

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

EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE  
*Botrytis fabae* EN EL CULTIVO DE HABA; SAN MARCOS.  
TESIS DE GRADO

**IZAÍAS JOSUÉ MINCHEZ GÓMEZ**  
CARNET 21803-08

QUETZALTENANGO, MAYO DE 2015  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

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

EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE  
*Botrytis fabae* EN EL CULTIVO DE HABA; SAN MARCOS.  
TESIS DE GRADO

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

POR  
**IZAÍAS JOSUÉ MINCHEZ GÓMEZ**

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

QUETZALTENANGO, MAYO DE 2015  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

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

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

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

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

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

ING. WILDER MANRIQUE MALDONADO PEREZ

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN

ING. MARCO ANTONIO ABAC YAX

ING. ROBERTO ANTONIO MORALES LIMA

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JOSÉ MARÍA FERRERO MUÑIZ, S.J.

SUBDIRECTOR ACADÉMICO: ING. JORGE DERIK LIMA PAR

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Quetzaltenango, 02 de Mayo de 2014

Honorable Consejo  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he revisado el informe Final de Tesis del estudiante: **Izaias Josué Minchez Gómez**, con carné No. **2180308**, titulado: **“Evaluación de tres concentraciones de *Trichoderma harzianum* para el control de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba, San Marcos”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de Facultad, previo a su autorización de impresión.

Deferentemente



---

**Ing. Wilder Maldonado Pérez**  
**Colegiado No. 4,465**



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06294-2015

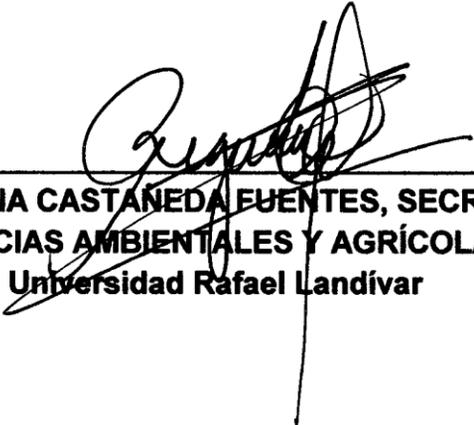
### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante IZAÍAS JOSUÉ MINCHEZ GÓMEZ, Carnet 21803-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0654-2015 de fecha 2 de mayo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE  
*Botrytis fabae* EN EL CULTIVO DE HABA; SAN MARCOS.

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 7 días del mes de mayo del año 2015.

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



## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

Dios todo poderoso que me dio la dicha, la sabiduría, el coraje y la bendición de poder realizar mis estudios.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte importante de mi formación académica durante el proceso formativo.

Ing. Agr. Marco Antonio Abac coordinador de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas campus Quetzaltenango por el apoyo brindado y los conocimientos compartidos hacia mi persona.

A Señora Viviana Letona Rodríguez Secretaria de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas campus Quetzaltenango por el constante apoyo moral e informático brindado durante el proceso académico.

Ing. Agr. Miguel Álvarez catedrático de la Universidad Rafael Landívar por los conocimientos compartidos durante el proceso formativo.

Efrain Imeri, Edilmar Herrera, Marleny Nolasco y todos mis compañeros de estudios por compartir todas las experiencias que han marcado mi vida en el proceso de formación.

## DEDICATORIA

A:

**DIOS:** Quien siempre me da infinita sabiduría, amor y fortaleza para superar cada reto en mi vida.

**MI PADRE:** Joel Elnathan Minchez Gonzales (QED) quien siempre fue mi guía y mi fortaleza para poder tomar los retos con empeño y entusiasmo y nunca temer al fracaso, por esos sabios consejos y tiempo dedicado a mi persona.

**MIS HERMANOS:** Daniel Elnathan Minchez Gómez y Erick Joel Minchez Gómez, quienes han estado siempre a mi lado en las alegrías y tristezas, y por formar parte importante en mi vida.

**MI FAMILIA:** Tíos y Tías que han contribuido de forma directa e indirecta en mi formación.

**MIS AMIGOS:** Por su apoyo, compañía y formar parte importante de mi desarrollo integral con mucho aprecio.

## ÍNDICE

Contenido	Pág.
RESUMEN	I
SUMMARY	II
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 <i>Trichoderma harzianum</i>	2
2.2 ENFERMEDAD DEL CULTIVO DE HABA	6
2.3 CULTIVO DEL HABA	8
III. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	12
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	12
IV. OBJETIVOS	14
4.1 OBJETIVO GENERAL	14
4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	14
V. HIPÓTESIS	15
5.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA	15
VI. MATERIALES Y METODOS	16
6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	16
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	17
6.3 FACTORES A ESTUDIAR	17
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	17
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	18
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	18
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	19
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
6.10 VARIABLES DE RESPUESTA	25
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	27
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1 NIVEL DE DAÑO	28

7.2	RENDIMIENTO	33
7.3	ANÁLISIS ECONÓMICO	38
VIII.	CONCLUSIONES	40
IX.	RECOMENDACIONES	41
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
XI.	ANEXOS	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Pág.
1.	Descripción de los tratamientos de <i>Trichoderma harzianum</i> para la prevención de <i>Botrytis fabae</i> en el departamento de San Marcos, Aldea Las Lagunas.	18
2.	Escala para valorar mancha chocolate ( <i>Botrytis fabae</i> ) en el cultivo de haba en la Aldea Las Lagunas.	26
3.	Porcentaje de incidencia de <i>Botrytis fabae</i> en el cultivo de haba luego de la aplicación de los tratamientos, San Marcos, 2013.	29
4.	ANDEVA de la incidencia de <i>Botrytis fabae</i> en el cultivo de haba sometidos al análisis estadístico de varianza con una probabilidad del 5% y 1%.	30
5.	Porcentaje de severidad de <i>Botrytis fabae</i> en el cultivo de haba luego de la aplicación de los tratamientos, San Marcos, 2013.	31
6.	ANDEVA de la severidad de <i>Botrytis fabae</i> en el cultivo de haba sometidos al análisis estadístico de varianza con una probabilidad del 5% y 1%.	31
7.	Prueba de medias (Tukey) para severidad expresado en promedios de porcentaje, San Marcos, 2013.	32
8.	Rendimiento del cultivo de haba expresado en kg/ha, San Marcos, 2013.	33
9.	ANDEVA del rendimiento en el cultivo de haba sometida al análisis estadístico de varianza con una probabilidad del 5% y 1%.	35
10.	Análisis de rentabilidad y costo beneficio de los tratamientos evaluados, en el cultivo de haba, San Marcos, 2013.	38
11.	Resultado analisis foliar <i>Botrytis fabae</i> ICTA Quetzaltenango.	
12.	Consolidado de datos incidencia expresado en porcentaje por tratamiento y repetición.	
13.	Consolidado de datos severidad expresado en porcentaje por tratamiento y repetición.	
14.	Rendimiento del cultivo de haba peso en vaina, San Marcos, 2013.	
15.	Análisis económico para el tratamiento 1 por ha, San Marcos, 2013.	
16.	Análisis económico para el tratamiento 2 por ha, San Marcos, 2013.	
17.	Análisis económico para el tratamiento 3 por ha, San Marcos, 2013.	

18. Análisis económico para el tratamiento 4 por ha, San Marcos, 2013.
19. Análisis económico para el tratamiento 5 por ha, San Marcos, 2013.
20. Programa fitosanitario para el control de *Botrytis fabae* utilizado por el pequeño productores del área de San Marcos, 2013.
21. Boleta de campo para la recolección de información nivel de daño (incidencia, severidad), San Marcos, 2013.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Pág.
1.	Distribución de campo de las unidades experimentales, en el cultivo de haba, San Marcos, 2013.	19
2.	Descripción visual de la distribución de tratamiento a nivel de campo ubicado en la Aldea las Lagunas San Marcos, 2013.	20
3.	Relación entre rendimiento, incidencia y severidad de los tratamientos aplicados al control de <i>Botrytis fabae</i> en el cultivo de haba, San Marcos, 2013.	36
4.	Desarrollo de Severidad de <i>Botrytis fabae</i> , durante el ciclo de vida del cultivo de haba, San Marcos, 2013.	37
5.	Producción de haba a nivel nacional Guatemala.	
6.	Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento uno.	
7.	Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento dos.	
8.	Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento tres.	
9.	Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento cuatro.	
10.	Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento cinco.	

# EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE *Botrytis fabae* EN EL CULTIVO DE HABA, SAN MARCOS.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación realizado en aldea Las Lagunas municipio de San Marcos, departamento de San Marcos, tuvo como objetivo determinar cuál de las concentraciones de *Trichoderma 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, obteniendo así el rendimiento del cultivo de haba que se expresó en cada uno de los tratamientos. Se usó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones; la unidad experimental la constituyó un área de 12.96 m<sup>2</sup>, con un total de 45 plantas dentro de cada una de las unidades experimentales, para lo cual se tomó en cuenta el efecto de bordes realizando las lecturas a la parcela neta que conto con un total de 21 plantas. La investigación se desarrolló en una sola localidad. El tratamiento que presentó mejores resultados con relación al rendimiento fue el tratamiento uno; con respecto al control de la incidencia y severidad (nivel de daño) ocasionado por *Botrytis fabae* el tratamiento uno presentó un resultado más horizontal y eficiente con respecto a los demás tratamientos. Respecto al análisis económico el que presentó mejores resultados fue el tratamiento uno y el tratamiento dos presentó el segundo mejor benéfico económico con relación a los demás tratamientos.

# **EVALUATION OF *Trichoderma harzianum* FOR CONTROL OF *Botrytis fabae* IN THE CULTIVATION OF BEAN, SAN MARCOS.**

## **SUMMARY**

The present research work carried out in village. Las Lagunas municipality of San Marcos, San Marcos Department, aimed to determine whether the concentrations of *Trichoderma harzianum* ( $1.428571429 \times 10^{12}$  conidia /ha,  $1.428571429 \times 10^{11}$  conidia /ha,  $3.571428571 \times 10^{12}$  conidia /ha), provides a better bio-control of *Botrytis fabae* in bean crop, by measuring the level of damage caused by the aforementioned disease thus obtaining the crop yield of bean that was expressed in each of the treatments. Was used a design of blocks at random with five treatments and three repetitions; the experimental unit was founded by an area of 12.96 m<sup>2</sup>, with a total of 45 plants within each of the experimental units, which took into account the effect of edge doing the readings to the net plot which was with.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de haba en el área de San Marcos en las comunidades rurales y urbanas representa en la actualidad parte de la dieta alimenticia, con el paso de los años el aumento de enfermedades y su resistencia han formado el complejo de enfermedades en el cultivo (*Botrytis fabae*, *Alternaria tenuis*, *Uromyces fabae* y *Fusarium* sp.). Ha representado una disminución considerable en el rendimiento y como consecuencia de ello el poco interés en su producción por parte de los pequeños productores, otro de los factores que impide el aprovechamiento de este cultivo es el alto costo del control del complejo de enfermedades en especial *Botrytis fabae*, esta enfermedad es causada por el hongo *Botrytis fabae* Sard, es considerada como una de las principales enfermedades del cultivo de haba en Guatemala. La enfermedad está asociada a condiciones y épocas de alta precipitación. Puede afectar toda la parcela en cualquier estado de desarrollo del haba (desde emergencia hasta maduración).

Dentro del objetivos planteados se evaluaron tres diferentes concentraciones de *Trichoderma harzianum* para la prevención y control de *Botrytis fabae* para lo cual se midió el nivel de daño de la enfermedad y el rendimiento del cultivo, con lo cual se determinó que sí existió diferencia significativa estadística, la cual produjo ciertos resultados de gran importancia.

