



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**“RESPUESTA DE *Trichoderma harzianum* Rafai. EN LA  
PREVENCIÓN DE *Botrytis cinerea* Pers. EN EL CULTIVO DE  
FRESA (*Fragaria sp.*), CUELCHO, CHACHAPOYAS -2018”**

**Autor: Bach. Roger Ventura Grandez**

**Asesor: Ing. Mg. Lizette D. Méndez Fasabi**

**Co asesor: Ing. Jimmy A. Grandez Chappa**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**“RESPUESTA DE *Trichoderma harzianum* Rafai. EN LA  
PREVENCIÓN DE *Botrytis cinerea* Pers. EN EL CULTIVO DE  
FRESA (*Fragaria sp.*), CUELCHO, CHACHAPOYAS-2018”**

**Autor:** Bach. Roger Ventura Grandez

**Asesor:** Ing. Mg. Lizette D. Méndez Fasabi

**Co asesor:** Ing. Jimmy A. Grandez Chappa

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios que me ha brindado la sabiduría, paciencia y fuerza de voluntad a lo largo de mi vida y a nuestro señor Jesús por darme vida para lograr todas mis metas.

A mi alma mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza” y en especial a la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la escuela profesional de “Ingeniería Agrónoma” que me recibió y me formó profesionalmente.

Con mucho amor a mis queridos padres: Antolín Ventura Reap y Juana Grandez Huamán, porque este trabajo es el resultado del gran esfuerzo y amor que me han entregado.

A mis hermanos: Eisten Ventura Grandez, Cleyvin Ventura Grandez y Magaly Ventura Grandez por su gran apoyo y amor.

A mi tía Lucila Grandez Huamán por sus consejos permanente para siempre seguir a delante.

A mis queridos amigos Yeltsin Álvarez Robledo y Geiner Mendoza Chumbe quienes fueron las personas que me brindaron su apoyo y amor durante toda mi carrera universitaria.

A todas aquellas personas que se sienten orgullosos de mis triunfos.

**Roger Ventura Grandez**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme vivir y disfrutar mis triunfos alrededor de las personas que amo.

A mi alma mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza” y especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas, y sus docentes, por todas las enseñanzas impartidas a lo largo de la carrera.

A mis padres por ser el motor de mi vida.

En especial a la empresa FOODZ EXPORT, por brindarme el espacio y su confianza para la realización de esta investigación

A todos mis profesores que me brindaron su conocimiento desde que inicie mi carrera universitaria.

A mis amigos y amigas que compartieron mis penas y alegrías y a todas las personas que creyeron en mí.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

**RECTOR**

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

Ing. Ms. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

**DECANO DE LA FACULTAD**

**DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El **Ing. Lizzette Daniana Méndez Fasabi**, Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), deja constancia que ha asesorado la tesis titulada: “Respuesta de *Trichoderma harzianum* Rafai, en la prevención de *Botrytis cinerea* Pers. en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*), cueicho -2018”

Asimismo, avalo al **Bach. Roger Ventura Grandez**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, Enero del 2019

---

**Ing. Lizzette Daniana Méndez Fasabi**  
Docente de la UNTRM-A

## VISTO BUENO DEL CO – ASESOR

El Ing. **Jimmy A. Grandez Chappa**, Jefe de proyectos agrícolas “FOODZ EXPORT S.A.C”, deja constancia que ha asesorado la tesis titulada: “Respuesta de *Trichoderma harzianum* Rafai, en la prevención de *Botrytis cinerea* Pers. en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*), cueicho -2018”

Asimismo, avalo al **Bach. Roger Ventura Grandez**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, Enero del 2019

---

**Ing. Jimmy A. Grandez Chappa,**

Jefe de proyectos agrícolas “FOODZ EXPORT S.A.C”

**JURADO EVALUADOR DE TESIS**

---

Ing. *Mg. Sc.* WALTER DANIEL SANCHEZ AGUILAR  
**PRESIDENTE**

---

Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ  
**SECRETARIO**

---

Ing. *MS.c.* SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ  
**VOCAL**



**ANEXO 3-K**

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo Roger Ventura Grandez  
identificado con DNI N° 47968350 Estudiante( )/Egresado (X) de la Escuela Profesional de  
Ingeniería Agrónoma de la Facultad de:  
Ingeniería y Ciencia Agrarias  
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

**DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:**

1. Soy autor de la Tesis titulada: "Respuesta de Trichoderma harzianum  
en la prevención de Botrytis cinerea en el cultivo  
de Fresa (Fragaria sp.), Cuelcho - 2018"



que presento para  
obtener el Título Profesional de: Ingeniero Agrónomo

2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 12 de diciembre de 2018

Roger Ventura Grandez

Firma del(a) tesista



**ANEXO 3-N**

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 30 de ENERO del año 2019, siendo las 04:00 pm horas, el aspirante ROGER VENTURA GRANDEZ defiende en sesión pública la Tesis titulada: RESPUESTA DE Trichoderma harzianum EN LA PREVENCIÓN DE Botrytis cinerea EN EL CULTIVO DE FRESA (Fragaria sp.), CUELCHO -2018"

para obtener el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:



Presidente: Mg. Sc. WALTER DANIEL SANCHEZ AGUILAR  
Secretario: ING. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ  
Vocal: M. Sc. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  )      Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 05:33 pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
VOCAL

[Signature]  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES: EL ASEROR DE LA TESIS NO ESTUVO PRESENTE DURANTE LA SUSTENTACION DEL INFORME.

## ÍNDICE

|   |      |
|---|------|
| DEDICATORIA.....  | iii  |
| AGRADECIMIENTOS.....  | iv   |
| AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS ..... | v    |
| VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS .....   | vi   |
| VISTO BUENO DEL CO – ASESOR.....  | vii  |
| JURADO EVALUADOR DE TESIS .....   | viii |
| ÍNDICE.....   | xi   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....   | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | xiv  |
| I. INTRODUCCIÓN .....   | 17   |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS .....  | 19   |
| 2.1. Característica básica de la investigación .....                                  | 19   |
| 2.1.1. Tipo y ubicación del lugar que se hizo la investigación.....                   | 19   |
| 2.2. Tecnología del cultivo .....   | 19   |
| 2.3. Material experimental .....  | 20   |
| 2.4. Diseño de la investigación .....   | 20   |
| 2.4.1. Factores en Estudio.....   | 20   |
| 2.4.2. Interacciones (Tratamientos).....  | 21   |
| 2.5. Características de la unidad experimental.....                                   | 22   |
| 2.5.1. Croquis de la distribución de plantas en las unidades .....                    | 22   |
| 2.5.2. Experimentales y tratamientos en campo experimental .....                      | 22   |
| 2.6. Población y muestra.....   | 23   |
| 2.7. Análisis de datos .....  | 23   |
| 2.7.1. Diseño experimental.....   | 23   |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.7.2. | Esquema del análisis de varianza .....                    | 24 |
| 2.8.   | VARIABLES DE ESTUDIO Y SU METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ..... | 24 |
| 2.8.1. | Incidencia y severidad en floración .....                 | 24 |
| 2.8.2. | Incidencia y severidad en fructificación .....            | 24 |
| 2.8.3. | Rendimiento .....   | 25 |
| 2.9.   | PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....                          | 25 |
| 2.9.1. | Técnicas de recolección de datos.....                     | 25 |
| 2.9.2. | Ubicación e instalación del experimento.....              | 25 |
| 2.9.3. | Preparación de las parcelas experimentales.....           | 26 |
| 2.9.4. | Preparación de tratamientos .....                         | 26 |
| III.   | RESULTADOS .....  | 28 |
| 3.1.   | Incidencia en floración.....                              | 29 |
| 3.2.   | Severidad en floración .....                              | 30 |
| 3.3.   | Incidencia en fructificación.....                         | 31 |
| 3.4.   | Severidad en fructificación .....                         | 32 |
| 3.5.   | Rendimiento (kg/6 plantas).....                           | 33 |
| 3.6.   | Rendimiento (tn/ha) .....                                 | 34 |
| IV.    | DISCUSIÓN.....  | 35 |
| V.     | CONCLUSIONES .....  | 38 |
| VI.    | RECOMENDACIONES .....                                     | 39 |
| VII.   | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                          | 40 |
|        | ANEXOS 1: Tabla de resultados.....                        | 42 |
|        | ANEXO 2: Galería de fotografía.....                       | 44 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                       |    |
|-----------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> .....  | 21 |
| <b>Tabla 2</b> .....  | 24 |
| <b>Tabla 3</b> .....  | 25 |
| <b>Tabla 4</b> .....  | 28 |
| <b>Tabla 11</b> ..... | 42 |
| <b>Tabla 12</b> ..... | 42 |
| <b>Tabla 13</b> ..... | 42 |
| <b>Tabla 14</b> ..... | 43 |
| <b>Tabla 15</b> ..... | 43 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Croquis de la distribución de plantas de la unidad experimental.....   | 22 |
| <b>Figura 2.</b> Croquis de la distribución de tratamientos en el campo experimental. ....  | 22 |
| <b>Figura 3.</b> Incidencia en floración en función a la dosis de <i>T. harzianum</i> y etapas de floración e interacciones .....     | 29 |
| <b>Figura 4.</b> Severidad en floración en función a la dosis de <i>T. harzianum</i> y etapas de floración e interacciones.....       | 30 |
| <b>Figura 5.</b> Incidencia en fructificación en función a la dosis de <i>T. harzianum</i> y etapas de floración interacciones.....   | 31 |
| <b>Figura 6.</b> Severidad en fructificación en función a la dosis de <i>T. harzianum</i> y etapas de floración e interacciones ..... | 32 |
| <b>Figura 7.</b> Rendimiento (kg/6 plantas) en función a la dosis de <i>T. harzianum</i> y etapas de floración e interacciones .....  | 33 |
| <b>Figura 8.</b> Rendimiento (tn/ha) en función a la dosis de <i>T. harzianum</i> y etapas de floración e interacciones.....          | 34 |
| <b>Figura 9.</b> Inicio de floración .....  | 44 |
| <b>Figura 10.</b> Floración completa.....   | 44 |
| <b>Figura 11.</b> Floración fecundada.....  | 44 |

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo estudiar la respuesta de *Trichoderma harzianum* en la prevención de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*) aplicado a diferentes dosis y estados fenológicos de la etapa de floración de la planta de fresa, en las parcelas productoras del cultivo de fresa en el Fundo “FOODZ EXPORT S.A.C” ubicada en el anexo Cuelcho, Distrito Chiquín de la provincia Chachapoyas. Donde las variables de respuestas consideradas apropiadas para la evaluación fueron la incidencia y severidad en la floración y fructificación y rendimiento comercial de producto total obtenido. Para la realización de esta investigación se empleó el **Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA)**, con arreglo factorial 3x4, con doce tratamientos y cuatro repeticiones distribuido en la parcela productiva. Para el desarrollo de la investigación se identificó unidades experimentales homogéneas de 2.5 meses de edad. Se realizó el análisis de varianza ( $p \leq 0.05$ ) y la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Como resultado se obtuvo que hubo diferencias significativas en las variables de estudio, la interacción de 12 gr/Lt aplicada en inicio de floración mostró menor ataque en incidencia y severidad en fructificación y rendimiento. En conclusión, *T. harzianum* aplicado en estados fenológicos de floración influyeron positivamente en la prevención de *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*).

