos son con aplicaciones de productos sintéticos y a su vez suman los gastos directos e indirectos de la producción de granadilla. Por ende, el costo sube notablemente en comparación con la presente investigación donde el costo más alto se obtuvo con el manejo convencional registrando un valor de \$6300USD, estos valores elevados se dan por la sencilla razón del precio excesivo que tienen los ingredientes químicos de los agrotóxicos usados en el experimento.

#### **4.7 Relación beneficio/ costo**

En la Tabla 10, se resume la evaluación económica de la variable relación beneficio/costo del efecto de la utilización del MC (Manejo convencional), C1 (1 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /1 L ha<sup>-1</sup>), C2 (2 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup>) y C3 (3 x 10<sup>11</sup> esporas de *Trichoderma* sp. /3 L ha<sup>-1</sup>) durante el desarrollo fenológico de floración y maduración del fruto. La mayor rentabilidad económica, según el indicativo beneficio/costo, se alcanzó al utilizar la

C2 con un valor de un dólar con cincuenta y cinco centavos por cada dólar invertido, seguido del C3 un dólar con veintiséis centavos, C1 un dólar con veintidós centavos por cada dólar invertido y finalmente en el MC obtuvo ganancias bajas de noventa y nueve centavos por cada dólar invertido.

**Tabla 10**

*Evaluación económica de los distintos tratamientos de aplicaciones de diferentes concentraciones de Trichoderma sp. en el cultivo de granadilla.*

Concepto	MC	C1	C2	C3
<b>Ingresos (USD)</b>				
Venta de granadilla en kg	93.50	68.00	82.00	76.00
<b>Total, ingresos</b>	93.50	68.00	82.00	76.00
<b>Egresos (USD)</b>				
Cepa de <i>Trichoderma</i> spp.		6.66	6.66	6.66
Placas de Petri		5.40	5.40	5.40
Alcohol 60 ml		1.00	1.00	1.00
Tarrinas		0.80	1.20	3.60
Arrocillo		2.20	3.30	4.40
PDA		8.00	8.00	8.00
Jeringas		1.60	1.60	1.60
Papel de aluminio		3.50	3.50	3.50
Plástico film		1.50	1.50	1.50
Thiophanathe methil	11.75			
Fosetyl-Aluminio	10.00			
Propineb + Cymoxanil.	6.98			
Fijador	3.00			
Fipronil	21.00			
<b>Total (USD)</b>	46.98	30.66	32.16	33.36
<b>Beneficio/costo (USD)</b>	1.99	2.22	2.55	2.26

*Nota.* Beneficio/costo= ingresos/egresos

El total de la producción de granadilla se registró en kilogramos por cada tratamiento y posteriormente se clasificó en dos categorías. Por un lado, la calidad Extra o Super Extra, para lo cual se evaluaron las condiciones físicas individuales de los frutos tanto de peso, diámetro ecuatorial y defectos de color y forma que puedan afectar a la pulpa de los frutos, debido a que fueron destinados para exportación. Por otro lado los frutos para mercado nacional los cuales no requieren de tantos parámetros de calidad, sin embargo se clasificaron en categoría segunda o pareja para ello se realizó un análisis físico de defectos de color y forma del fruto. Por consiguiente, la calidad Extra se vendió en 1.30USD/Kg de frutos de granadilla y la calidad pareja se vendió en 0.50USD/Kg de frutos.

De tal manera que el tratamiento 2 que corresponde a la Concentración 2 donde se aplicó 2 L ha<sup>-1</sup> de *Trichoderma* sp. a una concentración de  $1 \times 10^8$  esporas ml<sup>-1</sup>, mostró un mayor beneficio costo, registrando un valor de 2.55 USD y una utilidad de 49.84 USD. Lo que significa que por cada dólar invertido se ganó 1.55 USD. Por lo tanto, el uso de esta antagonista mejora significativamente la rentabilidad del cultivo de granadilla.