Al finalizar la investigación se determinó que la aplicación de *Trichoderma harzianum* a ciertas concentraciones produce ciertos cambios en la planta que ayudan a mejora el rendimiento, aunque las plantas sean afectadas por la enfermedad conocida como *Botrytis fabae*, favoreciendo de esta manera al productor de la región de San Marcos. Durante la medición del nivel de daño expresado por la incidencia y severidad que presentó el cultivo, se determinó que la incidencia de la enfermedad en la planta no es un factor que limite la producción, mientras que la severidad expresa lo contrario afectando el rendimiento del cultivo si no se realizan aplicación con *Trichoderma harzianum*; se demuestra de esta manera que al utilizar hongos benéficos para el control de hongos patógenos se puede mejorar la producción y por ende también se reduce el impacto ambiental a la región y se mejoran los costos de producción del cultivo.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 *Trichoderma harzianum*

Entre los hongos micoparásitos más comunes destacan *Trichoderma* spp., principalmente *Trichoderma harzianum*, que se ha demostrado parasita el micelio de *Rhizoctonia* y *Sclerotium*, inhibe el crecimiento de muchos otros hongos, como *Pythium*, *Botrytis fabae* *Fusarium* y *Fomes*, y reduce la magnitud de las enfermedades causadas por la mayoría de esos patógenos (Agrios, 1997).

El micelio y las esporas de resistencia (oósporos, esclerocios) de varios hongos fitopatógenos del suelo como *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia* y *Sclerotium*, son invadidos y parasitarios (micoparasitismo) o bien usados (micólisis) por otros hongos, que por regla general no son fitopatógenos. Algunos hongos, entre ellos algunos oomycetes, chytrídiomycetes e hyphomycetes y algunas bacterias pseudomonas, actinomicetos, infectan a las esporas de resistencia de varios hongos (Agrios, 1997).

#### 2.1.1 Agentes de biocontrol *Trichoderma harzianum*

Características del hongo *Trichoderma* sp. : es un habitante natural del suelo y puede vivir como saprófito o como parásito de otros hongos. Es ampliamente conocido por su conducta antagonista y se ha utilizado en numerosos experimentos de bio-control (Molina, 2006).

Molina (2006), menciona en su investigación, que es considerado un modelo con el cual estudiar el control biológico debido a que es fácil de aislar y cultivar en medios artificiales, crece rápidamente sobre muchos sustratos, afecta a un amplio rango de patógenos de plantas, actúa como parásito de otros hongos, compite también por el alimento, espacio, produce antibióticos y un complejo sistema de enzimas con propiedades antifungales y antibacteriales.

### **2.1.2 Mecanismos de acción de *Trichoderma harzianum*:**

La importancia de *Trichoderma* en el control biológico de hongos fitopatógenos radica en que presenta los tres mecanismos de antagonismo conocidos como: parasitismo, antibiosis y competencia (Molina, 2006).

#### **a. Parasitismo**

Este término, así como hiperparasitismo, micoparasitismo y parasitismo directo, se usan para referirse a un hongo parasitando a otro. Este mecanismo abarca diferentes interacciones y consiste en que el hongo antagonista enrolla y penetra el micelio del patógeno y las hifas crecen y se desarrollan dentro de las hifas huésped, provocando la pérdida de protoplasma, dejando solo células vacías; durante este proceso el parásito forma diferentes estructuras como abrazaderas, ganchos o apresorios que le permiten adherirse y provocar lisis y huecos en las células del patógeno. Desde 1932 se reportó a *Trichoderma* sp. como micoparásito de *Ralstonia solani*, y a partir de entonces se ha observado su parasitismo en numerosos hongos fitopatógenos (Vademécum, 2005).

#### **b. Antibiosis**

Consiste en la producción y liberación de sustancias químicas por parte de los antagonistas hacia su medio ambiente, ejerciendo un efecto adverso sobre otros microorganismos. Estas sustancias pueden ser volátiles o no volátiles e incluyen antibióticos y enzimas que afectan o inhiben el crecimiento, desarrollo o reproducción de patógenos de plantas, *Trichoderma* sp. produce sustancias tales como: Trichodermina, Dermadina, Sequisterpeno, Suzukacillina, Alamethicina, Trichotoxina y Acetaldehído, todas con propiedades antifúngicas y antibacteriales; así como las enzimas B-1,3 glucanasa, quitinasa y celulasa los cuales facilitan la habilidad del antagonista para atacar un amplio rango de patógenos ejerciendo su efecto sobre las paredes celulares (Molina, 2006).

#### **c. Competencia**

Este mecanismo se presenta cuando existe demanda de dos o más microorganismos por un mismo recurso. Consiste en el efecto adverso que ejerce un organismo sobre otro, debido al uso o eliminación de algunos recursos del ambiente, como nutrientes,

oxígeno y espacio. La competencia entre los microorganismos es uno de los factores más importantes en la determinación de la densidad de población de un organismo en la naturaleza. La presencia de *Trichoderma harzianum* en suelos cultivados y no cultivados en todo el mundo demuestra que es un excelente competidor por espacio y recursos alimenticios (Molina, 2006).

### **2.1.3 Estimulante de las defensas de la planta**

El hongo *Trichoderma harzianum* induce a la planta por medio de sustancias por él secretadas a producir fitoalexinas a las cuales son sensibles algunos patógenos. Las fitoalexinas son producidas en forma natural por la planta como respuestas a heridas, tal es el caso de la cumarina que actúa como una defensa de la planta contra animales. Otros productos son los formados cuando se produce la invasión de raíces u otros órganos por hongos como el orquinol, la trifolirina o la isocumarina, las que hipotéticamente actúan en forma comparable a los anticuerpos en los animales (Romo, 2000).

### **2.1.4 Morfología de hongo *Trichoderma harzianum***

Forma colonias de color verde intenso que crecen rápidamente; el micelio es septado y hialino (transparente); a partir de él se originan los conidióforos aterciopelados, irregulares, cortos y ramificados, en cuyas partes terminales producen esporas (conidios) unicelulares y esféricas en forma de racimos globosos que se separan con facilidad (Romo, 2000).

### **2.1.5 Descripción botánica**

Reino Fungí

Filo Deuteromycotina

Clase Deuteromycetes

Orden Moniliales

Género *Trichoderma*

Especie *Trichoderma harzianum* (Zamorano, 2005).

Rosaima, Salas, Riera, Zambrano, Maggioran y García (2005), indican que hasta la incorporación del hongo *Trichoderma harzianum* en los sistemas agrícolas del estado Mérida, los productores no contaban con una medida de control suficientemente efectiva para proteger las plantaciones de esta enfermedad. Para controlar el hongo usaban un producto con el ingrediente activo pencycurón, el cual es altamente costoso, contaminante y difícil de encontrar en el mercado; eventualmente, aplicaban cualquier otro fungicida ineficiente para el control del hongo. El hongo *Trichoderma harzianum* se conoce como un antagonista natural del suelo, que tiene la capacidad de actuar en forma de antibiosis, parasitismo y/o competencia. 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. Basados en este principio, se llevó a cabo un trabajo que tuvo por finalidad incorporar tecnologías alternativas de manejo de estas enfermedades distintas a las convencionales y para ello se evaluó, aplicó y difundió el uso del antagonista *Trichoderma harzianum* en sistemas agrícolas se utiliza para el control de la pudrición blanda del ajo, rizoctoniasis de papa y hernia de crucífera. La aplicación de los productos y de los biopreparados se realizó durante la desinfección de la semilla, en el surco, al momento de la siembra, en el deshierbe o aporque y 15 días después de todos los biopreparados se usaron en 200 gr por hectárea.

Soto, Osorio, Muñoz y Galindo (2002), mencionan que *Trichoderma harzianum* es un hongo filamentoso considerado como un potente agente de control biológico. Presenta un amplio espectro antagonista hacia fitopatógenos de cultivo de interés comercial (papa, tomate, ajo, fresa, vid, pepino y algodón). Se sabe también, que en algunos casos, la aplicación de *Trichoderma harzianum* estimula el crecimiento de la planta. Estos efectos se han observado en vegetales (pepino, frijol y pimiento) y en plantas ornamentales. Se ha demostrado que ciertas plantas, con *Trichoderma harzianum* no sólo ha dado mayor incremento de flores y de peso total de plantas, sino que ha fungido como antagonista de los fitopatógenos.

## **2.2 ENFERMEDAD DEL CULTIVO DE HABA**

### **2.2.1 Mancha achocolatada**

Esta enfermedad, es conocida así en los diferentes países que forman el PROCIANDINO (programa de cooperativo de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria para la subregión Andina), este hongo produce abundante micelio gris, conidióforos largos y ramificados que portan racimos de conidios ovoides unicelulares, hialinos, produciéndose a menudo esclerotios de color negro (Crespo y Quinto, 1990).

Esta enfermedad es causada por el hongo *Botrytis fabae* Sard, es considerada como una de las principales enfermedades del cultivo de haba en Guatemala. La enfermedad está asociada a condiciones y épocas de alta precipitación. Puede afectar toda la parcela en cualquier estado de desarrollo del haba (desde emergencia hasta maduración). Esta enfermedad provoca manchas de color café chocolate en los tallos, flores y vainas, cuando la planta está infectada aparecen puntos marrones en las hojas, los tallos, las vainas y las flores del haba. Los puntos aumentan y se unen transformándose en lesiones necróticas. Esta enfermedad causa una reducción en el vigor de la planta y disminuye la producción de la cosecha (Aldana, 2010).

#### **a. Síntomas**

Los folíolos y las hojas presentan manchas color café chocolate de forma circular u oval en el haz y envés, pudiendo presentar también en los tallos, flores y frutos cuando las condiciones del ambiente son favorables. Las manchas antes descritas, abarcan áreas grandes donde se produce una necrosis de las hojas, reduciéndose, en esta forma, la actividad fotosintética de la planta. En los tallos las lesiones son de forma irregular, de un color café rojizo, localizándose a lo largo de los mismos.

Cuando la infección incide en la estación de floración y formación de vainas, causa la caída de las flores y la pudrición de vainas. Se pueden advertir también, algunas veces daños en las semillas; éstas, sin embargo, no constituyen una fuente significativa de infección, las condiciones óptimas favorables para que se presente la infección son: temperaturas de 18 a 20 grados centígrados y una humedad relativa mayor al 80% (Crespo et al., 1990).

#### **b. Época de mayor incidencia y grado de ataque**

En las zonas altas de Guatemala, por encima de los 2,300 msnm, la mancha de chocolate se presenta entre los meses de abril a octubre, dependiendo del periodo de lluvias. La incidencia de las enfermedades a nivel de campo puede llegar a efectuarse hasta un 30% de la población (Crespo et al., 1990).

Jiménez (2006), menciona que, *Botrytis fabae*, hongo característico en la patogenia del haba que produce la Mancha Chocolate; puede reducir hasta dos tercios los rendimientos del cultivo. La enfermedad se desarrolla rápidamente bajo condiciones de humedad y temperaturas comprendidas entre 15 y 22 C°. En las fase de desarrollo inicial del cultivo, la enfermedad se puede presentar en forma de manchas características de color chocolate sobre las hojas (fase no agresiva), posteriormente alcanza los tallos, flores y vainas. En la fase agresiva de la enfermedad (floración, formación y maduración de vainas), las partes afectadas se ven como manchas necrosadas con abundante formación de una felpa de color gris marrón. El control de *Botrytis fabae* es efectivo mediante *Trichoderma* sp.