**Palabras claves:** *Trichoderma harzianum*, *Botrytis cinerea*, control biológico, cultivo de fresa.

## Abstract

The objective of this research was to study the response of *Trichoderma harzianum* in the prevention of *Botrytis cinerea* in the strawberry crop (*Fragaria sp.*) Applied to different doses and phenological stages of the flowering stage of the strawberry plant, in the strawberry production plots in the "FOODZ EXPORT SAC" farm located in the Cuelcho annex, Chiliquín district of the Chachapoyas province. Where the variables considered appropriate for the evaluation were the incidence and severity of flowering and fruiting and commercial yield of the total product obtained. To carry out this research, the Design in Completely Random Blocks (DBCA) was used, with a factorial arrangement of 3x4, with twelve treatments and four repetitions distributed in the productive plot. For the development of the research, homogenous experimental units of 2.5 months of age were identified. Analysis of variance ( $p \leq 0.05$ ) and the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) were performed. As a result it was obtained that there were significant differences in the study variables, the interaction of 12 gr / Lt applied at the beginning of flowering showed less attack in incidence and severity in fructification and yield. In conclusion, *T. harzianum* applied in phenological stages of flowering positively influenced the prevention of *Botrytis cinerea* in the strawberry crop (*Fragaria sp.*).

**Key words:** *Trichoderma harzianum*, *Botrytis cinerea*, biological control, strawberry cultivation.

## I. INTRODUCCIÓN

La fresa pertenece a la familia Rosácea y género *Fragaria*, es una planta herbácea y de pequeña altura. La actual fresa cultivada proviene del cruzamiento entre *Fragaria virginiana* del Este de Norteamérica y *Fragaria chiloensis*, fresón chileno (Mostacero & Mejía, 1993).

Es un vegetal perenne, en plantaciones de mayor edad se muestran plantas más débiles, teniendo un bajo rendimiento y produciendo frutas de menor calidad debido a que sufre a una mayor incidencia de plagas y enfermedades (Attria, 2006).

Bethancourt (2006) describe que se ha convertido en un cultivo industrial a nivel mundial de mucha importancia. El desarrollo científico y tecnológico permite manejarla en condiciones de ambiente controlado y también la atracción que ofrecen sus características de forma, color, gusto y aroma, tanto para consumo directo como para la elaboración de derivados de demanda universal.

Es considerada como una fruta exótica de gran aroma, por lo que se convierte en un cultivo con grandes ofertas de mercado. En zonas productoras de la costa peruana se está tratando de mejorar y adaptar variedades de interés internacional (Anónimo, 2014). Asimismo, es una planta de regiones templadas como tropicales, pero la mayoría están situadas en zonas húmedas

En el Perú se encuentran gran variedad de hongos que atacan a plantas de interés económico, como en este caso es la fresa, siendo una de estas enfermedades de interés económico la podredumbre gris, la cual causa daño en cualquier etapa de desarrollo, causando grandes pérdidas en la productividad, con porcentaje que varía desde 20 % hasta 90 %, esto de acuerdo a las condiciones climáticas y el manejo del cultivo (Mont, 2002). Son muchos los hongos que atacan a este cultivo, como: *Fusarium sp*, *Phytophthora sp*, *Rhizoctonia sp*, *Rhizopus sp*, *Pythium sp*, *Botrytis sp*, *Cladosporium sp*, *Alternaria sp* y *Penicilium sp* (Pariona, Higaonna, & Matos, 2001).

*Botrytis cinérea* es una de las enfermedades que más daño ocasiona a la fresa, atacando hojas, flores y frutos. El hongo se desarrolla en plantas muertas y en descomposición, también ataca a los tejidos que muestran un crecimiento activo, haciéndole principalmente a través de heridas o sobre los pétalos de las flores senescentes, follaje moribundo de las plantas, etc (Rosero, 2010).

Los métodos de control que se emplea para disminuir el ataque de *B. cinérea*, son diversos, siéndolos los más importantes el método preventivo y prácticas culturales; tales como, desinfección de semilla, solarización, control de niveles de nitrógeno en el

suelo y fundamentalmente el retiro de los restos del cultivo afectados por la enfermedad, por último empleando el control químico, este último está generando resistencia del patógeno y contaminación ambiental., esto ha conducido la búsqueda de controladores biológicos por ser más específico y no tóxico y por ende no genera contaminación al hombre y al medio ambiente (Mont, 2002).

Existen hongos antagonistas habitantes del suelo que son llamados nativos; a pesar, de las actividades humanas ejercen cierto grado de control biológico sobre organismos fitopatógenos que se desarrolla en su mismo hábitat (Gilman, 1963). Al comienzo el micelio es blanco algodonoso para posteriormente tomar el color verde oscuro o verde limón característico de este género (Ricaldi). Existe varias especies dentro de ellas tenemos: *T. viride* y *T. harzianum*, la cual son los más estudiados para realizar el control biológico, por sus características de antagonismo en condiciones naturales (Gomez, Soberanis, Tenorio, & Martines, 2007).

Son tres los mecanismos involucrados en la biorregulación de organismos patógenos por parte de *Trichoderma* conocidos como: parasitismo, antibiosis y competencia (Agrios, 2004). Numerosos estudios realizados en albahaca, garbanzo, fresa, frambuesa, cebolla, tomate, bulbo de flores, especies de eucalipto y Uva demuestran su efectividad de *Trichoderma sp* sobre *B. cinerea* y que en algunos casos ha sido superior que los fungicidas recomendados para el cultivo (Durán, Robles, Martines, & Brito, 2003).

Debido al ataque de *Botrytis cinerea* específicamente a la flor de la fresa, lo cual podrían estar causando daños directa e indirectamente en la producción y esto hace necesario obtener información que permita evaluar la respuesta de la aplicación de *T. harzianum* en la etapa de floración. Es por ello, se planteó los siguientes objetivos:

### **General**

- Estudiar la respuesta de *T. harzianum* en la prevención de *Botrytis cinerea* en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*).

### **Específicos**

- Identificar la etapa apropiada de aplicación de *T. harzianum*
- Determinar la dosis apropiada para la aplicación de *T. harzianum*
- Evaluar la mejor interacción de la etapa y dosis de aplicación
- Realizar un análisis de rendimiento para cada tratamiento

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Característica básica de la investigación

En la investigación se aplicó técnicas específicamente de campo; con observaciones registradas diariamente. La investigación es cuantitativa y fue netamente experimental, utilizando la técnica de observación directa. El trabajo se realizó en una asociación de variables donde se probó el fungicida antagonista natural como *Trichoderma harzianum* aplicados en tres dosis diferentes y en tres etapas fenológicas de cultivo de fresa, para evaluar su respuesta en la prevención de *Botrytis cinérea*.

#### 2.1.1. Tipo y ubicación del lugar que se hizo la investigación

La investigación estuvo enfocado en dar una alternativa al uso de fungicidas biológicos para la producción de fresa para así realizar un mejor manejo integrado de enfermedades y, de esta manera, minimizar el impacto negativo ocasionado por el uso indiscriminado de agroquímicos, abarcando el área de manejo ambiental.

La investigación se realizó en el fundo FOODZ EXPORT ubicado en el anexo de Cuelcho, distrito de Chiquín, provincia Chachapoyas.

#### Coordenadas:

Latitud: 6° 8' 31.2'' S

Latitud 77° 45' 16.1'' O

Altura 2703 msnm

#### Límites:

Distrito Asunción: noroeste

Distrito de Sonche: sureste

Distrito de Quinjalca: este

Provincia de Bongará: oeste

### 2.2. Tecnología del cultivo

La investigación se realizó en plantaciones de fresa de variedad aroma con una edad de 2.5 meses, instalada en sistema de 3 bolillos con una distancia de 30 cm x 30 cm, con un método de riego por goteo y sistema de acolchado (plástico mulch). La ejecución se desarrolló durante 2.5 meses de trabajo en campo.

## 2.3. Material experimental

### Material investigativo

- Plantas de fresa (*Fragaria sp.*) de 2.5 meses de haber sembrado.
- *Trichoderma harzianum* (gr.)

### Material para recolección y procesamiento de datos

- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica semiprofesional
- Balanza gramera
- Computadora
- Programa estadístico MINITAB 18.

## 2.4. Diseño de la investigación

En esta investigación se empleó el **Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA)**, con arreglo factorial 3x4, con 4 repeticiones y 12 tratamientos (48 unidades experimentales), cada tratamiento con 6 sub muestras (plantas); donde los factores que interactúan son dosis de *T. harzianum* y etapas de floración de la fresa. Así cada factor tendrá cuatro y tres niveles respectivamente.

### 2.4.1. Factores en Estudio

La aplicación del producto Microbiológico se realizó a partir de la etapa de floración y a diferentes concentraciones.

#### Factor dosis de *T. harzianum* (A)

Dicho preparado es en formulación sólida, conteniendo un mínimo de  $1.0 * 10^8$  UFE (unidades formadoras de colonias) por gramo de peso seco.