De acuerdo con Cifuentes (2023) el cual aplico una dosis de 2 ml/L de *Trichoderma harzianum* a una concentración de  $1 \times 10^{12}$  esporas ml<sup>-1</sup>, tiene una relación beneficio costo de 1.16 USD (en el cultivo de *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery), lo que quiere decir que por cada dólar que invirtió ganó 0.16 centavos. Mostrando un valor bajo a comparación de la presente investigación. Esta discrepancia puede atribuirse al manejo del cultivo, debido a que los frutos de granadilla la mayor parte se destinaron a exportación y fueron protegidos con mallas de polietileno las cuales protegen al fruto tanto de fricciones y lesiones por el viento lo cual origina la oxidación del epicarpio, perdiendo sus cualidades físicas y valor comercial tanto nacional e internacional.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Durante la experimentación en campo se evidenció que la concentración de  $2 \times 10^{11}$  esporas de *Trichoderma* sp. /2 L ha<sup>-1</sup> fue la más eficiente sobre el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de granadilla, ya que registró un 26% de incidencia en flores y un rendimiento de 9.07 t ha<sup>-1</sup>. Esta concentración también obtuvo el mejor costo de producción de 4262.9 USD/ha y un Beneficio/Costo de 2.55 ctvs.

En cuanto a las características del tamaño de fruto de la concentración C2 se obtuvo valores promedios de diámetro ecuatorial de 60.67 mm, diámetro polar de 75.57 mm y finalmente un peso de 99.43 g respectivamente.

#### 5.2 Recomendaciones

- Investigar nuevas formas de producción de *Trichoderma* sp. en sustratos que sean menos costosos y más sostenibles con el medio ambiente.
- Desarrollar nuevas metodologías caseras y eficaces sobre la multiplicación de *Trichoderma* sp. en territorio, para que esté al alcance de los productores que realizan agricultura familiar.
- Investigar nuevas formas de aplicación de *Trichoderma* sp. en diferentes etapas fenológicas del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*).

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS

- Acosta, L., Azania, D. y Azania, R. (2021). Cultivo dual in vitro de cepas nativas de *Trichoderma* spp. frente a *Botrytis* sp. patógeno de *Passiflora ligularis* Juss. *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 1(4), 43-55. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20214.720>
- Alarcón, J., Arévalo, E., Díaz, A., Galindo, J., Rodríguez, M., y Rivero, R. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis): medidas para la temporada invernal*. ICA. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2264/44994\\_60741.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2264/44994_60741.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Aquino, L., y Clayder, J. (2015). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de *Botrytis cinerea* en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) en condiciones climáticas de Miraflores, Molino [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huanuco]. Repositorio institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/8a0e70fb-cdc4-410c-9235-cfaac91b3f22>
- Arboleda Cerda, C. Y. (2024). Caracterización carpológica de la especie de uso alimenticio *passiflora ligularis* en la zona central (Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi) de los andes del Ecuador. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional ESPOCH. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/ec1b637d-720c-4b61-90c7-04e8cb9f7c93>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución del Ecuador. [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador\\_act\\_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)
- Asamblea Nacional Constituyente. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Asamblea Nacional de la República de Ecuador. [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- Asamblea Nacional Constituyente. (2017). Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria. [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Ley\\_Orgánica\\_de\\_Sanidad\\_Agropecuaria.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Ley_Orgánica_de_Sanidad_Agropecuaria.pdf)
- Bartra, A. (2017). Efecto de fungicidas orgánicos y químico en el control del moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.) de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el distrito de Molino de la Región

Huánuco [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/dec81968-144d-48db-a551-546b43232a1d/content>

Bastidas, D., Guerrero, J., y Wyckhuys, K. (2013). Residuos de plaguicidas en cultivos de pasifloras en regiones de alta producción en Colombia. *Revista colombiana de química*, 42(2), 39-47. <https://www.redalyc.org/pdf/3090/309032109005.pdf>

Benalcázar, A., Canessa, G., Guabloche, M., Silva, H., y Peiranos, G. (2001). Granadilla. Extracto y fresco. *Universidad del Pacífico, Facultad de Administración y Contabilidad*.

Bernal-Parra, N., Ocampo, J., y Hernández, J. (2014). Caracterización y análisis de la variabilidad genética de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia empleando marcadores microsatélites. *Revista Brasileira De Fruticultura*, 36(3), 586–597. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-251/13>

Bernal, J. (1994). *El cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis)*. AGROSABIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/31299>.