Silva (2004), señala en su trabajo de investigación que: dentro de los medios biológicos de mayor uso para el combate de los hongos fitopatógenos en los diferentes cultivos y países se encuentra *Trichoderma spp.* los biopreparados han manifestado buena actividad contra hongos patógenos del suelo y semillas en los cultivos de tomate, pimiento y tabaco. La aplicación *Trichoderma* sp., resulta ser eficaz en el control preventivo *Botrytis cinérea* en plantas de *Leucadendron*, presentando el mayor porcentaje de éstas sin evidenciar la presencia de la enfermedad.

## **2.3 CULTIVO DEL HABA**

Hernández (2004), menciona que tradicionalmente en Guatemala el haba se cultiva para consumo o para su venta en el mercado local, dentro de las cuales existen variedades criollas y mejoradas, para las cuales, la expectativa de dicho mercado no es el ideal, aunque no debe pasar por alto su relación costo beneficio. Por información recabada, en los meses de febrero a diciembre, se observan precios que oscilan entre Q 2.00 a Q3.00 por libra de haba verde (según el tamaño y limpieza del grano), tomando en cuenta que el rendimiento promedio actual, de dicho cultivo oscila entre 4.20 y 4.8 t, de haba en vaina, de lo cual la relación de merma al desvaine es de 1:0.50, se puede obtener un índice promedio de renta bruta de Q11,137.50/ha/ciclo.

El costo de producción con el empleo de la mano de obra del agricultor propietario y la aplicación de un plan fitosanitario pobre, puede llevar al agricultor a obtener un monto promedio de renta neta de Q3,730.15/ha/ciclo. Esto, indica que la rentabilidad del haba para comercio local no es muy halagadora y menos, si se obtiene un ciclo de cultivo al año.

### **2.3.1 Origen del cultivo de haba**

El haba es de origen asiático y Afganistán se considera como el principal centro de origen, aunque algunos autores mencionan que posiblemente el haba es de origen africano, posiblemente de Etiopía, cultivándose desde hace unos cuatro mil años. El cultivo de haba fue introducido a América y Guatemala por los conquistadores españoles y se ha desarrollado únicamente en pocos países de América que poseen altiplano con zonas frías como México, República Dominicana, Brasil, Perú, Paraguay, Colombia y Bolivia (Aldana, 2010).

González (1990), dice que el haba se cultiva en la mayor parte de trópicos y subtrópicos. Es valiosa fuente de proteína vegetal, que complementa y extiende los recursos a menudo limitados de proteína animal. La semilla contiene 25% de proteína, 58% de carbohidratos, 1.5 a 2% de grasas y alrededor de 3% de minerales. Además el haba es rica en Calcio y Fósforo, suele tener una composición vitamínica más alta que los cereales, lo cual incrementa su valor en la dieta humana.

### 2.3.2 Botánica del haba

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Sub familia: Faboideae

Tribu: Vicieae

Género: *Vicia*

Especie: *faba*

Nombre común: Haba (Aldana, 2010).

Estados Unidos y la Unión Europea (Bélgica, Alemania, Holanda y Francia) constituyen los mercados de importancia para este producto, se observa que Estados Unidos importó cerca de 4 tm en 1999 y Europa 5,400 tm, aproximadamente en el mismo año. Los precios de exportación por kilo de haba seca mantienen el mayor nivel al compararlos con los precios de haba congelada y harina de haba. Sin embargo los precios de haba seca presentan una marcada y consistente tendencia hacia la baja, disminuyendo en un 74.8% entre 1998 y 1999, en 15% hasta octubre de 2000 (Fuentes, 2008).

Bonilla, R. (2012), dice; en el altiplano occidental de Guatemala, como Quetzaltenango y San Marcos, el cultivo de haba durante muchos años ha sido para el agricultor, una alternativa de diversificación de sus cultivos. En la actualidad el agricultor siembra en asocio con el maíz, frijol y otros cultivos, lo que hace que sus rendimientos disminuyan, a tal punto de que algunos agricultores decidieron no sembrarla más con este sistema, ya que obtienen rendimientos de grano en seco alrededor de 0.5 a 0.75 t/ha. Los productores de haba tomaron como alternativa, el cambio del sistema de producción, sembrando el haba en monocultivo, para permitirle mejores condiciones al cultivo, obtener excelentes rendimientos en grano, cantidad de vaina, desarrollo de plantas, amacollamiento, libres de plagas y enfermedades.

Los departamentos de: Huehuetenango produce, 242 toneladas en 212 ha cultivadas; Quetzaltenango 524.7 toneladas, 456 ha cultivadas; San Marcos 318.9 toneladas en 227 has; y Totonicapán 264.4 toneladas, en 229.9 ha cultivadas. Por lo anteriormente descrito el problema primordial del cultivo de haba en el altiplano occidental es el bajo rendimiento, siendo el factor limitante en la producción, los distanciamientos de siembra aplicados en el cultivo y algunos otros factores como la complejidad de enfermedades bióticas y abióticas que afectan al cultivo de haba.

## 2.4 ANTECEDENTES

*Trichoderma* spp. se presenta como antagonista de *Botrytis cinérea*, *Rhizoctonia solani* y *Alternaria solani*; in vitro como biocontrolador en plantas de tomate. Señala que el agregado al suelo de cepas de *Trichoderma* spp., reduce significativamente al fitopatógeno disminuyendo la supervivencia y el crecimiento de las planta, la producción de enzimas degradativas está directamente vinculada con el efecto antagonista.

Dentro del control biológico se señala que la aplicación de *Trichoderma* sp., como varias especies de este mismo género resulta ser eficaz en el control de *Botrytis* sp., en plantas de Leucadendron, presentando una disminución considerable en la presencia de esta enfermedad (Jimenez, 2006).

Se ha encontrado una reducción del 90% del daño causado por *Botrytis cinerea* en plantas de pepino cultivadas en invernadero con la aplicación de *Trichoderma harzianum*. El antagonista incrementó su capacidad de controlar la enfermedad cuando la temperatura fue superior a 20 °C y la humedad relativa alrededor de 80%. Sin embargo, con humedad relativa cercana al 100% no se observó efecto alguno. Los tratamientos con este hongo se han complementado con fungicidas convencionales cuando las condiciones ambientales son altamente favorables para el desarrollo de la enfermedad, para el control de *Botrytis cinerea* en plantas de ciclamen (*Cyclamen persicum* L.) (Elad y Zimand, 1993).

Se ha visto en tomate la reducción de la infección hasta el 100% utilizando *Trichoderma harzianum* y *Cladosporium cladosporioides*. En esta investigación, partes terminales de tallo de tomate de 40 mm de longitud fueron introducidos en una solución de esporas del *B. cinerea* ( $206 \text{ ml}^{-1}$ ) y luego secadas con aire durante una hora y sumergidas en una suspensión de esporas del antagonista. El mejor nivel de protección se obtuvo con una concentración de 108 conidios por mililitro de agua, aplicada dos horas después de inocular el patógeno. Similares resultados se observaron en invernadero en plantas que habían sido podadas y a las que se les aplicó las mismas concentraciones de patógeno y antagonistas (Eden, 1996).

### III. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Como consecuencia de la presencia de *Botrytis fabae*, el pequeño productor ha elegido la excesiva utilización de agroquímicos para el control de esta enfermedad, por lo que se han creado varias alternativas para la prevención de la misma, como lo son los materiales y la implementación de agentes biológicos que eviten el desarrollo de dicho fitiopatogeno (Guadarrama, Rodríguez, Cerda, 2000).

Se sabe que la mayor parte de producción de haba en el país es para consumo local y en su mayoría en verde, el efecto de las enfermedades en este cultivo ha causado en el pequeño productor un apatía en su producción, debido a que el control de la mancha del chocolate (*Botrytis fabae*), es poco rentable debido a que abre paso a otro tipo de enfermedades y esto produce un aumento en el daño del cultivo y pérdidas en el mismo, que se transforman en pérdidas económicas.

Reportes concernientes a la severidad y pérdidas en los cultivos de haba, debido a la mancha de chocolate señalan, que cuando no hay un buen control en una variedad susceptible, se puede reducir la producción hasta en un 67%. En Siria se encontró que la pérdidas son menores cuando el ataque se manifiesta en las primeras semanas (0.7%) y es mucho más alto en las siguientes semanas, cuando la planta es adulta (60%) (Guadarrama et al., 2000).

En Guatemala el nivel de producción de haba (*Vicia faba* L.), que se cultiva es de 13,451 ha, ocupando el sexto lugar en la producción mundial, de las cuales algunas son destinadas para su consumo o para su venta en el mercado local y extranjero, en las que existen variedades criollas y mejoradas (Hernández, 2004).

Con la alta contaminación que se presenta por la aplicación de productos químicos se ha optado por nuevas alternativas en la producción que resulten amigables con el ambiente y que generen nuevas alternativas para el control del *Botrytis fabae* y mejorar

así su producción, tomando en cuenta la gran importancia que posee a nivel nutricional; durante varios años se han creado nuevas alternativas para el control de enfermedades, dando óptimos resultados y teniendo nuevas opciones para el control de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba y así aumentar la calidad del producto final, sin desequilibrar los costos de producción.

La aplicación de productos biológicos ha tomado gran importancia, gracias a los hongos benéficos, como lo es la utilización del hongo *Trichoderma harzianum* que induce a la planta a la producción de fitoalexinas, a las cuales son sensibles algunos patógenos.

Como derivación de la nueva integración de organismos biológicos, en el presente estudio se evaluará la aplicación de tres dosis de *Trichoderma harzianum* para el biocontrol de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba; con esto se fortalecerá el control de esta enfermedad, reduciendo las aplicaciones de productos químicos y la producción de este cultivo será posible a escala mayor, realizando de esta manera exportaciones considerable, ya que en la parte del altiplano de San Marcos su producción es de alta potencialidad.

En consecuencia se espera que se obtengan mejores ingresos económicos, sea más sencilla su aceptación en el mercado extranjero y sea más saludable para el consumo local, con la reducción del uso de productos químicos y aumentando el uso de productos biológicos, corrigiendo de esta manera la calidad del producto, esperando así la disminución en la aparición de esta enfermedad durante el ciclo fenológico del cultivo, siendo ésta una condición amigable con el medio ambiente, dando apoyo a la calidad de vida de las familia y un aporte a la seguridad alimentaria del país ya que ésta posee un contenido alto en proteínas.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de las concentraciones de conidios de *Trichoderma harzianum* para el biocontrol de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba, en el departamento de San Marcos.

### **4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS**

Medir el nivel de daño ocasionado por *Botrytis fabae* en el cultivo de haba, bajo el efecto de las concentraciones de conidios de *Trichoderma harzianum*.

Determinar el rendimiento del cultivo de haba expresado en kg/ha, en el departamento de San Marcos.

Evaluar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos mediante el análisis económico.

## V. HIPÓTESIS

### 5.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

Al menos una de las concentraciones de *Trichoderma harzianum* aplicadas al cultivo de haba presentará una disminución en el nivel de daño ocasionado por *Botrytis fabae*.

Al menos uno de los tratamientos presentara un aumento en el rendimiento del cultivo de haba con la aplicación de las concentraciones de *Trichoderma harzianum*.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El municipio de San Marcos, departamento de San Marcos se encuentra ubicada la comunidad Las Lagunas, a una altura de 2,398 msnm y las coordenadas: 14°57'40'' Latitud Norte y 91°47'44'' Longitud Oeste; colinda al norte con el departamento de Huehuetenango, al este con el de Quetzaltenango al sur con el de Retalhuleu y el océano Pacífico, al oeste con México (Artman, 2004).