- D1 = *T. harzianum*: 0
- D2 = *T. harzianum*: 4
- D3 = *T. harzianum*: 8
- D4 = *T. harzianum*: 12

#### Factor etapa de floración

- F1 = Inicio de floración
- F2 = Floración completa
- F3 = Floración fecundada

### 2.4.2. Interacciones (Tratamientos)

Se evaluaron 12 interacciones que resultan de la combinación de los niveles de los dos factores en estudio, detallados en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Interacciones para evaluar la respuesta de las diferentes dosis de T. harzianum aplicadas en diferentes etapas de floración de la fresa.*

| <b>Número</b> | <b>Dosis de T. harzianum</b> | <b>Etapas de floración</b> | <b>Trat.</b> | <b>Descripción</b>                            |
|---------------|------------------------------|----------------------------|--------------|---|
| 1             | D1                           | F1                         | D1F1         | 0 gr./Lt. aplicada en el inicio de floración  |
| 2             | D1                           | F2                         | D1F2         | 0 gr./Lt. aplicada en la floración completa   |
| 3             | D1                           | F3                         | D1F3         | 0 gr./Lt. aplicada en la floración fecundada  |
| 4             | D2                           | F1                         | D2F1         | 4 gr./Lt. aplicada en el inicio de floración  |
| 5             | D2                           | F2                         | D2F2         | 4 gr./Lt. aplicada en la floración completa   |
| 6             | D2                           | F3                         | D2F3         | 4 gr./Lt. aplicada en la floración fecundada  |
| 7             | D3                           | F1                         | D3F1         | 8 gr./Lt. aplicada en el inicio de floración  |
| 8             | D3                           | F2                         | D3F2         | 8 gr./Lt. aplicada en la floración completa   |
| 9             | D3                           | F3                         | D3F3         | 8 gr./Lt. aplicada en la floración fecundada  |
| 10            | D4                           | F1                         | D4F1         | 12 gr./Lt. aplicada en el inicio de floración |
| 11            | D4                           | F2                         | D4F2         | 12 gr./Lt. aplicada en la floración completa  |
| 12            | D4                           | F3                         | D4F3         | 12 gr./Lt. aplicada en la floración fecundada |

## 2.5. Características de la unidad experimental

- Número de plantas por unidad experimental 16
- Número de plantas por parcela neta 12
- Número total de plantas: 768
- Área de cada unidad experimental 1.68 m<sup>2</sup>
- Área de cada unidad experimental neta 1.2 m<sup>2</sup>
- Área total del experimento: 110.88 m<sup>2</sup>
- N° de tratamientos: 12
- Número de repeticiones: La investigación se implementó con 4 repeticiones.

### 2.5.1. Croquis de la distribución de plantas en las unidades

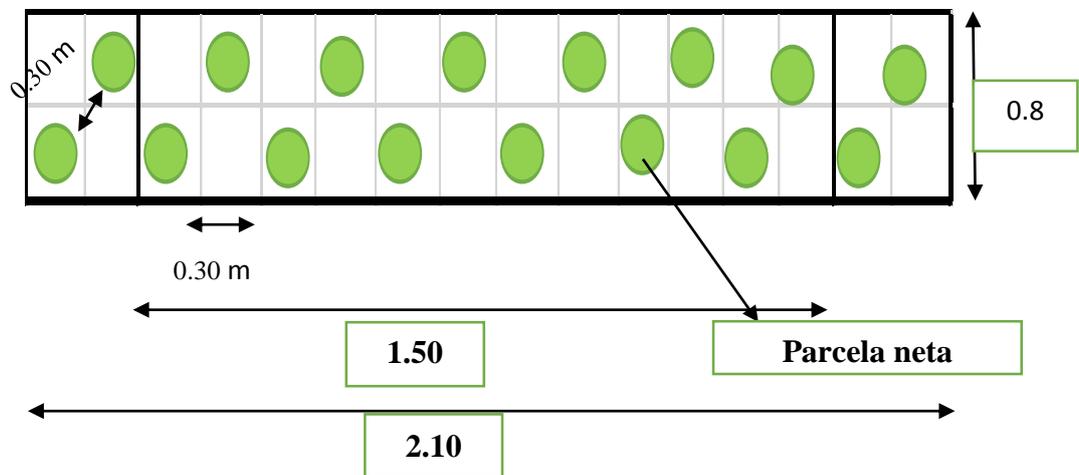


Figura 1. Croquis de la distribución de plantas de la unidad experimental

### 2.5.2. Experimentales y tratamientos en campo experimental

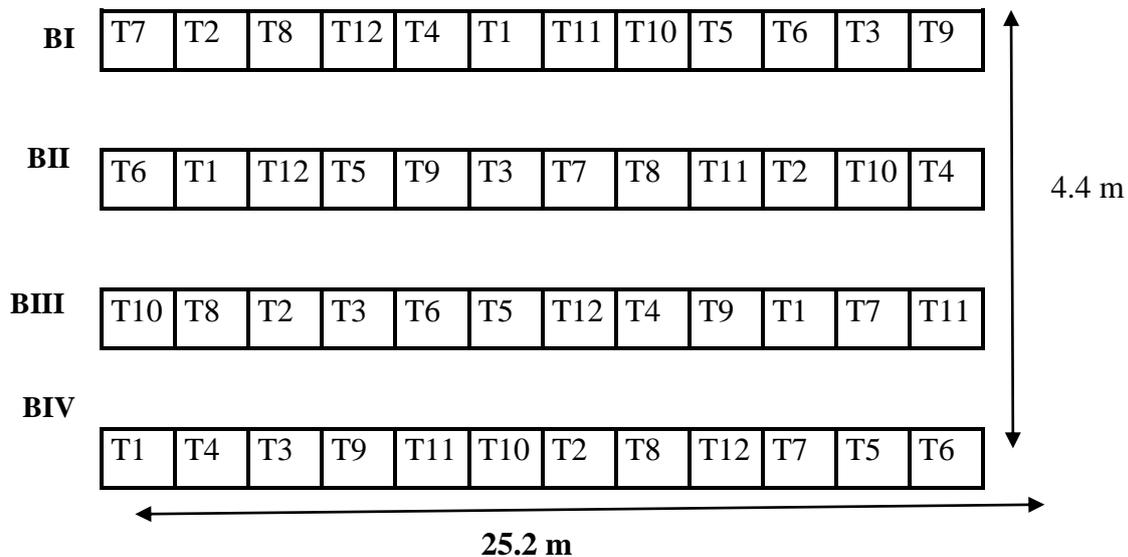


Figura 2. Croquis de la distribución de tratamientos en el campo experimental.

## 2.6. Población y muestra

**Población:** Plantas de fresa variedad Aroma de dos meses y medio de edad, cultivadas bajo las condiciones del fundo “FOODZ EXPORT S.A.C” manejados a diferentes métodos de prevención a las enfermedades.

**Muestra:** La muestra fue de 12 plantas por cada unidad experimental; obteniendo un total de 768 plantas.

## 2.7. Análisis de datos

### 2.7.1. Diseño experimental

En la investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con un arreglo factorial de 3x4.

#### *Modelo aditivo lineal*

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + D_j + F_k + DF_{jk} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Observación en el i-ésimo bloque, j-ésimo dosis de *T. harzianum*, k-ésimo etapa de floración, jk-ésimo interacción

$\mu$ : Efecto de la media general.

$B_i$ : Efecto de la i-ésimo bloque,

$D_i$ : Efecto de la i-ésimo aplicación de *T. harzianum*.

$F_k$ : Efecto de la j-ésimo floración

$DF_{jk}$ : Efecto de la interacción entre dosis de *T. harzianum* y etapa de floración.

$E_{ijk}$ : Error experimental

$$i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; k = 1, 2, \dots, r \text{ (bloques)}$$

Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 5%

Nivel de confianza (1- $\alpha$ ): 95%

Prueba de comparaciones múltiples: Se utilizó la prueba estadística de distribución Tukey con 95 % de nivel de confianza para la comparación múltiple.

Programa estadístico: Los datos de los resultados obtenidos fueron procesados y analizados con el programa MINITAB 18.

## 2.7.2. Esquema del análisis de varianza

Tabla 2

Análisis de varianza (ANOVA).

| F de V             | GL |
|--------------------|----|
| Tratamientos       | 11 |
| Dosis              | 3  |
| Floración          | 2  |
| Interacción        | 6  |
| Bloques            | 3  |
| Error Experimental | 33 |
| Total              | 47 |

## 2.8. Variables de estudio y su metodología de evaluación

### 2.8.1. Incidencia y severidad en floración

Se determinó el % de flores enfermas, de seis plantas señaladas de cada uno de los tratamientos y estas plantas fueron tomadas en zigzag. De manera similar se evaluó el % de tejido afectado de cada flor y el porcentaje se transformó en grados. Esta evaluación se realizó en el mismo día de la primera aplicación del producto (*T harzianum*).

### 2.8.2. Incidencia y severidad en fructificación

Se determinó el % de frutos enfermos, de seis plantas señaladas en la primera evaluación. De manera similar se asignó el % de tejido afectado de cada fruto y el porcentaje se transformó en grados. Esta evaluación se realizó en el momento de la cosecha.

Para la incidencia de la enfermedad se realizó un conteo de las plantas que se encontraron infectadas en cada una de las unidades experimentales, dentro de la parcela neta, con una observación directa de *Botrytis*. Expresando el nivel de incidencia por medio de una gráfica y utilizando la siguiente fórmula matemática para el cálculo del porcentaje de incidencias en cada uno de los tratamientos (Silvia, 2004).

$$\% \text{Incidencia} = \frac{\text{Número de flores o frutos enfermos}}{\text{Total de flores o frutos}} \times 100$$

El tejido afectado (severidad) por la enfermedad, ambos expresados en %, de las seis plantas señaladas de cada uno de las parcelas netas de cada tratamiento, y expresados en porcentaje por la siguiente fórmula matemática (Bonilla, 2012).

$$\%Severidad = \frac{\text{Superficie (área) de tejido enfermo (flor o fruto)}}{\text{Total de flores o frutos}}$$

Los resultados obtenidos de severidad en % fueron transformados a la escala de evaluación.

**Tabla 3**

*Escala de evaluación de severidad en flores y frutos.*

| <b>ESCALA DE SEVERIDAD DE INFECCIÓN EN FLORES</b> |   |
|---|---|
| <b>GRADO</b>                                      | <b>DESCRIPCIÓN</b>                      |
| <b>1</b>  | Sin lesión                              |
| <b>2</b>  | 1-10% área de la flor/fruto infectada   |
| <b>3</b>  | 11-25% área de la flor/fruto infectada  |
| <b>4</b>  | 26-50% área de la flor/fruto infectada  |
| <b>5</b>  | 51-100% área de la flor/fruto infectada |

### **2.8.3. Rendimiento**

Para la obtención de esta variable se evaluó y cuantificó el número de frutos maduros cosechados, seleccionados y clasificados de acuerdo a su capacidad comercial por planta de cada unidad experimental producidos, esto se realizó en 2 cosechas.