Bernal, J. (1991). *El cultivo de la granadilla*. AGROSABIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/31299>.

Cáceres, G. (2012). Análisis de costos de la producción de durazno (*Prunus persica*) en la provincia de Pamplona (Norte de Santander). *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 12(1). <https://doi.org/10.24054/face.v12i1.1839>

Carpio, A. (2023). *Evaluación de bioestimulantes foliares para incrementar el rendimiento en el cultivo de granadilla (Pasiflora ligularis) en el caserío El Obraje cantón Pelileo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio digital UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/6e8b23ce-e797-4650-8811-6b27458aa406>

Cifuentes, B. (2023). *Evaluación de Trichoderma harzianum (Rifai) en el control de Botrytis cinerea P. en Lisianthus (Eustoma grandiflorum Raf. Shinnors), Tumbabiro, Urcuqui* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado digital UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13499>

Cortés, F., Alvarado, G., y Sanchez, G. (2023). *Trichoderma spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión*. *Revista Colombiana De Biotecnología*, 25(2), 62–76. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n2.111384>

- Endara, M. (2009). *Reproducción del hongo Trichoderma harzianum (biofungicida) aprovechando desechos agroindustriales (residuos de papa, tamo de fréjol, bagazo de caña)*. FAO. <https://agris.fao.org/search/en/providers/124703/records/67051460b1dfe472e1457752>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & World Health Organization (OMS). (2014). *Codex Alimentarius: Norma para las frutas de la pasión (Codex Stan 316-2014)*. Roma: FAO/OMS. Recuperado de <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>.
- Floriano, J., García, J., Vera, L., y Segura, J. (2007). *Enfermedades y plagas del cultivo de la granadilla (Passiflora ligularis) en el departamento del Huila*. CORPOICA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12713>
- Gaona, P., Vásquez, L., Aguayo, S., Viera, W., Viteri, P., Sotomayor, A., Medina, L., Mejía, P., y Cartagena, Y. (2020). Respuesta del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) cultivar “Colombiana” al suministro de nitrógeno y potasio por fertirriego Universidad Central del Ecuador: Manglar 17(1), 75-82. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22870>
- García, R. (2014). *Botrytis cinerea en el cultivo de Rosa híbrida en la zona florícola sur del Estado de México y la evaluación de su sensibilidad in vitro a fungicidas*. Universidad Autónoma del estado de México. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2904473?show=full>
- García, J., Chamorro, L., Floriano, J., Vera, L., y Segura, J. (2007). *Enfermedades y plagas del cultivo de granadilla (Passiflora ligularis) en el departamento del Huila*. Corpoica: Centro de Investigación Nataima.
- Gonzales, Y. (2022). Análisis del Proceso Agronómico y de Rentabilidad en el Cultivo de Granadilla (*Passiflora Ligularis*) en la Vereda el Naranja Municipio de Cerrito Santander [Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio digital UIS. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/11821>
- Infante, D., Martínez, B., González, N., y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24(1), 14-21. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522009000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009). *Granadilla. Requisitos (NTE INEN 1997:2009)*. INEN. <https://es.scribd.com/document/759059341/INEN-GRANADILLA>

- Logroño, M. (2014). *Plan de exportación de granadilla orgánica hacia el mercado estadounidense, estado de Nueva Jersey, ciudad: Jersey City, con el apoyo del Tnlg. Galo Fernando Alzuro López, desde la provincia de Pichincha, cantón Mejía, para el período 2014-2015* [Tesis de grado para obtener título de Ingeniera en comercio exterior, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional ESPCH. <https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/ed7bfd30-c51f-4ed8-971c-01650a1ea0d6/content>
- Mazorra, M. F. & Galindo, J. R. (2010). *Granadilla (Passiflora ligularis Juss): producción y manejo poscosecha*. AGROSAVIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12921>.
- Medina, S. (2022). *Fungicidas sintéticos utilizados en la agricultura* [Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo, Universidad de Concepción]. Repositorio UDEC. <https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/f3464b9b-e6b6-410b-9a08-59cb7aeced95/content>
- Melgarejo, L. (2015). *Granadilla (Passiflora ligularis Juss): Caracterización ecofisiológica del cultivo*. Universidad Nacional de Colombia. <chrome-native://pdf/link?url=content%3A%2F%2Fmedia%2Fexternal%2Fdownloads%2F1000027155>
- Merchán, J., Ferrucho, R., y Álvarez, J. (2014). Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 44-56. <https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i1.2799>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2019). *Reglamentación de Buenas Prácticas Agrícolas*. MAG. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/material1.pdf>
- Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahíta, W., y Flórez, L. (2009). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12824/Ver\\_documento\\_12824.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12824/Ver_documento_12824.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Navarrete Tipas, J. A. (2017). *Estudio de la producción y comercialización de granadilla (Passiflora ligularis) en la provincia de Imbabura* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6953>