La investigación se realizó en la comunidad de Las Lagunas, una de las 17 aldeas del municipio de San Marcos, se encuentra ubicada al Sur Este de la cabecera municipal con una Latitud Norte de 14°57'30" y Longitud Oeste de 91°46'55" su Altitud Norte es de 2,395 msnm. La comunidad cuenta con una extensión territorial de cinco kilómetros cuadrados incluyendo los caseríos Navidad e Ixquigüila.

La comunidad Las Lagunas se encuentra ubicada a tres km de la cabecera municipal y 255 kilómetros de la ciudad capital, el clima del municipio de San Marcos es frío, con una temperatura promedio de 12.4 °C; oscilando entre una máxima de 20.0 °C y una mínima de 6.0 °C. Con una precipitación pluvial de 1,026.5 milímetros y una humedad relativa media de 85%, según datos obtenidos del Insivumeh por la estación meteorológica No. 37 ubicada en la cabecera departamental de San Marcos.

El territorio está localizado entre dos de las principales placas o fallas geológicas del continente americano: la del Caribe y la de Cocos en el océano Pacífico, esta situación lo define como un territorio con alta actividad sísmica. De acuerdo con la clasificación taxonómica en Guatemala, el departamento de San Marcos se encuentra dentro del orden andisol (Estado del uso actual del uso de la tierra en Guatemala, 2003).

San Marcos se encuentra clasificado dentro de la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical. (MAGA-ESPRED-ECATIE, 2001).

## **6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

### **6.2.1 Cultivo de haba**

El material experimental que se evaluó fue el cultivo de haba el cual se describe a continuación:

**a. Variedad criolla San Marcos:** Por ser una especie nativa de la región se encuentra adaptada a los cambios climáticos, planta de altura media (uno a un metro y medio de altura) vainas de color verde tierno con un largo de aproximadamente 15 cm, alrededor de 4 a 6 hijuelos, hojas con bordes lisos y de forma globosa, plantas erectas, flores de color blanco y morado, semillas de color blanco crema y morado claro.

### **6.2.2 *Trichoderma harzianum***

Las características del hongo *Trichoderma harzianum*, es un habitante natural del suelo y puede vivir como saprófito o como parásito de otros hongos. Es ampliamente conocido por su conducta antagonista y se ha utilizado en numerosos experimentos de biocontrol. El hongo *Trichoderma harzianum* induce a la planta por medio de sustancias por él secretadas a producir fitoalexinas a las cuales son sensibles algunos patógenos.

## **6.3 FACTORES A ESTUDIAR**

– Concentraciones de *Trichoderma harzianum*.

## **6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

Las dosis que se evaluaron de *Trichoderma harzianum* fueron expresadas en concentración de conidios, las aplicaciones se realizaron al follaje, efectuando aplicaciones cada siete días después de la germinación de la semilla de haba, diluyendo las concentraciones en agua, (bomba de 16 litros asperjando) al follaje (Vista V, 2012).

El control de enfermedades en el testigo relativo se describe a continuación: se realizaron aplicaciones de clorotalonil (Bravo 50 sc) 4.68 cc, azoxistrobin (amistar 50 wg) 1 gr/L de agua, Mefenoxam (Ridomil Gol Plus) 4 gr/L de agua, para evitar el desarrollo de enfermedades fungosas en el follaje (utilizado por el agricultor tradicional de la región); en el testigo absoluto no se aplicó ningún tipo de agroquímico para el control de enfermedades y así se obtuvo certeza que *Botrytis fabae* se presentó dentro del experimento.

Las aplicaciones de las concentraciones de *Trichoderma harzianum* se realizaron utilizando un adherente protectante a base de aceite para evitar la pérdida de la espora por efectos de la luz, cuidando el horario de aplicación de dichas esporas ya que *Trichoderma harzianum* es fotosensible.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de *Trichoderma harzianum* para la prevención de *Botrytis fabae* en el departamento de San Marcos Aldea Las Lagunas.

Tratamientos	Descripción de tratamientos
T1	$1.428571429 \times 10^{12}$ conidios/ ha
T2	$1.428571429 \times 10^{11}$ conidios/ ha
T3	$3.571428571 \times 10^{12}$ conidios/ ha
T4	Testigo relativo
T5	Testigo absoluto

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Según Reyes (1978), el diseño estadístico que presentó las características adecuadas para la investigación fue el diseño de bloques al azar; en este diseño las unidades experimentales se distribuyeron en grupos homogéneos, los tratamientos fueron distribuidos en las unidades experimentales, los cuales representaron cada uno de los tratamientos distribuidos aleatoriamente.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente (Reyes, 1978).

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

$Y_{ij}$  = variable de respuesta observada o medida en el  $i$ -ésimo tratamiento y el  $j$ -ésimo bloque.

$\mu$  = media general de la variable de respuesta

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

$B_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

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

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Para el cultivo de haba se utilizó la siembra directa, la cual se dividió en tres repeticiones, con un total de 15 unidades experimentales y tomando en cuenta el efecto de borde de cada una de ellas; las dimensiones que se manejaron se describen a continuación:

La unidad experimental constó de 3.6 m de largo por 3.6 m de ancho teniendo un total de 12.96 m<sup>2</sup> y un número de 45 plantas como parcela bruta, tomando en cuenta el efecto de bordes, siendo esta la parcela neta de 7.56 m<sup>2</sup> y un total de 21 planta; el método de siembra fue directo dejando un espacio entre planta de 0.45 m y 0.9 m entre surco, las calles entre repetición fueron de 2.5 m y entre tratamiento de 1.5 m, teniendo un área total del trabajo para el experimento de 448.56 m<sup>2</sup>.

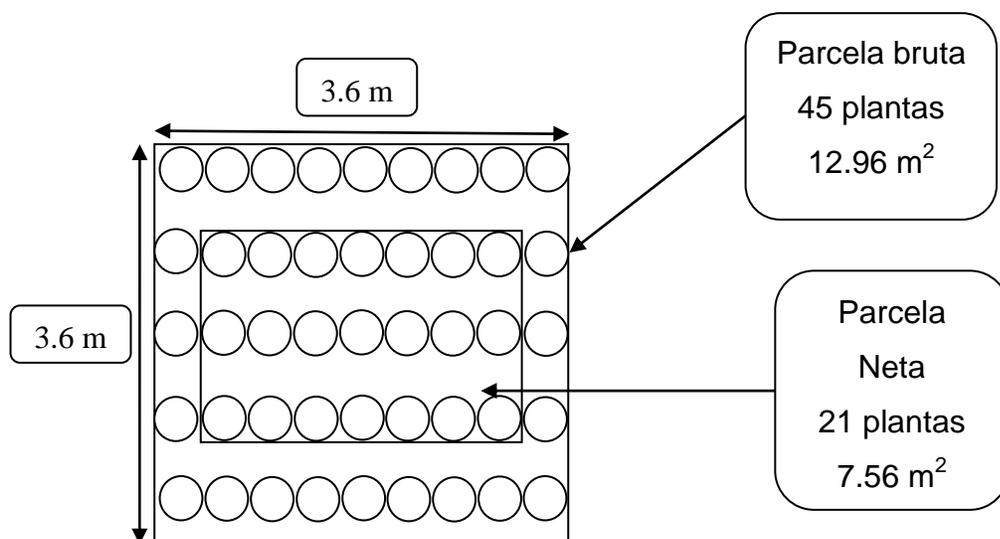


Figura 1. Distribución de campo de las unidades experimentales, en el cultivo de haba, San Marcos, 2013.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

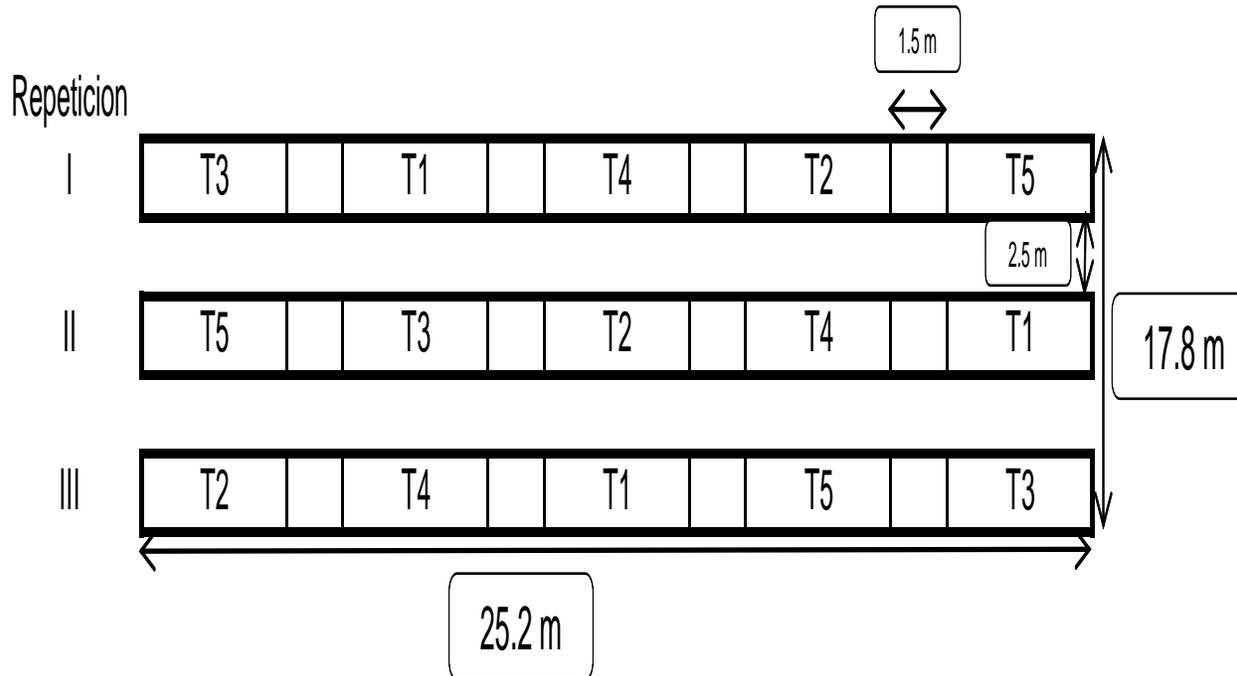


Figura 2. Descripción visual de la distribución de tratamiento a nivel de campo ubicado en la Aldea las Lagunas San Marcos, 2013.

### Referencias

T1=  $1.428571429 \cdot 10^{12}$  conidios/ha

T2=  $1.428571429 \cdot 10^{11}$  conidios/ha

T3=  $3.571428571 \cdot 10^{12}$  conidios/ ha

T4= Testigo relativo

T5= Testigo absoluto

## **6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **6.9.1 Reconocimiento del terreno**

El área de trabajo se definió mediante un recorrido, el cual se hizo previo al establecimiento del experimento, se observaron las condiciones las cuales cumplieron con los requerimientos necesarios para la ejecución del experimento, tomando en cuenta la homogeneidad del terreno, textura, humedad del terreno y grado de inclinación.

### **6.9.2 Limpieza del terreno**

Mediante una observación directa del terreno se determinó y tomo la decisión de eliminar cualquier tipo de materia extraña del suelo en donde se realizó el experimento, las cuales fueron: malezas, plásticos, piedras y restos de cosecha de maíz anteriormente establecido, entre otros; esta actividad fue realizada manualmente con azadones y machete, recolectando y eliminando del terreno materias anteriormente mencionadas.

### **6.9.3 Selección de la semilla**

Después de tener el área de trabajo lista para las labores agrícolas correspondiente se seleccionó el material o semilla criolla que fue comprada con un agricultor del municipio que se dedica a la producción de haba de forma no comercial seleccionando cada una de las semillas que presentaron las características adecuadas como tamaño aproximado de 1.5 cm, en un estado seco y sin problemas de daños por insectos y enfermedades.