Se pesó la producción total de la parcela neta y de cada tratamiento en cada repetición y se expresó en kilogramo por hectárea.

## **2.9. Procedimiento metodológico**

### **2.9.1. Técnicas de recolección de datos**

La técnica que se utilizó para la recolección de datos en campo fue a través de cartillas técnicas de evaluación.

### **2.9.2. Ubicación e instalación del experimento**

La investigación se realizó en el Distrito de Cuelcho, Provincia Chachapoyas y Departamento Amazonas en plantas del cultivo de fresa en la variedad Aroma;

instalada con 2.5 meses de edad con la cuál contaba con un método de riego por goteo y sistema de acolchado, sembradas a tres bolillo con una distancia de 30 cm x 30 cm.

### **2.9.3.Preparación de las parcelas experimentales**

Primero se realizó el reconocimiento del terreno de la parcela, se limpió las malezas del cultivo de fresa. Posteriormente se delimitó y se trazó las parcelas experimentales de acuerdo al diseño que se estableció para este trabajo de investigación. Finalmente realizamos podas de formación a todas las unidades experimentales sin excepción alguna.

### **2.9.4.Preparación de tratamientos**

#### **a. Niveles de *Trichoderma sp.***

Su presentación fue en gramos en la cual se procedió a aplicar a diferente dosis recomendada a cada tratamiento disuelto en agua:

- 0 gr. por cada Lt. de H<sub>2</sub>O (dosis 1),
- 4 gr. por cada Lt. de H<sub>2</sub>O (dosis 2),
- 8 gr. por cada Lt. de H<sub>2</sub>O (dosis 3),
- 12 gr. por cada Lt. de H<sub>2</sub>O (dosis 4)

La aplicación del hongo antagonico se realizó con una mochila asperjadora de mano.

#### **b. Aplicación de tratamientos**

La investigación pretendió determinar en qué etapa de desarrollo de la planta y que dosis de *T. harzianum* es más beneficiosa la aplicación en la prevención de *Botrytis cinerea*.

La aplicación de *T. harzianum* se realizó en 3 oportunidades siendo la primera en etapa de inicio de floración, luego la segunda en etapa de floración completa y finalmente la tercera aplicación en etapa de floración fecundada

En la etapa de iniciación de floración a los 3 meses de cultivo, cada unidad experimental comprendía 16 plantas por cada tratamiento en las cuales se aplicó *T. harzianum* teniendo en cuenta los niveles ya establecidos.

En la segunda etapa de la investigación se realizó la aplicación de *T. harzianum*, cuando se observó la flor completamente formada a los 3 meses y 15 días de cultivo.

En la tercera y última etapa de la investigación se procedió a la aplicación de *T. harzianum* cuando las flores estaban fecundadas de 4 meses de cultivo.

Para conocer la cantidad de volumen de agua necesario para la aplicación de *T. harzianum* en solución se realizó una prueba en blanco y su aplicación se realizó en semidrench. Esto se hizo de siguiente manera:

- Se colocó en la bomba una cantidad de agua, de 10 litros y se seleccionó seis plantas al azar.
- Luego se fumigó el agua en las seis plantas, de la misma manera se aplicó las dosis de *T. harzianum*
- Después de la aplicar, se calculó la cantidad de agua que quedó en la bomba, de esta manera calculando la cantidad de agua gastada en las seis plantas.
- La cantidad de agua gastada se multiplicó por el número de plantas que se necesitó aplicar y se dividió entre las seis plantas.
- Finalmente calculando la cantidad de agua para aplicar las dosis de *T. harzianum* en todas las plantas del experimento que se tubo.

### **c. Manejo de malezas**

El manejo de malezas se realizó de manera mecánica y de forma continua con la finalidad de evitar competencias por nutrientes, agua, espacio, diseminación de problemas fitosanitarios y luz con el cultivo.

### **d. Cosecha y clasificación**

La recolección, selección y clasificación de frutos se realizó siguiente criterio técnico de comercialización de los productores de la localidad.

- Categoría I: frutos que presentan una madurez mayor al 75% de coloración, sin ningún daño físico, sin ataque de plagas y enfermedades, con mínimas deformaciones.
- Categoría II: frutos deformes, pequeños, con daños físicos, con ataque de plagas y enfermedades menor al 5%.

### III. RESULTADOS

En la tabla 4, se observa el resultado de análisis de varianza al  $p < 0.05$  de significancia de las variables de incidencia y severidad en floración, fructificación y rendimiento evaluadas en el cultivo de fresa, a diferentes niveles de dosis *T. harzianum* (**D1** (0g), **D2** (4g), **D3** (8g) y **D4** (12g)) aplicadas en diferentes etapas de floración (Inicio de floración (**F1**), floración completa (**F2**) y floración fecundada (**F3**)). Donde podemos observar que para los niveles de los dos factores y su interacción en las variables de estudio Ifl y SFl no existe diferencia significativa, también podemos observar que para los niveles de los dos factores y su interacción respectiva si existe diferencia significativa en las variables de estudio como Ifr, SFr, R(kg/trat) y R(tn/ha).

**Tabla 4**

*Análisis de varianza de variables evaluadas a diferentes dosis de T. harzianum y etapas de floración.*

| Fuente  | GL | IfI                 | SFl                 | Ifr    | SFr    | R(kg/trat) | R(tn/ha) |
|---|----|---------------------|---------------------|--------|--------|------------|----------|
| <b>Dosis de T. harzianum</b>                                | 3  | 0.923 <sup>ns</sup> | 0.907 <sup>ns</sup> | 0.000* | 0.000* | 0.000*     | 0.000*   |
| <b>Etapas de Floración</b>                                  | 2  | 0.974 <sup>ns</sup> | 0.544 <sup>ns</sup> | 0.000* | 0.000* | 0.000*     | 0.000*   |
| <b>Dosis de T. harzianum*</b><br><b>Etapas de Floración</b> | 6  | 0.995 <sup>ns</sup> | 0.986 <sup>ns</sup> | 0.000* | 0.000* | 0.003*     | 0.003*   |
| <b>Error</b>  | 36 |                     |                     |        |        |            |          |
| <b>Total</b>  | 47 |                     |                     |        |        |            |          |

ns = no significativo  $p > 0.05$

\* = significativo  $p < 0.05$

IfI = incidencia en floración, SFl = severidad en floración, Ifr = incidencia en fructificación; SFr = severidad en fructificación, R (kg/trat)= rendimiento por tratamiento (6 plantas) y R(kg/ha)= rendimiento por hectárea.

### 3.1. Incidencia en floración

En la figura 3, se evidencia que no existe diferencia significativa en incidencia en floración según la prueba de tukey  $p < 0.05$  para los dos factores e interacciones.

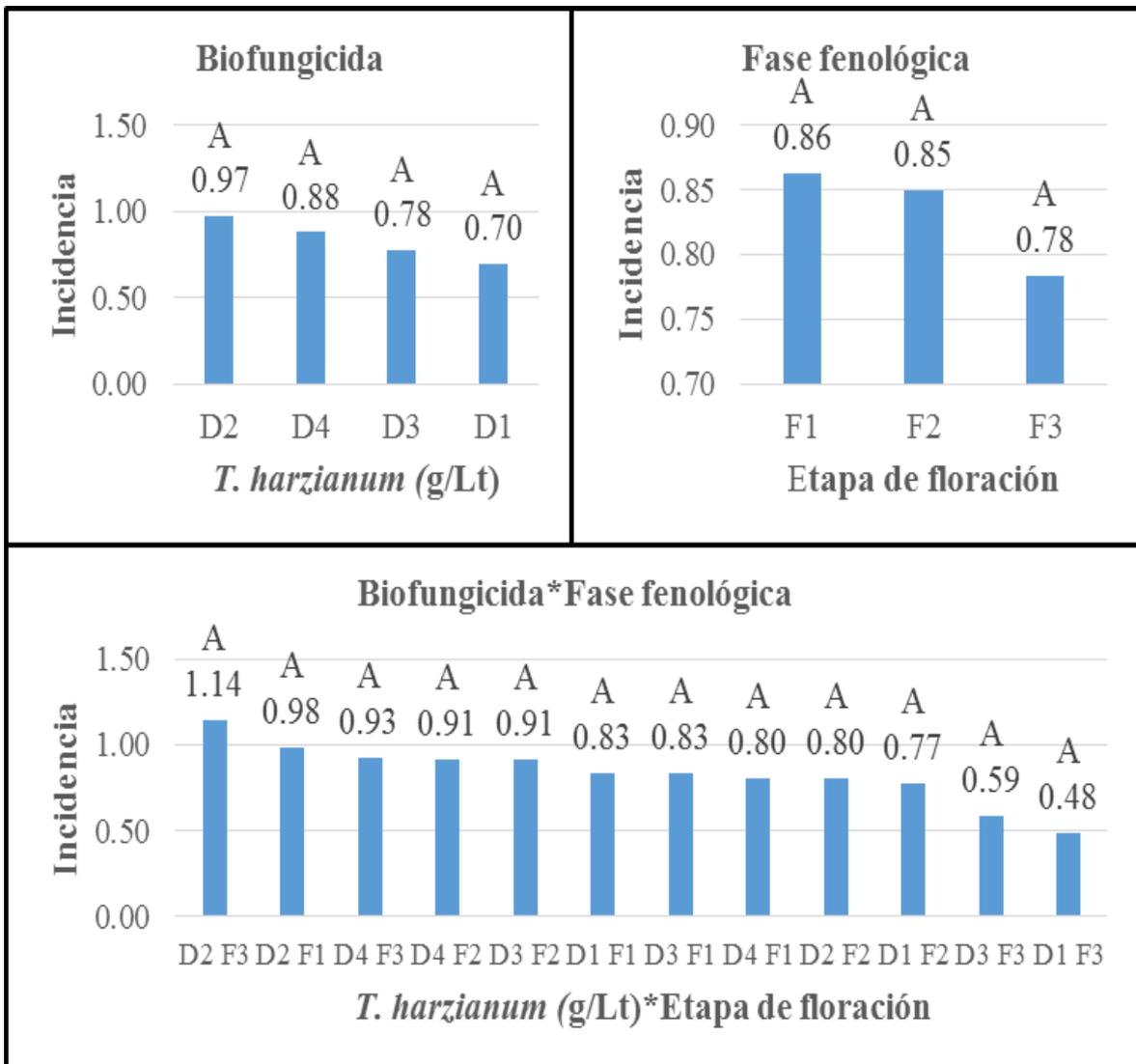


Figura 3. Incidencia en floración en función a la dosis de *T. harzianum* y etapas de floración e interacciones

### 3.2. Severidad en floración

En la figura 4, se evidencia que no existe diferencia significativa en severidad en floración según la prueba de tukey  $p < 0.05$  para los dos factores e interacciones.