- Ocampo, J., Arias, J., y Urrea, R. (2015). Colecta e identificación de genotipos de élite de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 9-18. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3742>
- Petrasch, S., Knapp, S., Van, J., & Blanco, B. (2019). Grey mould of strawberry, a devastating disease caused by the ubiquitous necrotrophic fungal pathogen *Botrytis cinerea*. *Molecular Plant Pathology*, 20(6), 877–892. <https://doi.org/10.1111/mpp.12794>
- Pro Ecuador (2022). *Granadilla en Europa 2022* [Estudio de mercado]. PRO ECUADOR. <https://www.proecuador.gob.ec/granadilla-en-europa-2022/>
- Rodríguez, N., y Melgarejo, L. (2015). *Caracterización ecofisiológica de la granadilla (Passiflora ligularis Juss) bajo dos condiciones ambientales en el departamento del Huila*. Universidad Nacional de Colombia. [https://drive.google.com/file/d/1pD0of5HmHWCCEQ6HwaT7\\_7fM7p9bdSeT/view](https://drive.google.com/file/d/1pD0of5HmHWCCEQ6HwaT7_7fM7p9bdSeT/view)
- Román, D., Álvarez, P., Herrera, H., Rivera, Á., & Guerra, J. (2022). *Manual para la producción de Trichoderma spp. Proyecto: Estudio de Trichoderma spp. en viveros forestales de la provincia de Chimborazo y suelos agrícolas en Santa Cruz, Islas Galápagos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://liveespochedu-my.sharepoint.com/>
- Rosero, N. (2011). *Efectos de la aplicación de Trichoderma harzianum sobre la incidencia de “damping off” en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L.) en la zona del Quinche Provincia de Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional UTB. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/140>
- Ruiz, M., Ornelas, J., Olivas, G., Acosta, C., Sepúlveda, D., Pérez, D., Ríos, C., Salas, M., & Fernández, S. (2018). Effect of *Trichoderma* spp. and phytopathogenic fungi on plant growth and tomato fruit quality. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36(3), 444–456. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1804-5>
- Şesan, T., Oancea, A., Ştefan, L., Mănoiu, V., Ghiurea, M., Răut, I., Constantinescu, D., Toma, A., Savin, S., Bira, A., Pomohaci, C., & Oancea, F. (2020). Effects of foliar treatment with a *Trichoderma* plant biostimulant consortium on *Passiflora caerulea* L. yield and Quality. *Microorganisms*, 8(1), 123. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010123>
- Silva, I., Amorim, E., Nascimento, N., Peixinho, G., Carnáuba, J., & Neto, V. (2020). *Trichoderma* spp antagonism to phytopathogens causing cassava root rot in Alagoas. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 12(6), 149–177.

<https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/agronomia-en/trichoderma-antagonism>

Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2025). *Precios de productos agrícolas: granadilla*. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. <https://sipa.agricultura.gob.ec/>

Villavicencio, A., & Vásquez, W. (2008). *Guía técnica de cultivos*. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/851>

Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., y Chen, J. (2023). *Trichoderma* y su papel en el control biológico de enfermedades fúngicas y nematodos en plantas. *Frontiers in Microbiology*, 14(1), 11-28. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>

Zurita, A. (2022). *Estudio de tres fórmulas y momentos de abonamiento en el cultivo de granadilla (Passiflora ligularis Juss.), var. Colombiana en el distrito Tabaconas* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Alicia – Concytec. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP\\_2c2765b71ce1134ca7033d76cb19450e/Description#tabnav](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_2c2765b71ce1134ca7033d76cb19450e/Description#tabnav)