### **6.9.4 Trazo del terreno**

Posteriormente a la limpieza se hicieron las mediciones correspondientes del área que se utilizó con una cinta métrica, luego de ello se procedió a marcar cada una de las repeticiones, parcelas grandes y parcelas pequeñas de acuerdo al croquis de campo, dejando señalada el área con pita rafia de color blanco hasta que se realizó la siembra del cultivo de haba.

### **6.9.5 Siembra**

Con el trazo realizado, se procedió a ejecutar la siembra del haba de acuerdo a la distribución indicada en el croquis de campo, tomando como referencia de documentación ya establecido, que indican que la siembra se realiza en posturas, colocándose dos semillas en cada una de ellas, proporcionando espacio entre planta 0.4 m y 0.9 m entre surco, dando lugar antes de la colocación de la semilla a una cama, la cual constó de una ligera capa de abono orgánico, luego una capa de tierra aproximadamente de 15 cm y al final colocando la semilla y tapándola el doble de su grosor aproximadamente 2.5 cm, la siembra se recomienda realizarla del 15 de abril al 15 de mayo (Aldana, 2010).

No se realizó resiembra gracias a que la semilla presentó las mejores características de germinación, luego se realizaron tres muestreos foliares y análisis de laboratorio de cada uno de los muestreos para demostrar la presencia de la enfermedad en el experimento (ver anexo cuadro 11). Estos fueron a los 15, 45, 90 días después de la siembra, tomando estas muestras de los testigos absolutos de cada una de las repeticiones ya que debido a que el testigo absoluto no se le aplicó, ningún tratamiento y fue expuesto a las enfermedades presentes en el ambiente en dicho momento y en especial *Botrytis fabae* y así se obtuvo certeza de la presencia de la enfermedad dentro del experimento.

### **6.9.6 Resiembra**

Después de la germinación y emergencia de cada una de las posturas que se sembraron en cada una de las unidades experimentales, se procedió a un recorrido y observación de cada una de las posturas sembradas determinado la existencia de la plántula, por lo que no fue necesario resembrar, gracias a que la semilla de haba presentó alto porcentaje de germinación.

### **6.9.7 Fertilización**

La fertilización se realizó antes de la siembra con materia orgánica de fondo, luego de ello se fertilizó conjuntamente con la calza aplicando 100 kg/ha de la fórmula 20-20-0, se utilizó nitrato de calcio y potasio, antes del inicio de la floración, aplicando cuatro

gramos de cada uno de los fertilizantes por postura, realizando la aplicación en forma de media luna a ocho centímetros de distancia al pie de la planta para evitar quemaduras y daños secundarios por la mala aplicación del fertilizante tapando el fertilizante para evitar la pérdida del fertilizante, por factores ambientales (Lluvia, luz solar, evaporación del fertilizante).

#### **6.9.8 Control de malezas**

El control de malezas fue realizado manualmente en la etapa de desarrollo de la plántula a los 25 días y al momento de realizar el aporque del cultivo, evitando de esta manera la competencia entre nutrientes y luz solar, mejorando así las condiciones del experimento.

#### **6.9.9 Riego**

No se realizó ningún tipo de riego ya que el cultivo se estableció en época de lluviosa.

#### **6.9.10 Aporque/calza**

Esta práctica agrícola se realizó cuando el cultivo de haba alcanzó una altura aproximada de 0.7 m, en la cual se acomodó tierra en bandas para evitar que el viento o lluvia derribara la planta; fue realizada de forma manual con azadón, con lo cual se evitó el daño hacia los tallos de la planta, evitando tapar los hijuelos y evitando también el daño hacia las raíces de la planta.

#### **6.9.11 Control de plagas**

Se realizó con aplicaciones de insecticidas para la prevención y control de pulgón negro (*Aphis craccivora*), una de las principales plagas en el cultivo de haba; se realizaron tres aplicaciones con lambdacihalotrina a una relación de 0.75 ml/L de agua al follaje, con adherente para evitar pérdidas del producto por las precipitaciones pluviales.

### **6.9.12 Control de enfermedades**

Para el control de enfermedades se utilizó la aplicación de las tres concentraciones de conidios de *Trichoderma harzianum* en el cultivo de haba, las cuales fueron las siguientes relaciones:

Concentración=  $1.428571429 \cdot 10^{12}$  conidios/ha

Concentración=  $1.428571429 \cdot 10^{11}$  conidios/ha

Concentración=  $3.571428571 \cdot 10^{12}$  conidios/ ha

Estas se aplicaron cada siete días, realizándolas después de la germinación, posteriormente y consecutivamente al follaje, realizando las aplicaciones en horarios de la tarde, donde la temperatura disminuyó y no afectó la espora, y así de esta manera evitando también el viento para disminuir el paso de las aplicaciones a otras unidades experimentales, tomando en cuenta que los testigos absoluto y relativo no se les aplicó ninguna dosis de *Trichoderma harzianum*.

Al testigo relativo se le realizaron aplicaciones de clorotalonil, 4.68 cc, azoxistrobin, 1 gr/L de agua, Mefenoxam, 4 g/L de agua, para evitar el desarrollo de enfermedades fungosas en el follaje.

Las aplicaciones de las dosis de *Trichoderma harzianum* se realizaron para el cultivo de haba efectuando la disolución de las concentraciones en una bomba de fumigación.

### **6.9.13 Cosecha**

Esta se realizó al finalizar la etapa fenológica del cultivo, las vainas cosechadas se embalaron en bolsas de papel para permitir la circulación del aire y evitar la pudrición de las vainas; se identificaron de acuerdo al tratamiento y repetición según establecido en el croquis de campo; las vainas fueron recolectadas en dos fases, la primera cuando un 80% de ellas alcanzaron la madurez necesaria y el otro 20% ocho días después del primer corte, debido a que no todas las vainas alcanzan su madurez al mismo tiempo.

Las vainas recolectadas manualmente se pesaron con una balanza analítica en las dos fases, posteriormente a la cosecha para evitar pérdida de peso por merma de las vainas.

#### **6.9.14 Tabulación de datos**

Al terminar la fase de campo del experimento se procedió a ejecutar el cálculo estadístico a través de un cuadro de ANDEVA realizándolo al rendimiento, nivel de daño (incidencia y severidad) respectivamente.

### **6.10 VARIABLES DE RESPUESTA**

#### **6.10.1 Nivel de daño**

##### **a. Incidencia**

Para la incidencia de los 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).

$$\text{Incidencia (I)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Individuos afectados por repetición}}{\text{Total de individuos afectados y no afectados}} * 100$$

##### **b. Severidad**

La severidad se midió a través de la escala proporcionada por el Centro Internacional para la Investigación Agrícola en Áreas Secas (ICARDA, por sus siglas en inglés), cuadro dos representado en los cuadros de trabajo en campo establecido el valor de la severidad, y expresados en porcentaje por la siguiente fórmula matemática (Bonilla, R., 2012).

$$\% \text{ Sev} = \frac{((N1*1)+(N2*2)+(N3*3)+(N4*4)+(N5*5))}{N*5} * 100$$

Dónde:

N1= Numero de plantas con valor 1 de la escala

N2= Numero de plantas con valor 2 de la escala

N3= Numero de plantas con valor 3 de la escala

N4= Numero de plantas con valor 4 de la escala

N5= Numero de plantas con valor 5 de la escala

N= Numero de plantas totales

El tiempo transcurrido entre una y otra lectura fue de siete días anotado en una boleta de campo (Ver anexo, cuadro 21).

Cuadro 2. Escala para valorar mancha chocolate (*Botrytis fabae*) en el cultivo de haba en la Aldea Las Lagunas.

Valuación de las enfermedades	Descripción
1	Ninguna lesión o pocas, color castaño, pequeñas, las manchas no han esporulado, cubriendo el 1% de superficie de la hoja.
2	Pocas lesiones pequeñas, discretas, color bronce, de forma redonda, las lesiones aún no han esporulado (2-3 mm diámetro) cubriendo entre 1.1 y 2% de superficie de la hoja.
3	Las lesiones se han vuelto comunes (3-5 mm en diámetro) algunas se unieron y cubren 2.1-5% de superficie de la hoja, con un poco de defoliación y la esporulación es poca.
4	Lesiones irregulares, unidas, grandes, que son negruzcas, han esporulado y cubren 5.1-10% de superficie de la hoja, defoliación moderada, existe caída de la flor, y algunas plantas muertas.
5	Lesiones irregulares, unidas, grandes, extensas que son negruzcas, se intensifica la esporulación, y cubre más de 10% de la superficie de la hoja, defoliación severa, circundando el tallo, y muerte de gran mayoría de plantas.

(Bonilla, 2012)

### **6.10.2 Rendimiento del cultivo**

Las vainas fueron medidas en kg/ha con una balanza analítica, cuando finalizó el ciclo fenológico de la planta (120 días) en el cultivo de haba y en cada una de las dosis correspondiente a cada tratamiento y repetición.

## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de ANDEVA para las variables de rendimiento y nivel de daño (severidad e incidencia), también se realizó una prueba de tukey para la variable nivel de daño (severidad), ya que fue la única variable que presentó significancia estadística.

### **6.11.2 Análisis económico**

Se realizó un análisis de costos de producción en los tratamientos como criterios de decisión de cual fue más rentable económicamente hablando y la relación costo beneficio, tomando en cuenta el costo de la semilla, mano de obra, labranza de la tierra, aplicación de insecticidas y fungicidas, aplicaciones de productos biológicos, alquiler de la tierra y depreciación de materiales y equipo utilizados durante la producción (Vidal, 2004).

Costo total= Costo variable+ Costo fijo

Rentabilidad=  $\frac{\text{Costos totales} - \text{Ingreso por ventas}}{\text{Costos Totales}} * 100$

Relación Benéfico/Costo= Costos totales/Ingresos por ventas

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 NIVEL DE DAÑO

#### 7.1.1 INCIDENCIA Y SEVERIDAD

Durante el proceso de recolección de datos la primera lectura se realizó ocho días después de la germinación de las plantas de haba; posteriormente se realizaron las aplicaciones de cada uno de los tratamientos y muestreos para determinar los niveles de incidencia y severidad de *Botrytis fabae*, cada siete días durante todo el ciclo fenológico del cultivo; durante el proceso se realizaron 11 sub-muestreos, a los cuales se aplicó la fórmula descrita por Silva para expresar la incidencia en porcentaje y la fórmula descrita por Bonilla (2012), para expresar la severidad en porcentaje.

Los porcentajes expresados en los cuadros tres y cuatro representan la media general de cada uno de los tratamientos con las repeticiones correspondientes, ya que se realizaron 11 sub-muestreos los cuales se encuentran descritos en los anexos, donde se muestra el desarrollo progresivo de la incidencia y la severidad en el experimento (Cuadros 12 y 13).

Los beneficios que se obtienen al utilizar agentes de biocontrol en este caso *Trichoderma harzianum*, son: menor riesgo de intoxicación para el operario, compatibles con el ambiente, no crea resistencia, incrementa la población de antagonistas, reduce el potencial de inóculo, contribuye en la absorción de nutrientes con mayor desarrollo radicular, favorece el manejo bio-ecológico de los cultivos (Molina, 2006).

Se puede determinar que *Trichoderma* como un tratamiento preventivo es más eficaz de *Botrytis* spp., presenta una menor severidad con plantas con síntomas de las enfermedades foliares evaluadas.

### a. INCIDENCIA

Cuadro 3. Porcentaje de incidencia de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba luego de la aplicación de los tratamientos, San Marcos, 2013.