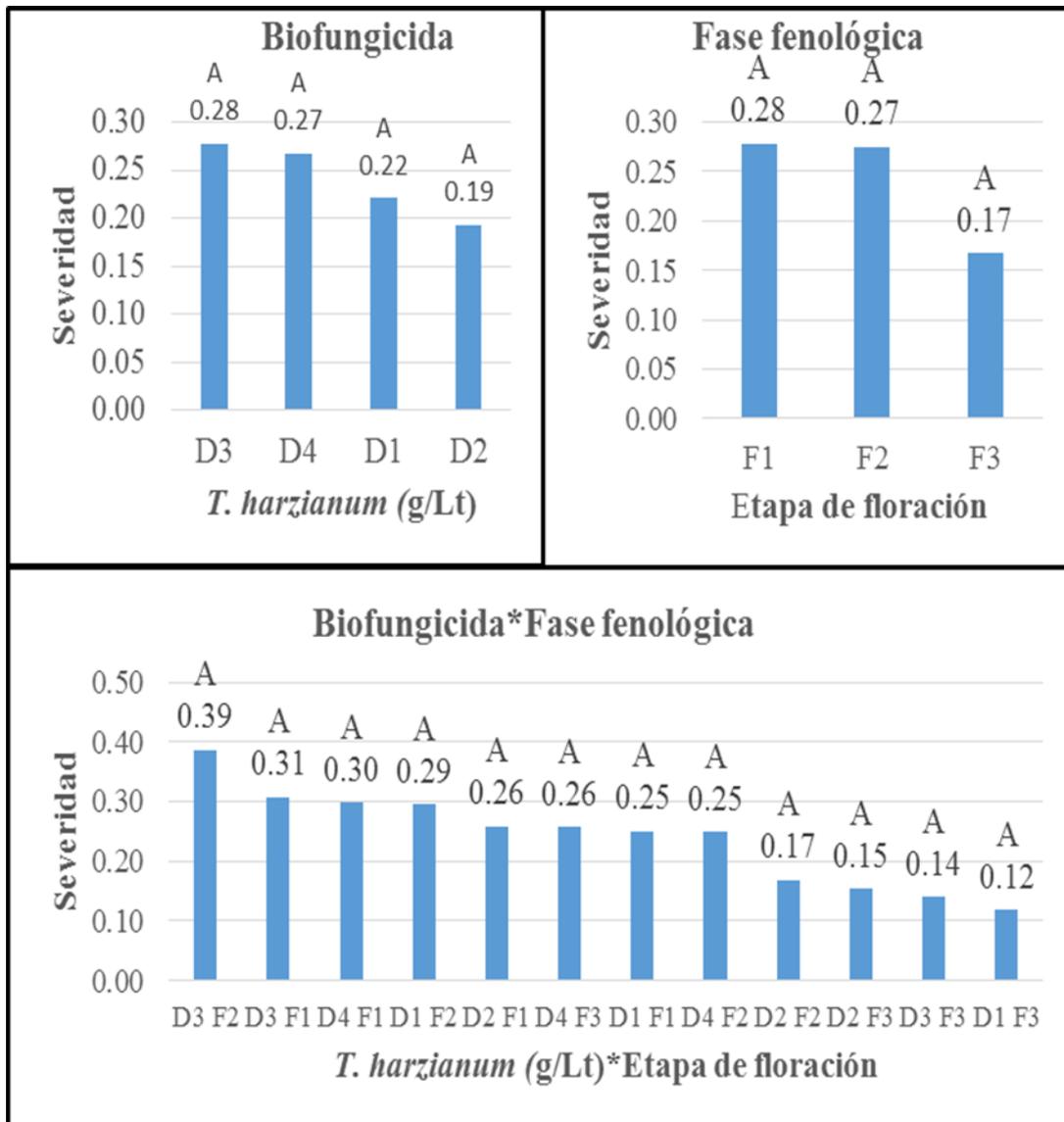


Figura 4. Severidad en floración en función a la dosis de *T. harzianum* y etapas de floración e interacciones.

### 3.3. Incidencia en fructificación

En la figura 5, se evidencia que existe diferencia significativa en la incidencia de fructificación según la prueba de tukey  $p < 0.05$  para niveles de dosis de *T. harzianum* y niveles de etapas de floración e interacciones. En la dosis de *T. harzianum* se observa diferencia significativa, con el nivel de D3 de *T. harzianum*, se obtuvo mejores respuestas evidenciando diferencias significativas respecto a las demás niveles con una incidencia 12.37 %, por el contrario, la dosis de *T. harzianum* que presento la menor respuesta es el nivel de D1 con una incidencia de 41.39 %; del mismo modo para los niveles de etapas de floración, con el nivel de F1, se obtuvo mejor respuesta con una incidencia 12.91 %, por el contrario, el nivel de etapa de fructificación que presento la menor respuesta es el nivel de F3 con una incidencia de 25.69 %. Para la interacción se evidenció que los niveles de D4F1 presentó mejores respuestas evidenciando diferencias significativas respecto a las demás interacciones con una incidencia 2.73 %, por el contrario, la interacción que presentó la menor respuesta es el nivel de D1F1 con una incidencia de 41.59 %.

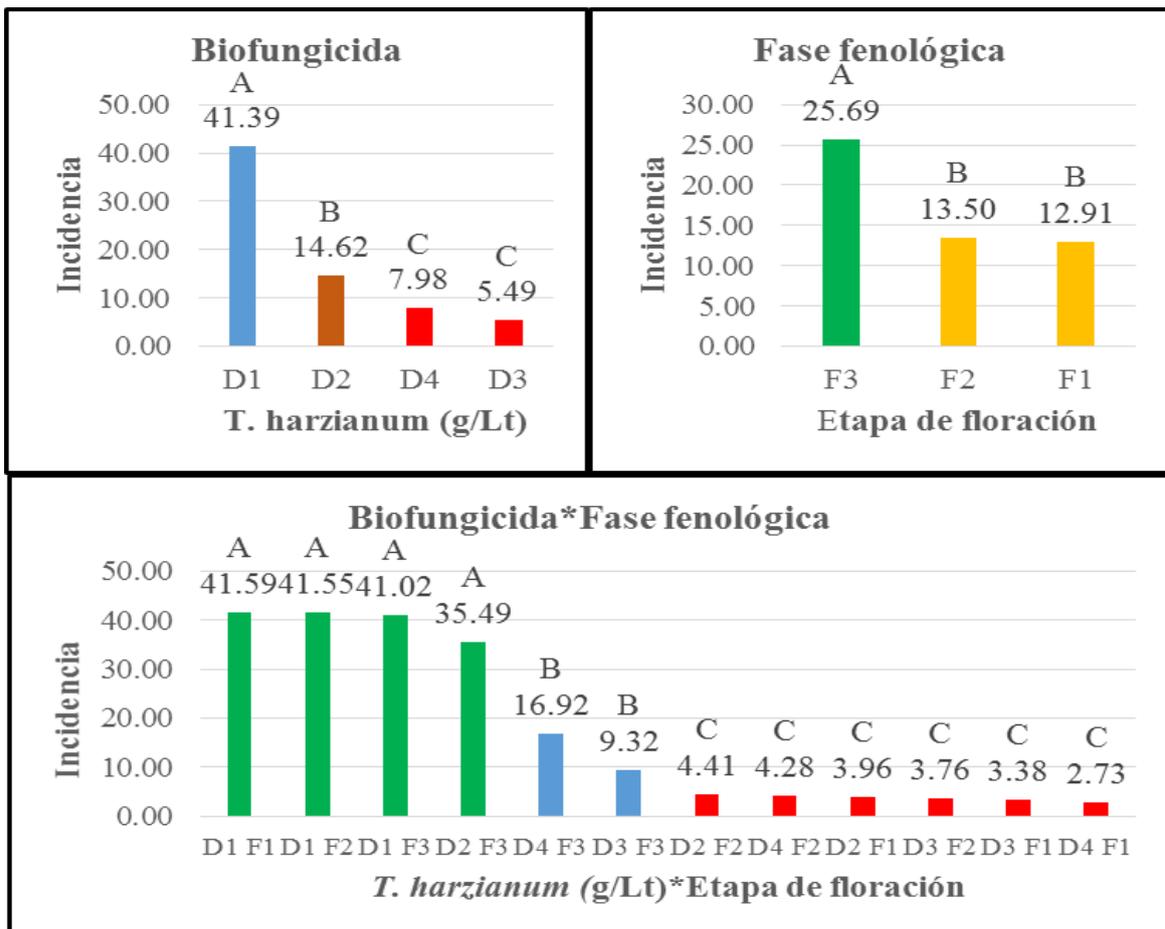


Figura 5. Incidencia en fructificación en función a la dosis de *T. harzianum* y etapas de floración interacciones.

### 3.4. Severidad en fructificación

En la figura 6, se evidencia que existe diferencia significativa en la severidad de fructificación según la prueba de tukey  $p < 0.05$  para niveles de dosis de *T. harzianum* y niveles de etapas de floración e interacciones. En la dosis de *T. harzianum* se observa diferencia significativa, con el nivel de D4 de *T. harzianum*, se obtuvo mejores respuestas evidenciando diferencias significativas respecto a las demás niveles de severidad 2 %, por el contrario, la dosis de *T. harzianum* que presentó la menor respuesta es el nivel de D1 con una severidad de 35 %; del mismo modo para los niveles de etapas de floración, con el nivel de F1, se obtuvo mejor respuesta de severidad 10 %, por el contrario, el nivel de etapa de fructificación que presentó la menor respuesta es el nivel de F3 con una incidencia de 11.2 %. Para la interacción se evidenció que los niveles de D4 F1 presentó mejores respuestas evidenciando diferencias significativas respecto a las demás interacciones con una incidencia 0.9 %, por el contrario, la interacción que presentó el menor respuesta es el nivel de D1 F1 con una incidencia de 3.8 %.

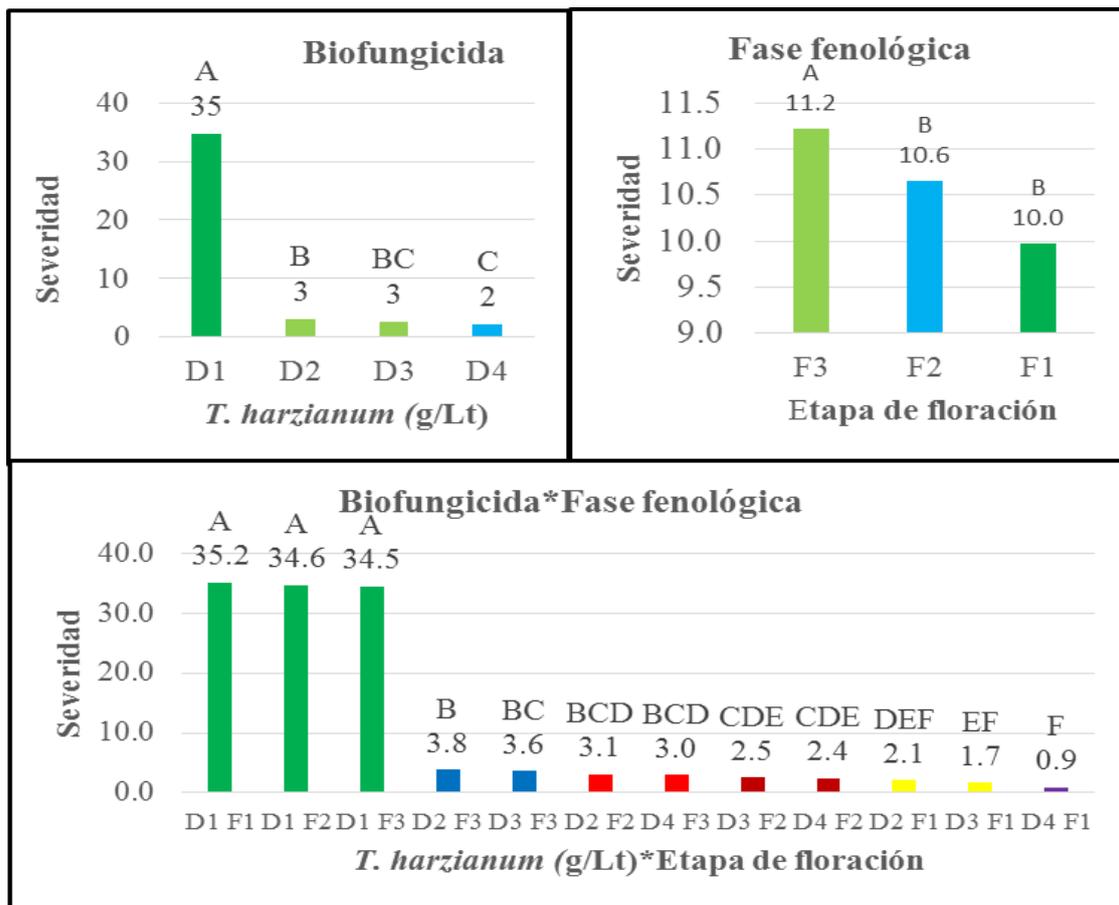


Figura 6. Severidad en fructificación en función a la dosis de *T. harzianum* y etapas de floración e interacciones

### 3.5. Rendimiento (kg/6 plantas)

En la figura 7, se evidencia que existe diferencia significativa en rendimiento (kg) de 6 plantas, según la prueba de tukey  $p < 0.05$  para niveles de dosis de *T. harzianum* y niveles de etapas de floración e interacciones. En la dosis de *T. harzianum* se observa diferencia significativa, con el nivel de D4 de *T. harzianum*, se obtuvo mejores respuestas evidenciando diferencias significativas respecto a las demás niveles con un rendimiento de 0.34 kg/trat, por el contrario, la dosis de *T. harzianum* que presentó la menor respuesta es el nivel de D1 con un rendimiento de 0.22 kg/trat; del mismo modo para los niveles de etapas de floración, se observa diferencia significativa, con el nivel F3, se obtuvo 0.26 kg/trat en rendimiento de fresas, mientras para F1 y F2 se obtuvo 0.31 kg y 0.30 kg de fresa respectivamente para ambos niveles. Para la interacción se evidencio que los niveles de D4F1 presentó mejores respuestas evidenciando diferencias significativas respecto a las demás interacciones con un rendimiento de 0.39 kg/trat, por el contrario, la interacción que presentó la menor respuesta es el nivel de D1F3 con un rendimiento de 0.21 kg/trat.

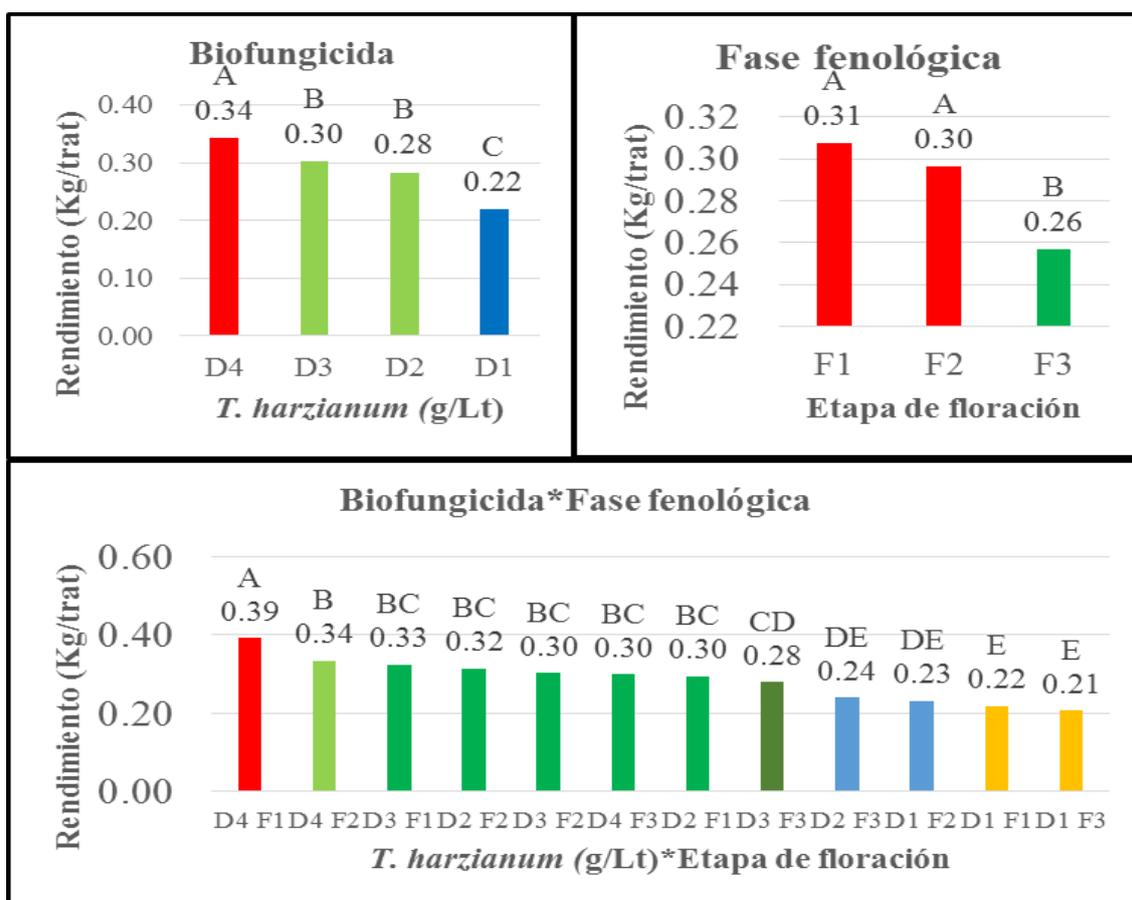


Figura 7. Rendimiento (kg/6 plantas) en función a la dosis de *T. harzianum* y etapas de floración e interacciones

### 3.6. Rendimiento (tn/ha)

En la figura 10, se evidencia que existe diferencia significativa en rendimiento (kg/ha), según la prueba de tukey  $p < 0.05$  para niveles de dosis de *T. harzianum* y niveles de etapas de floración e interacciones. En la dosis de *T. harzianum* se observa diferencia significativa, con el nivel de D4 de *T. harzianum*, se obtuvo mejores respuestas evidenciando diferencias significativas respecto a las demás niveles con un rendimiento de 3.1 tn/ha, por el contrario, la dosis de *T. harzianum* que presentó la menor respuesta es el nivel de D1 con un rendimiento de 2 tn/ha; del mismo modo para los niveles de etapas de floración, se observa diferencia significativa, con el nivel F3, se obtuvo 2.4 tn/ha en rendimiento de fresas, mientras para F1 y F2 se obtuvo 2.8 kg y 2.7 kg de fresa respectivamente para ambos niveles. Para la interacción se evidencio que los niveles de D4F1 presentó mejores respuestas evidenciando diferencias significativas respecto a las demás interacciones con un rendimiento de 3.6 tn/ha, por el contrario, la interacción que presentó la menor respuesta es el nivel de D1F3 con un rendimiento de 1.9 tn/ha.