Tratamientos	Descripción	% de incidencia			Medias
		R1	R2	R3	
T1	1.428571429*10 <sup>12</sup> conidios/ ha	90.48	92.64	92.21	91.77
T2	1.428571429*10 <sup>11</sup> conidios/ ha	91.34	91.34	92.21	91.63
T3	3.571428571*10 <sup>12</sup> conidios/ ha	89.18	90.91	91.34	90.48
T4	Testigo relativo	90.04	86.15	90.91	89.03
T5	Testigo absoluto	91.77	93.51	92.21	92.50

R= Repetición

El comportamiento de la incidencia demostró que en todos los tratamientos hubo presencia del patógeno, considerando una mayor incidencia en el tratamiento cinco con un 92.50%, la diferencia entre promedios es de 3.47%, indicando que al realizar la aplicación de los tratamientos de *Trichoderma harzianum*, se logra una reducción del 3.47% de la presencia de la enfermedad en la planta.

El tratamiento cinco presentó incidencia de *Botrytis fabae* de un 92.50% en promedio general; a diferencia de los tratamientos tres y cuatro que presentaron menor incidencia, con un 2.02% y 3.45% de reducción de incidencia de la enfermedad, menor al tratamiento cinco. Tomando en cuenta que la diferencia entre los tratamientos tres y cuatro fue de 1.45% de reducción de la incidencia *Botrytis fabae* entre ambos, una mínima diferencia entre tratamientos.

Cuadro 4. ANDEVA de la incidencia de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba sometidos al análisis estadístico de varianza con una probabilidad del 5% y 1%.

ANDEVA						
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0,05	Ft0,01
Bloques	2	3.8980	1.94898896	0.95412844	4.46	8.65
Tratamientos	4	22.0386	5.50964187	2.69724771	3.84	7.01
Error	8	16.3415	2.04269035			
Total	14	42.2781				
Coeficiente de variación			1.57%			

Al realizar el análisis correspondiente se determinó que la f calculada es de 0.95 para bloque y 2.69 de tratamientos y la f tabulada es de 8.65 para bloques y 7.01 para tratamientos; esto indica que no existe diferencia estadística entre tratamientos, quiere decir que ninguno de los tratamientos utilizados en el experimento tuvo algún efecto en reducir la incidencia de *Botrytis fabae* en el cultivo, revelando que el patógeno tuvo presencia en todos los tratamientos, debido a que la enfermedad al desarrollarse en la plantación ya no fue posible realizar un control total o una reducción de dicho patógeno, debido a que afectos la lámina foliar traduciéndose en pérdida de follaje para el cultivo de haba.

También el coeficiente de varianza fue de 1.57%, lo que dice que el error experimental fue mínimo, que ninguno de los factores ambientales (luz, temperatura, humedad) afecto el proceso experimental.

## b. SEVERIDAD

Cuadro 5. Porcentaje de severidad de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba luego de la aplicación de los tratamientos, San Marcos, 2013.

Tratamientos	Descripción	% de Severidad			Medias
		R1	R2	R3	
T1	1.428571429*10 <sup>12</sup> conidios/ ha	45.80	47.71	47.45	46.98
T2	1.428571429*10 <sup>11</sup> conidios/ ha	51.77	45.37	55.15	50.76
T3	3.571428571*10 <sup>12</sup> conidios/ ha	47.19	40.09	39.83	42.36
T4	Testigo relativo	36.10	36.28	37.06	36.47
T5	Testigo absoluto	56.88	62.16	52.03	57.02

Para el caso de la severidad se puede apreciar que el tratamiento tres fue el que mostro un mejor control con relación a la severidad, siendo ésta una media de 42.36 % representando en 23 plantas afectadas en su totalidad por *Botrytis fabae*, y el tratamiento que mostro una mayor severidad de la enfermedad fue el tratamiento cinco con un 57.02% siendo este un total de 23 plantas afectadas en su totalidad por la enfermedad.

Después de determinar los valores expresados en porcentaje de la incidencia y severidad se procedió a realizar el ANDEVA correspondiente de cada uno de los factores que se estudiaron siendo estos sometidos a la varianza con probabilidad del 5% y 1%.

Cuadro 6. ANDEVA de la severidad de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba sometidos al análisis estadístico de varianza con una probabilidad del 5% y 1%.

ANDEVA						
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0,05	Ft0,01
Bloques	2.00	5.11	2.56	0.15	4.46	8.65
Tratamientos	4.00	739.51	184.88	11.11**	3.84	7.01
Error	8.00	133.14	16.64			
Total	14.00	877.76				
Coeficiente de variación			<b>8.73%</b>			

Durante la evaluación de la severidad mediante el ANDEVA se determinó que sí existió diferencia estadística entre tratamientos siendo la  $f$  calculada 11.11 mayor a la  $f$  tabulada, según la tabla de tukey al 5% de 3.84 y al 1% de 7.01.

Tomando en cuenta el coeficiente de variación se determinó que el experimento no presento mayor error, significando esto que ninguno de los factores ambientales, pendiente del terreno afecto o dañó el experimento al momento de su ejecución.

Se procedió a realizar la prueba de medias debido a que sí existió significancia estadística entre tratamientos, para determinar cuál de ellos es el más efectivo en la control de la severidad de *Botrytis fabae* los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Cuadro 7. Prueba de medias (Tukey) para severidad expresado en promedios de porcentaje, San Marcos, 2013.

Tratamientos	Descripción	Medias	Literal
T4	Testigo relativo	36.47	A
T3	$3.571428571 \cdot 10^{12}$ conidios/ ha	42.36	AB
T1	$1.428571429 \cdot 10^{12}$ conidios/ ha	46.98	ABC
T2	$1.428571429 \cdot 10^{11}$ conidios/ ha	50.76	BC
T5	Testigo absoluto	57.02	C

Prueba de tukey al **5%**

Valor del comparador **8.6912**

El cuadro siete expresa los valores de las medias obtenidas de menor a mayor, las cuales indican que el tratamiento cuatro presenta diferencia estadística con relación a los tratamientos uno, dos y cinco, mientras que el tratamiento tres es estadísticamente igual al tratamiento cuatro.

Los tratamientos que mostraron menor severidad de la enfermedad fueron el tratamiento cuatro, tratamiento tres y que estadísticamente no presentan ninguna variabilidad.

En la aplicación de productos biológicos al follaje en el cultivo de haba se obtenido diferencia estadística gracias a la colonización del hongo benéfico y Jiménez (2005), menciona que *Trichoderma harzianum* es una buena alternativa en el control de enfermedades foliares, ya que una vez aplicado el biocontrol, se estimula la colonización de la superficie de las plantas, por antagonistas saprofitos capaces de multiplicarse y disminuir el inoculo de los patógenos, disminuyendo el efecto del patógeno.

## 7.2 RENDIMIENTO

Para analizar si existió significancia estadística entre cada uno de los tratamientos relacionados al rendimiento se realizó el análisis de varianza con un 95% de confiabilidad, obteniendo los datos en kg/ha los cuales fueron sometidos al análisis.

La recolección de las vainas se realizó a los 100 días después de la siembra, se recolectaron las vainas se embalaron en bolsas de papel identificadas correspondientemente e identificadas de acuerdo a cada uno de los tratamientos.

Cuadro 8. Rendimiento del cultivo de haba expresado en kg/ha, San Marcos, 2013.

Tratamientos	Descripción	Rendimiento Kg/ha			
		R1	R2	R3	Media
T1	$1.428571429 \cdot 10^{12}$ conidios/ ha	10,814.81	10,476.19	11,153.44	10,814.81
T2	$1.428571429 \cdot 10^{11}$ conidios/ ha	8,896.83	10,876.98	9,886.90	9,886.90
T3	$3.571428571 \cdot 10^{12}$ conidios/ ha	8,117.06	5,948.41	10,285.71	8,117.06
T4	Testigo relativo	11,603.17	10,322.75	7,320.11	9,748.67
T5	Testigo absoluto	6,941.80	7,439.81	7,937.83	7,439.81

En el cuadro ocho se presentan los rendimientos expresados en kg/ha obtenidos al realizarse la cosecha del experimento, representando cada una de las cantidades obtenidas en cada uno de los tratamientos.

Se determinó que el mejor rendimiento en vaina que se obtuvo fue el tratamiento uno ya que en la aplicación de *Trichoderma harzianum* a ciertas concentraciones se presenta un aumento del rendimiento por la ganancia de peso en cada una de las vainas y granos de haba y un mayor número de flores por planta, como se muestra en los rendimientos obtenidos en la evaluación, a pesar de la poca variabilidad estadística con un promedio de 10,814.81 kg/ha en relación a los demás tratamientos; y el que presentó menores rendimientos fue el tratamiento cinco con un promedio de 7,439.81 kg/ha, obteniendo una diferencia de 2,745 kg/ha, tomando en cuenta que al realizar las aplicaciones de *Trichoderma harzianum*, según Soto, Osorio, Muñoz y Galindo, (2002) mencionan que puede haber un incremento en el peso de las plantas y un aumento en la floración, por ende esto se transforma en un incremento en el rendimiento del cultivo.

Según, Agrobeta (2014), confirma que, se han realizado algunos estudios preliminares con *Trichoderma harzianum* para la estimulación del crecimiento sobre plantas de haba, donde los aislamientos seleccionados estimularon la germinación y presentaron un aumento en la altura de las plantas entre el 70 y 80%, y una ganancia en peso de un 60% aproximadamente, ello supone un incremento en los rendimientos de este cultivo. Un ensayo similar realizado sobre pasto Estrella demostró que la ganancia en peso seco con algunos aislamientos es cercana al 23%, en longitud de las raíces y de estolones este incremento fue de un 30%.

Cuadro 9. ANDEVA del rendimiento en el cultivo de haba sometida al análisis estadístico de varianza con una probabilidad del 5% y 1%.

ANDEVA						
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0,05	Ft0,01
Bloques	2	271267	135633	0.05	3.26	4.75
Tratamientos	4	22954514	5738628	2.13	4.53	6.20
Error	8	21487393	2685924			
Total	14	44713174				
Coeficiente de variación			<b>17.81</b>			

Al realizar el ANDEVA se muestra un coeficiente de variación del 17.81% de acuerdo a los valores que se presentan en los rendimientos por hectáreas se puede definir que no existe diferencia estadística en el rendimiento, debido a que la  $f$  calculada es menor a la  $f$  tabulada del 5% y 1% respectivamente, indicando que no existió diferencia estadística.