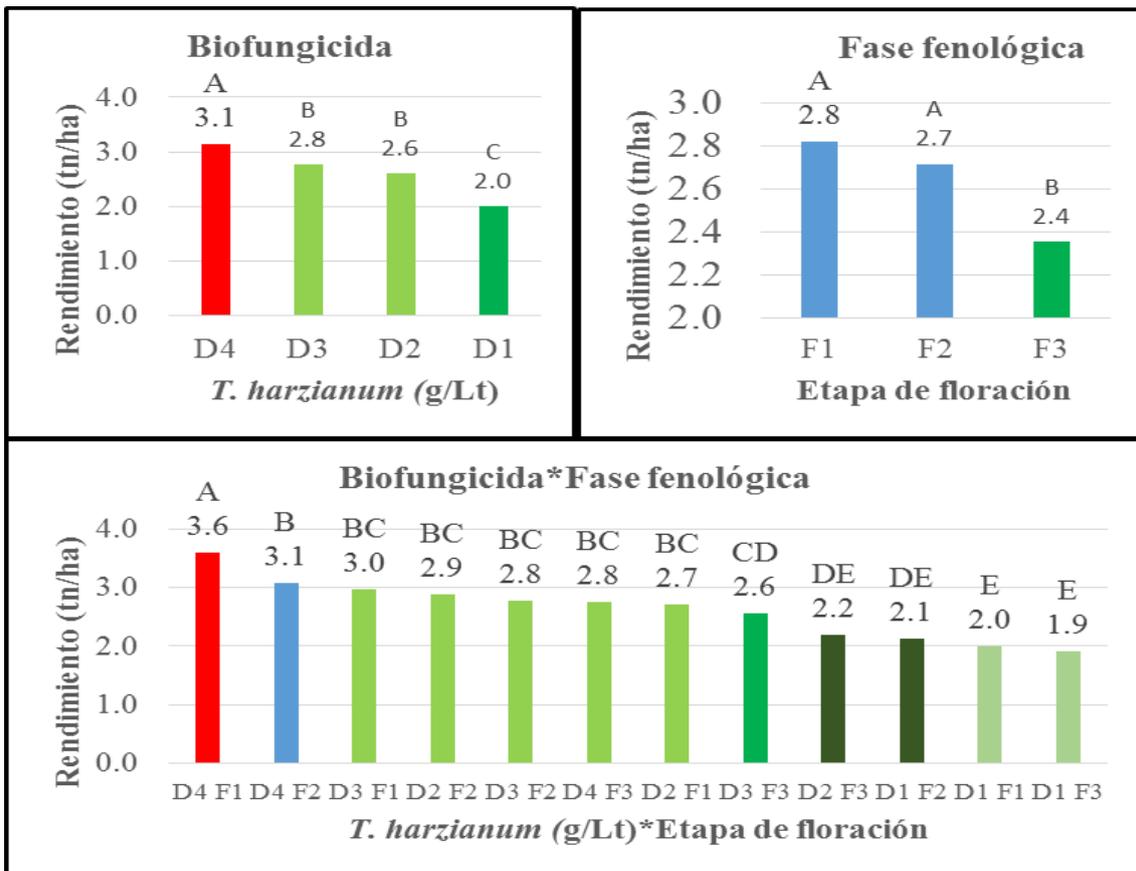


Figura 8. Rendimiento (tn/ha) en función a la dosis de *T. harzianum* y etapas de floración e interacciones.

#### IV. DISCUSIÓN

Evaluando la respuesta de dosis de *T. harzianum* y etapas de floración en la prevención de *Botrytis cinérea* en el cultivo de fresa bajo las condiciones del fundo FOODZ EXPORT - Cuelcho, se encontró diferencias estadísticas significativas.

Respecto a las variables incidencia y severidad en floración se obtuvo resultados que evidenciaron que no hay diferencias significativas para los dos factores e interacción respectiva y su porcentaje de infectación son bajos. Estos resultados pueden determinarse debido a que Koike y Bolda (2016) mencionan que su manifestación del moho gris varía dependiendo de la parte de la planta infectada, estado fisiológico de ese tejido, las condiciones ambientales y del cultivo. Estos resultados se deben a que la evaluación se realizó en un cultivo joven, contaba con la tecnología necesaria y se encontraba en época de verano.

Respecto a la variable de incidencia en fructificación existió diferencia significativa en la dosis de *T. harzianum*, etapas de floración e interacción. Obteniéndose la mejor respuesta mediante la interacción de 8 g (D3) de *T. harzianum* en el inicio de floración (F1) con una incidencia de 5.49 % por planta en promedio. Estos resultados tienen concordancia con Rosero (2010) quien en su investigación con la finalidad de evaluar la eficiencia de *T. harzianum* en cuatro dosis diferentes (4, 8, 12 y 16 gr/lt.) obtuvo diferencias significativas en el porcentaje de frutos enfermos siendo la que mejor resultado el nivel de 8 gr. con una incidencia de 17,75 %. Sin embargo estos resultados no concuerdan con los valores obtenidos por Quezada (2011) quien al realizar su investigación en el comportamiento de tres fungicidas microbiológicos en la prevención de Botrytis en el cultivo de fresa aplicadas en diferentes estados fenológicos de floración (Inicio de floración, floración completa y floración fecundada), reportó que el porcentaje de incidencia no presentaron efecto significativo durante el ciclo de producción, siendo la que presentó mayor respuesta Biobact a base de Trichoderma en inicio de floración con un valor de 15.69 %. Esta diferencia de resultados se debe que fue aplicado Trichoderma en diferentes momentos ya que contrastan los resultados obtenidos por Merchán, Ferrucho y Álvarez, (2014) quien tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp.), midiendo el nivel de daño ocasionado por la enfermedad antes mencionada, donde presentaron efecto significativo durante el ciclo de producción, determinando

mayor reducción del porcentaje de incidencia en la cepa de *T. harzianum* con un valor de 33 %. Los bajos porcentajes que se encontraron en este trabajo se deben a que el cultivo se encontraba en época de verano.

Respecto a la variable de severidad en fructificación existió diferencia significativa en la dosis de *T. harzianum*, etapas de floración e interacción respectiva. Obteniéndose la mejor respuesta mediante la interacción de 12 g (D4) de *T. harzianum* en el inicio de floración (F1) con una severidad de 0.91 % por planta en promedio. Estos resultados tienen concordancia con Hidalgo (2016) quien en su investigación tubo como finalidad evaluar dos controladores biológicos en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca L*) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en la cual se aplicó *T. harzianum* en tres dosis diferentes (75%, 100% y 125%) recomendadas en el producto comercial obtuvo diferencias significativas en el porcentaje de infección de frutos enfermos siendo la que mejor resultado los niveles de 100% y 125% con una severidad de 12.6 % y 11.4 respectivamente. Sin embargo estos resultados no concuerdan con los valores obtenidos por Quezada (2011) quien al realizar su investigación en el comportamiento de tres fungicidas microbiológicos (Biobact a base de Trichoderma, Horizonte a base de *Bacillus subtilis* y con Best Ultra F, un complejo biológico a base de bacterias benéficas) en la prevención de Botrytis en el cultivo de la fresa aplicadas en diferentes estados fenológicos de floración (Inicio de floración, floración completa y floración fecundada), reporto que el porcentaje de severidad no presentaron efecto significativo durante el ciclo de producción, siendo la que presento mayor respuesta Biobact a base de Trichoderma y Horizonte a base de *Bacillus subtilis* en inicio de floración con un valor de 31.3 %.

Respecto a la variable de rendimiento existió diferencia significativa en la dosis de *T. harzianum*, etapas de floración e interacción respectiva. Obteniéndose la mejor respuesta mediante la interacción de 12 g (D4) de *T. harzianum* en el inicio de floración (F1) con un rendimiento de 0.39 kg/trat. Estos resultados tienen concordancia con Rosero (2010) quien en su investigación con la finalidad de evaluar la eficiencia de *T. harzianum* en cuatro dosis diferentes (4, 8, 12 y 16 gr/lit.) obtuvo diferencias significativas en el rendimiento siendo la que mejor resultado el nivel de 8 gr. con 77350 kg/ha a lo largo de toda su campaña. De esta misma manera estos resultados concuerdan con los valores obtenidos por Quezada (2011) quien al

realizar su investigación en el comportamiento de tres fungicidas microbiológicos en la prevención de *Botrytis* en el cultivo de la fresa aplicadas en diferentes estados fenológicos de floración (Inicio de floración, floración completa y floración fecundada), reportó que en el rendimiento hay efecto significativo durante el ciclo de producción, siendo la que presentó mayor respuesta Biobact a base de *Trichoderma* en floración fecundada con un valor de 21.31 kg/trat. Se obtuvieron resultados similares obtenidos por Minchez (2015) quien tuvo como objetivo determinar cuál de las concentraciones de *T. harzianum* ( $1.428571429 \times 10^{12}$  conidios/ha,  $1.428571429 \times 10^{11}$  conidios/ha,  $3.571428571 \times 10^{12}$  conidios/ha), proporciona un mejor bio-control de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba, midiendo el nivel de daño ocasionado por la enfermedad antes mencionada, donde presentaron efecto significativo durante el ciclo de producción, determinando mayor rendimiento en la concentración de  $1.428571429 \times 10^{12}$  conidios/ha de *T. harzianum* con valor 10,814.81 Kg/ha.

Estos resultados de diferencia significativa que además de influir las diferentes dosis y aplicadas en diferentes etapas de floración, aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico porque este hongo antagónico te brinda muchos beneficios LABIOTEC (2009). El hongo *T. harzianum* se conoce como un antagonista natural del suelo, que tiene la capacidad de actuar en forma de antibiosis, parasitismo y/o competencia, pero no se encuentra en cantidades suficientes para ejercer estas propiedades de manera notoria. Debido a estas propiedades se reproduce artificialmente (como un biofungicida) y puede incorporarse como un elemento más del suelo para recolonizar y competir con otros hongos presentes y/o parasitarios (García, 2005).

Estos resultados pueden determinarse debido a que según Chang (como se citó en Rosero, 2010), menciona que el micoparasitismo se considera como un atributo de todas las especies de *Trichoderma spp.*, y el mejor mecanismo de control biológico de distintas enfermedades fúngicas debido a un proceso de destrucción de los patógenos en la cual intervienen una gran cantidad de enzimas que son capaces de segregar sustancias antibióticas.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- La etapa apropiada que muestra mejores resultados es en inicio de floración, en incidencia y severidad de fructificación y rendimientos siendo los valores obtenidos 12.91 %, 10 % y 0.31 kg/trat respectivamente.
- La Dosis de *T. harzianum* que muestra mejores resultados es de 12 gr/, en incidencia y severidad de fructificación y rendimientos siendo los valores obtenidos 5.49%, 2% y 0.34 kg/trat respectivamente.
- La interacción que mostró mejores resultados en inicio de floración y a una dosis de 12 gr/Lt., en incidencia y severidad de fructificación y rendimientos siendo los valores obtenidos 2.73%, 0.9% y 0.39 kg/trat respectivamente.
- Realizando un análisis de rendimiento a cada tratamiento, la aplicación de *T. harzianum* y en diferentes etapas de floración mostro respuesta significativa obteniendo los mejores resultados en la dosis de 12 gr/Lt aplicada al inicio de floración siendo el valor de 0.39 kg/trat.