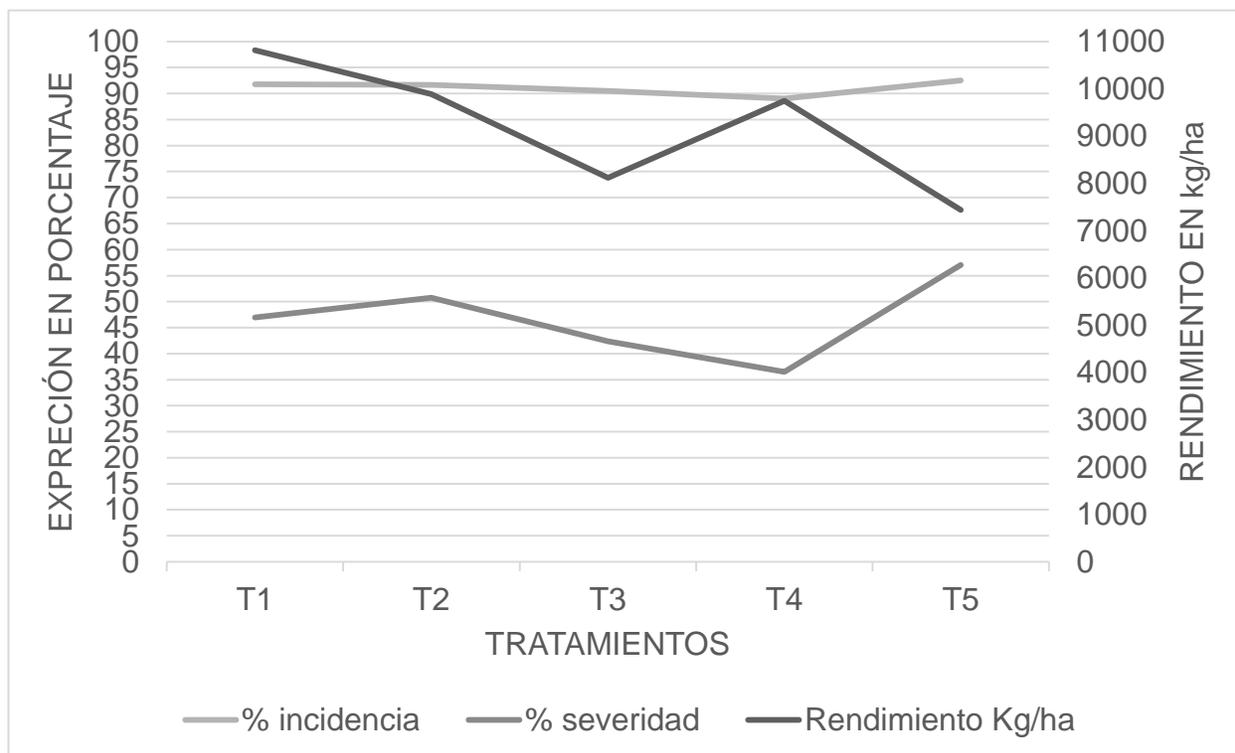


Figura 3. Relación entre rendimiento, incidencia y severidad de los tratamientos aplicados al control de *Botrytis fabae* en el cultivo de haba, San Marcos, 2013.

En la figura tres se demuestran la dependencia que tiene la incidencia y severidad con relación al rendimiento y el efecto que ocasiona. Se determinó también que la incidencia no es un factor que limite la producción, pero que en conjunto con el grado de severidad (mayor al 50%) que presente la enfermedad puede afectar el rendimiento del cultivo, como lo es el caso del tratamiento cinco, al causar daño la enfermedad en la planta elimina la lámina foliar la cual ayuda al proceso fotosintético y de esta manera el daño se ve reflejado en el rendimiento del cultivo.

Según, Soto, Osorio, Muñoz y Galindo, (2002) mencionan que puede haber un incremento en el peso de las plantas y un aumento en la floración de los cultivos chile pimienta y tomate al realizar aplicaciones de *Trichoderma harzianum*.

Siendo de esta manera el rendimiento del cultivo puede ser influenciado por la aplicación de ciertas concentraciones de *Trichoderma harzianum*, como se puede observar en el tratamiento uno y dos (figura tres), existiendo un efecto biológico de los

tratamientos sobre el cultivo que aumenta el rendimiento aunque haya aumento de severidad de *Botrytis fabae*, como lo menciona Agrobeta, (2014) mejorando los rendimientos del cultivo.

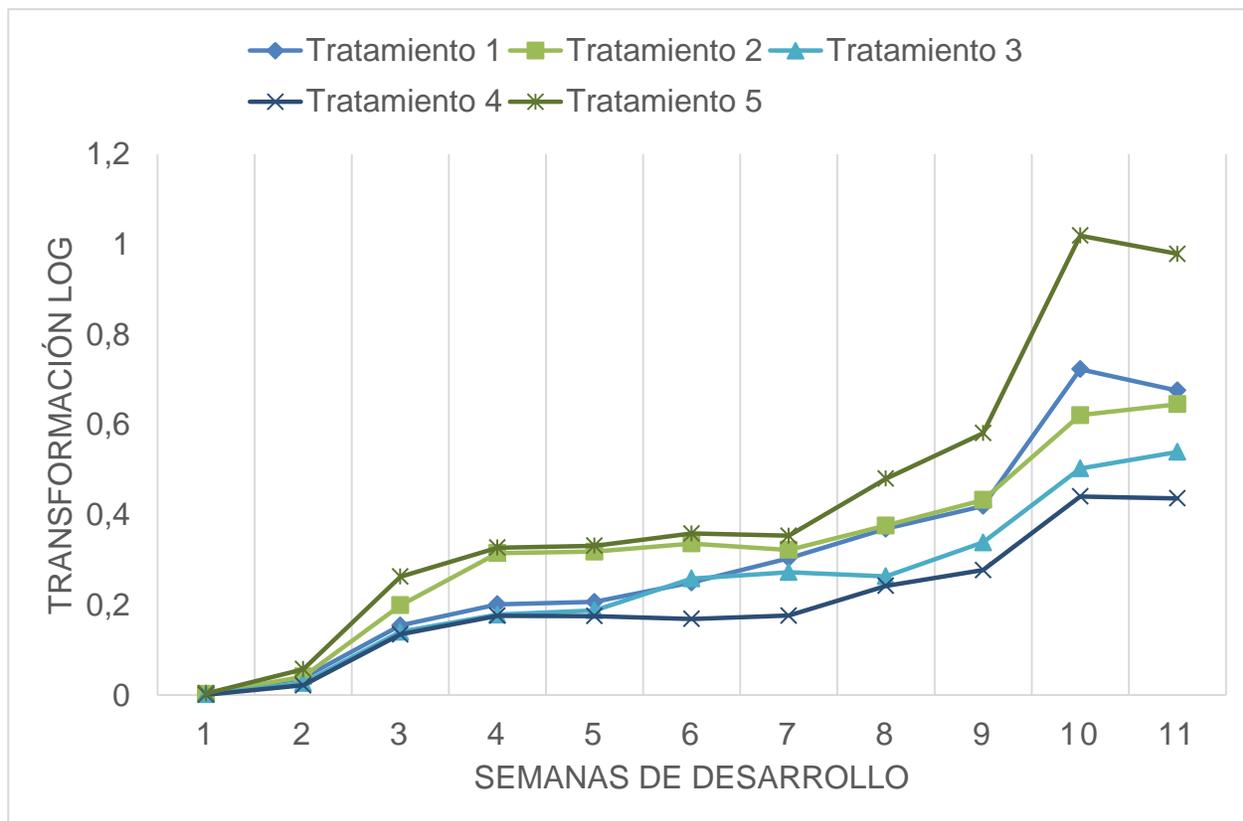


Figura 4. Desarrollo de Severidad de *Botrytis fabae*, durante el ciclo de vida del cultivo de haba, San Marcos, 2013.

La figura cuatro demuestra el comportamiento de las epidemias como resultado de la aplicación de los tratamientos de *Trichoderma harzianum* según la investigación.

La curva del tratamiento cinco que corresponde a testigo absoluto, demostrando que posee los índices mayores de severidad de forma incremental durante el periodo de producción del cultivo de haba. El tratamiento uno demostró un comportamiento más horizontal durante todo el ciclo productivo del cultivo, lo cual indicó un mejor control de la epidemia con mayor eficacia con relación al testigo absoluto y tratamiento químico, generalmente se estima que los tratamientos biológicos por carecer de un efecto de

impacto inmediato en reprimir una epidemia como lo es *Botrytis fabae*; sin embargo este comportamiento debe de ser atribuido a que en la localidad evaluada las condiciones ambientales son de una gran humedad relativa, lo cual puede ser la causa del favorecimiento del efecto de *Trichoderma harzianum*; con referencia a los tratamientos dos y tres al parecer están influenciados por la concentración de esporas de *Trichoderma harzianum* el cual influye en el comportamiento de la epidemia por lo tanto indica que fueron menos eficientes que él. En cuanto al control químico se demuestra que fue superado en rendimiento no obstante en los niveles de severidad fue menor, sin embargo podría ser porque no existió un control del complejo de enfermedades de haba como *Alternaria tenuis* y *Uromyces fabae*, mientras que *Trichoderma harzianum* lo pudo haber hecho por presencia física sobre el hospedero dado el número de aplicaciones realizadas, estas aseveraciones se fundamentan en las gráficos de correlación que se presentan (figuras seis, siete, ocho, nueve y 10).

### 7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 10. Análisis de rentabilidad y costo beneficio de los tratamientos evaluados, en el cultivo de haba, San Marcos, 2013.

	Tratamiento	Rentabilidad	Beneficio/costo
T1	1.428571429*10 <sup>12</sup> conidios/ ha	42,95%	1,42
T2	1.428571429*10 <sup>11</sup> conidios/ ha	35,64%	1,36
T3	3.571428571*10 <sup>12</sup> conidios/ ha	-10,11%	0,90
T4	Testigo relativo	31,65%	1,32
T5	Testigo absoluto	18,95%	1,19

Al finalizar el análisis económico se determinó que el tratamiento uno fue el que demostró mayor rentabilidad con un 42.95% indicando también que la relación beneficio costo demostró que por cada quetzal invertido en el proyecto se obtuvo 42 centavos de quetzal de ganancia, los resultados de cosecha de vaina del cultivo de haba, indicaron que el tratamiento uno mostró un mayor rendimiento con relación a los demás tratamientos siendo este de 10,814.82 kg/ha en promedio (cuadro ocho), entonces el tratamiento uno es considerado como rentable debido a que la relación beneficio costo es mayor a uno.

El tratamiento que obtuvo el segundo lugar en rentabilidad fue el tratamiento dos con un 35.84%, la relación beneficio costo fue de 36 centavos de quetzal, se observa que el tratamiento tres muestra una rentabilidad negativa debido a que el costo de *Trichoderma harzianum* (Cuadro17) es muy elevado y rendimientos no compensan la inversión a pesar de que son mayores que en el testigo absoluto, en el tratamiento cinco se determinó que la rentabilidad es de un 18.95% relativamente baja con relación a los tratamientos uno, dos y cuatro y la relación beneficio costo demuestra que el proyecto es válido a pesar de su baja rentabilidad.

## VIII. CONCLUSIONES

El efecto ocasionado por la aplicación de las concentraciones de *Trichoderma harzianum* a ciertos niveles de concentración se expresa en un aumento en el rendimiento del cultivo de haba, haciendo más tolerante la planta a la enfermedad.

Ninguno de los tratamientos mostro diferencia estadística con relación a la incidencia.

El tratamiento que demostró un mejor rendimiento relacionado al nivel de daño que ocasionó *Botrytis fabae* en el cultivo del haba fue el tratamiento uno con 10,814.81 kg teniendo esto un aumento en la producción de 1066.13 kg/ha, según el estudio realizado.

Al realizar el análisis económico se demostró que el tratamiento uno fue el más rentable con respecto a los demás tratamientos, con un 42.95%, observando también que el beneficio costo por cada quetzal invertido es de 42 centavos de quetzal si se utiliza el tratamiento antes mencionado.

## IX. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda la evaluación de *Trichoderma harzianum*, aplicado al suelo para determinar el efecto de la producción de fitoalexinas en la planta y el posible aumento de raíces del cultivo para mejorar la absorción de nutrientes y determinar si en algún momento obtuviera efecto sobre el rendimiento del cultivo.

Continuar con las evaluaciones del control de *Botrytis fabae* en otras variedades del cultivo de haba en diferentes áreas del país para determinar el efecto del *Trichoderma harzianum*, diferentes ambientes climáticos.

Se recomienda la evaluación de *Trichoderma harzianum* a concentraciones mayores para determinar si el uso de las mismas afecta el rendimiento del cultivo de haba por efectos de fitotoxicidad en la planta, debido a que los resultados demuestran que el tratamiento tres con mayor concentración produjo una disminución en severidad e incidencia al igual que el rendimiento.