## VI. RECOMENDACIONES

- Aplicar *Trichoderma harzianum* al suelo con el objetivo de determinar el efecto de la producción de fitoalexinas y el posible aumento de raíces en la planta para así mejorar la absorción de nutrientes y por ende obtener un mejor rendimiento.
- Realizar estudios de compatibilidad y eficiencia con otros biofungicidas para aumentar el espectro de control sobre otros patógenos.
- Estudiar aplicaciones combinadas y rotativas tanto en suelo como foliarmente para aumentar el espectro de control sobre el complejo de enfermedades de la fresa.
- Plantear programas de manejo integrado donde esté incluida un control biológico con *Trichoderma harzianum* y otros fungicidas microbiológicos en principios de prevención y control de enfermedades en todo el ciclo del cultivo de la fresa.

## VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hidalgo, D. X. (2016). Evaluación de controladores Biológicos: *Trichoderma harzianum* y. *Tesis de titulación*. Escuela de desarrollo integral agropecuario., Tulcan, Ecuador.
- Agrios, C. (2004). *Fitopatología*. (3ra Ed. ed.). México: Limusa S. A.
- Anónimo. (10 de Diciembre de 2014). *Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa (Fragaria x annanasa)*. Obtenido de <http://www.agrolalibertad.gob.pe>
- Attra. (2006). *El cultivo de fresa*. . Obtenido de [www.attra.org/espanol/horticultura.html](http://www.attra.org/espanol/horticultura.html)
- Bethancourt, M. (2006). Impacto del Tratado de Libre Comercio DR\_CAFTA en el sector exportadores guatemaltecos de fresa. *Tesis de pregrado*. Universidad Rafael Landivar, Guatemala.
- Bonilla, R. (2012). Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento de grano, componentes y tolerancia a enfermedades, de tres cultivares de haba (*Vicia faba* L.), en tres localidades del altiplano occidental de Guatemala. *Tesis de titulación*. San Marcos, Guatemala.
- Durán, E., Robles, J., Martines, Y., & Brito, M. (2003). *Trichoderma, un hongo combatoente del patógermo*. Bogotá- Colombia.: Teorema Ambiental.
- García, R. S. (2005). Uso del antagonista *Trichoderma harzianum* para controlar tres enfermedades fungosas del suelo. . *Aspectos fitosanitarios*, p. 6.
- Gilman, J. (1963). *Manual de hongo del suelo*. México: EdT. Continental S A.
- Gomez, H., Soberanis, W., Tenorio, E., & Martines, A. (2007). *Manual de producción y uso de hongos antagonistas*. Perú: Laboratorio de antagonistas Servicio de Sanidad Agraria (SENASA).
- Koike, S., & Bolda, M. (2016). *Pudrición de Fresa*.California: Cooperative Extension.
- LABIOTEC. (07 de 09 de 2009). *Trichoderma harzianum*. Obtenido de Obtenido de en línea:: [www.iabiotec.com/trichod\\_ficha.htm](http://www.iabiotec.com/trichod_ficha.htm)
- Merchán, J. B., Ferrucho, L. R., & Álvarez, J. G. (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*, p 44-16.
- Minchez, I. J. (2015). Evaluación de *Trichoderma harzianum* para el control de *botrytis fabae* en el cultivo de Haba. (*Tesis de Grado*). Universidad Rafael Landívar, Asunción, Guatemala.
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI). (2008). *Estudio de la fresa en el Perú y el Mundo*. Lima.
- Mont, R. (2002). Manejo Integrado de las plantas. *SENASA*, 50-56.
- Mostacero, J., & Mejía, F. (1993). *Taxonomía de Fanerógamas Peruanas*. Trujillo: Libertad E.I.R.L.
- Pariona, D., Higaonna, B., & Matos, B. (2001). *Enfermedades de Hortalizas*. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima-Perú: Dirección General de Investigación Agraria.
- PROEXANT. (2009). *El cultivo de la fresa*. . Obtenido de en línea: [www.proexant.org.ec/Manual\\_frutilla\\_2.html](http://www.proexant.org.ec/Manual_frutilla_2.html)
- Quezada, A. P. (2011). Evaluación del comportamiento de fungicidas microbiológicos en la prevención de botritis en el cultivo de fresa (*Fragaria Vesca*). (*Tesis de Maestría*). Universidad técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Ricaldí, R. (s.f.). Acción Antagonista in vitro de *Trichoderma harzianum*, sobre el crecimiento de *Botrytis cinerea* (pers)F. en el cultivo de *Fragaria vesca* L. "Fresa". (*Tesis para titulación*). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Rosero, N. (2010). Determinar el efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia de Damping off en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L). (*Tesis de Pregrado*). Instituto Español de Comercio Exterior., Quito, Ecuador.
- Silvia. (2004). Alternativas de control de *Botrytis cinérea* en leucadendron (Proteácea). *Tesis de titulación*. Universidad de Talca, Talca.
- Vergara, S. A. (2008). *Estudio de la fresa en la Libertad. La Libertad*. Trujillo: La Libertad.

## ANEXOS 1: Tabla de resultados

**Tabla 5**

*Análisis de varianza del número promedio de incidencia en floración en función a la dosis de T. harzianum, etapas de floración e interacción.*

| <b>Fuente</b>                                    | <b>GL</b> | <b>SC Ajust.</b> | <b>MC Ajust.</b> | <b>Valor F</b> | <b>Valor p</b> |
|--|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| <b>Dosis de T. harzianum</b>                     | 3         | 0.5316           | 0.1772           | 0.16           | 0.923          |
| <b>Etapas de Floración</b>                       | 2         | 0.0576           | 0.02881          | 0.03           | 0.974          |
| <b>Dosis de T. harzianum*Etapas de Floración</b> | 6         | 0.7162           | 0.11936          | 0.11           | 0.995          |
| <b>Error</b>                                     | 36        | 40.0578          | 1.11272          |                |                |
| <b>Total</b>                                     | 47        | 41.3632          |                  |                |                |

**Tabla 6**

*Análisis de varianza del número promedio de severidad en floración en función a la dosis de T. harzianum, etapas de floración e interacción.*

| <b>Fuente</b>                                    | <b>GL</b> | <b>SC Ajust.</b> | <b>MC Ajust.</b> | <b>Valor F</b> | <b>Valor p</b> |
|--|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| <b>Dosis de T. harzianum</b>                     | 3         | 0.05697          | 0.01899          | 0.18           | 0.907          |
| <b>Etapas de Floración</b>                       | 2         | 0.12831          | 0.06415          | 0.62           | 0.544          |
| <b>Dosis de T. harzianum*Etapas de Floración</b> | 6         | 0.0979           | 0.01632          | 0.16           | 0.986          |
| <b>Error</b>                                     | 36        | 3.73238          | 0.10368          |                |                |
| <b>Total</b>                                     | 47        | 4.01555          |                  |                |                |

**Tabla 7**

*Análisis de varianza del número promedio de incidencia en fructificación en función a la dosis de T. harzianum, etapas de floración e interacción*

| <b>Fuente</b>                                    | <b>GL</b> | <b>SC Ajust.</b> | <b>MC Ajust.</b> | <b>Valor F</b> | <b>Valor p</b> |
|--|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| <b>Dosis de T. harzianum</b>                     | 3         | 9764.7           | 3254.90          | 216.90         | 0.000          |
| <b>Etapas de Floración</b>                       | 2         | 1663.4           | 831.70           | 55.42          | 0.000          |
| <b>Dosis de T. harzianum*Etapas de Floración</b> | 6         | 1523.6           | 253.94           | 16.92          | 0.000          |
| <b>Error</b>                                     | 36        | 540.2            | 15.01            |                |                |
| <b>Total</b>                                     | 47        | 13492.0          |                  |                |                |

**Tabla 8**

*Análisis de varianza del número promedio de severidad en fructificación en función a la dosis de T. harzianum, etapas de floración e interacción*

| <b>Fuente</b>  | <b>GL</b> | <b>SC<br/>Ajust.</b> | <b>MC<br/>Ajust.</b> | <b>Valor F</b> | <b>Valor<br/>p</b> |
|--|-----------|----------------------|----------------------|----------------|--------------------|
| <b>Dosis de T. harzianum</b>                         | 3         | 9324.17              | 3108.06              | 12185.5<br>5   | 0.000              |
| <b>Etapas de Floración</b>                           | 2         | 12.69                | 6.34                 | 24.87          | 0.000              |
| <b>Dosis de T. harzianum*Etapas de<br/>Floración</b> | 6         | 10.73                | 1.79                 | 7.01           | 0.000              |
| <b>Error</b>   | 36        | 9.18                 | 0.26                 |                |                    |
| <b>Total</b>   | 47        | 9356.77              |                      |                |                    |

**Tabla 9**

*Análisis de varianza del número promedio del Rnt/trat en función a la dosis de T. harzianum, etapas de floración e interacción*

| <b>Fuente</b>  | <b>GL</b> | <b>SC<br/>Ajust.</b> | <b>MC<br/>Ajust.</b> | <b>Valor<br/>F</b> | <b>Valor<br/>p</b> |
|--|-----------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Dosis de T. harzianum</b>                         | 3         | 0.09500              | 0.031667             | 65.77              | 0.000              |
| <b>Etapas de Floración</b>                           | 2         | 0.02253              | 0.011265             | 23.40              | 0.000              |
| <b>Dosis de T. harzianum*Etapas de<br/>Floración</b> | 6         | 0.01210              | 0.002017             | 4.19               | 0.003              |
| <b>Error</b>   | 36        | 0.01733              | 0.000481             |                    |                    |
| <b>Total</b>   | 47        | 0.14697              |                      |                    |                    |

## ANEXO 2: Galería de fotografía



**Figura 9.** *Inicio de floración*



**Figura 10.** *Floración completa*



**Figura 11.** *Floración fecundada*