Se recomienda la evaluación de *Trichoderma harzianum* en el cultivo de haba en asocio con los sistemas tradicionales de producción (Maiz y Frijol).

En el municipio de San Marcos departamento de San Marcos se recomienda la utilización de *Trichoderma harzianum*, en aplicaciones foliares a una relación de  $1.428571429 \times 10^{12}$  conidios/ha para el mejoramiento del control de *Botrytis fabae* y aumento en el rendimiento del cultivo de haba, así de esta manera también reducir el uso de productos químicos agrícolas y contribuir al medio ambiente y a la salud humana.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. (1997). Plant pathology. (1ra. Ed.). Estate unites: Elsevier academic press. (4), p 194.
- Agrobeta, (2014). Fabricación y comercialización de abonos y fertilización ecológica, productos y ensayos. España. disponible en línea [www.agrobeta.com](http://www.agrobeta.com)
- Aldana, L. (2010). Producción y comercialización de semillas de haba (*Vicia faba* L), primera edición, Guatemala Quetzaltenango, Compuimpreso S.A. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola, p 2.
- Aldana, L. (2012, Agosto 6). Entrevista personal.
- Artman, H. (2004). Consultado 30 de julio 2012 disponible en [deGuate.com](http://www.deguate.com), [http://www.deguate.com/artman/publish/geo\\_deptos/Datos\\_de\\_San\\_Marcos\\_391.shtml](http://www.deguate.com/artman/publish/geo_deptos/Datos_de_San_Marcos_391.shtml).
- Bonilla, O. (2012, Agosto 20). Entrevista Personal.
- 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 Ing. Agr. San Marcos, Guatemala, USAC. pp. 4: 23-37.
- Crespo, M. De Quinto, M. (1990). Identificación y control de las principales enfermedades y plagas de haba (*Vicia faba* L.) en la subregión andina p. 2-8.
- Eden, M. (1996). Biological control of *Botrytis* stem infection of greenhouse tomatoes. Plant Pathology Estates Unites, 284 p.

- Elad, Y; Zimand, G. (1993). Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber flock mold (*Botrytis cinerea*) under commercial greenhouse conditions. Plant Pathology Estates unites (1), 42, 324-332.
- Fuentes, J. (2008). Evaluación del potencial de rendimiento de 16 genotipos de haba (*Vicia faba* L) en el altiplano occidental de Guatemala, Tesis Ing. Agr. San Marcos, Guatemala p. 18-19.
- González, A. (1990). Cultivo del haba (*Vicia faba*), folleto ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, Quetzaltenango. Guatemala.
- Guadarrama Guadarrama Eugenia, Rodríguez López Mario, Cerda Laguna Antonio, (2000). Reducción del uso de fungicidas en el control de *Botrytis fabae* Sard. mediante genotipos tolerantes de haba (*Vicia faba* L.). Facultad de ciencias agrícolas UAEM México. p. 1.
- Guerrero, A. (1999). Cultivos herbáceos extensivos. Grafo S.A. (6), 519.
- Hernández (2004). Evaluación de seis tratamientos de fertilización en dos variedades de haba (*Vicia faba* L) de exportación, en San Cristóbal Totonicapán. Tesis Ing. Agrónomo, Quetzaltenango, Quetzaltenango, Universidad Rafael Landivar, pp. 17, 27, 33, 34.
- IA, URL, FCAA, IARNA, (2003). Estado del uso actual del uso de la tierra en Guatemala, (archivo pdf)\_Guatemala. disponible en línea [www.infoiarna.org.gt](http://www.infoiarna.org.gt)
- Jimenez, J. (2006). Efecto biocontrolador de la cepa *Trichoderma inhamatum* BOL 12 QD-1 sobre el patógeno *Botrytis cenerea* causante de la mancha del chocolate en el cultivo de haba de la comunidad de Chirapaca. Tesis Magister Scientiarum. La Paz, Bolivia Universidad Mayor de San Andrés. p. 14.

Jimenez P. (2005). Determinación de dosis y frecuencia de aplicación de *Trichoderma virens* para el control de enfermedades foliares en Protea CV. Pink Ice bajo condiciones de campo Tesis Magister Scientiarum. La Paz, Bolivia Universidad Mayor de San Andrés. pp. 18, 25, 26.

López Rodríguez Mario, Guadarrama Guadarrama María Eugenia, Deborah Almendra Esparza, Martínez Zaratem Noemf, Vázquez Iturbe Ammy Guadalupe, Terrón García Viridiana, Villavicencio Camacho Magdalena, Medina de Jesús Brenda Ixefe, Hernández Nunez Delfino, Gómez González Dasaiev, Medina Hernández Max Williams, Romero Legorreta Manuel Alejandro, Estrada Estrada Salomón, Ramos Avilez Rodolfo, Rodríguez Gama Héctor Danief, (2005). Diagnóstico de la tecnología de producción del cultivo de haba (*Vicia faba* L) en la región centro del país Facultad de ciencias agrícolas UAEM México p. 61.

MAGA-ESPRED-ECATIE, (2001). Zonas de vida municipios del departamento de San Marcos, Guatemala SEGEPLAN (archivo pdf) disponible en línea [ide.segeplan.gob.gt/tablas/tablas.../12...SanMarcos/tabla\\_44\\_12.pdf](http://ide.segeplan.gob.gt/tablas/tablas.../12...SanMarcos/tabla_44_12.pdf)

Molina, S. (2006). Manejo de patógenos que provocan enfermedades de raíz *Fusarium oxysporum* Schl y *Rhizoctonia solani* Kuhn, aplicando el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* en pascua *Euphorbia pulcherrina* Willd. ex *klotzsch* en finca del fuego san Juan Alotenango, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala USAC, pp. 22-24.

Reyes, P. (1978). Diseño de experimentos Agrícolas Trillar reimpresión México. (3).

Romo, L., Salazar A. (2000). *Trichoderma harzianum* como agente de bio control biológico parte I, Sonora Mexico. Avances agropecuarios p. 2.

Rosaima, G. Salas, J. Riera, R. Zambrano, C. Maggioran, A. y García, A. (2005). Uso del antagonista *Trichoderma harzianum* para controlar tres enfermedades

- fungosas del suelo Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Mérida, Mérida. pp. 9, 10.
- Servicios Internacionales de Exportación, S.A. (2011a). Especificaciones de calidad de HABA. (Archivo PDF). Edición: 17 ago. 2011. Disponible en: Servicios Internacionales de Exportación, S.A. –SIESA-.
- Silvia, C. (2004). Alternativas de control de *Botrytis cinérea* en leucadendron (Proteácea). Universidad de Talca Chile, Ciencias Agrarias. Talca-Chile pp. 6-16.
- Soto, B., Osorio, A., Muñoz, M. y Galindo, R. (2002). El uso de *Trichoderma harzianum* como agente mejorador de plantas ornamentales. Mexico, p. 2.
- Vademécum. (2005). Vademécum naturalmente pureza. Durango, México pp. 25.
- Velásquez, E. (2009). Evaluación de diez materiales en la determinación de la adaptabilidad del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en dos localidades del altiplano occidental de Guatemala, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad San Carlos de Guatemala, p. 2.
- Vidal, S. (2004). Análisis Económico-financiero supuestos prácticos. Universidad Politécnica, Valencia.
- Vista volcanes. (2012, Agosto 15). Entrevista personal.
- Zamorano Escuela Panamericana. (2005). Hongos parasíticos *Trichoderma harzianum*. Honduras, p. 2.

## **XI. ANEXOS**

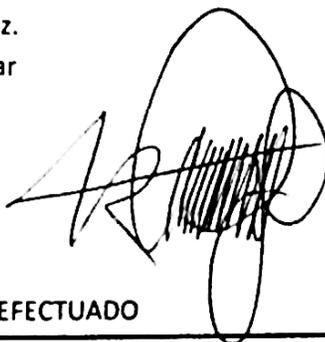
Cuadro 11. Resultado Análisis Foliar *Botrytis fabae* ICTA Quetzaltenango

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS  
LABORATORIO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL ALTIPLANO  
LABOR OVALLE KM 3.5 RUTA A OLINTEPEQUE, QUETZALTENANGO  
776352097 77635436

Labor Ovalle 1/03/2014

A: P. Agr. Izaias Josué Minchez Gómez.  
Estudiante Universidad Rafael Landívar

Ing. Roberto Antonio Morales Lima  
Laboratorio de Protección Vegetal  
ICTA. Labor Ovalle.



**ASUNTO INFORME DE LABORATORIO EFECTUADO**

---

Por este medio informo a usted, de los resultados del análisis efectuado en muestras de **HOJAS DEL CULTIVO DEL HABA**. Procedentes de la Aldea Las Lagunas, Municipio de San Marcos. Traídas a este Laboratorio el 27 de septiembre de 2013. Las cuales presentaron síntomas de la mancha achocolatada del cultivo del Haba., las cuales según análisis microscópico indican que el causal de estos síntomas son *Botrytis fabae*. Los síntomas y los causales se coligen que corresponden al patógeno indicado y es la plaga clave de este cultivo.

Sin otro particular

Atentamente.



Cuadro 13. Consolidado de datos Severidad expresado en porcentaje por tratamiento y repetición, San Marcos, 2013.

		TABLA CONSOLIDADO DE DATOS SEVERIDAD EXPRESADA EN %											Promedio de severidad en %
		Sub-muestras											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Tratamiento 1	Repetición 1	5,71	17,14	30,48	30,48	33,33	44,76	56,19	52,38	80,00	77,14	76,19	45,80
	Repetición 2	3,81	26,67	35,24	35,24	38,10	47,62	56,19	56,19	73,33	68,57	83,81	47,71
	Repetición 3	3,81	33,33	34,29	34,29	44,76	41,90	44,76	50,48	78,10	74,29	81,90	47,45
Tratamiento 2	Repetición 1	1,90	28,57	46,67	46,67	51,43	46,67	58,10	66,67	69,52	70,48	82,86	51,77
	Repetición 2	4,76	24,76	42,86	42,86	40,95	39,05	44,76	49,52	64,76	66,67	78,10	45,37
	Repetición 3	5,71	39,05	51,43	51,43	56,19	55,24	55,24	51,43	80,00	76,19	84,76	55,15
Tratamiento 3	Repetición 1	3,81	13,33	36,19	36,19	33,33	39,05	56,19	60,00	80,95	75,24	84,76	47,19
	Repetición 2	0,95	29,52	25,71	25,71	31,43	34,29	38,10	46,67	69,52	65,71	73,33	40,09
	Repetición 3	1,90	28,57	28,57	28,57	56,19	54,29	26,67	34,29	40,95	47,62	90,48	39,83
Tratamiento 4	Repetición 1	0,95	22,86	39,05	39,05	25,71	32,38	33,33	31,43	50,48	57,14	64,76	36,10
	Repetición 2	0,95	19,05	24,76	24,76	24,76	27,62	43,81	47,62	59,05	60,00	66,67	36,28
	Repetición 3	1,90	26,67	25,71	25,71	36,19	25,71	38,10	40,95	67,62	55,24	63,81	37,06
Tratamiento 5	Repetición 1	4,76	25,71	46,67	46,67	59,05	59,05	68,57	66,67	75,24	86,67	86,67	56,88
	Repetición 2	8,57	52,38	53,33	53,33	58,10	58,10	54,29	66,67	98,10	86,67	94,29	62,16
	Repetición 3	3,81	41,90	44,76	44,76	38,10	30,48	61,90	60,95	88,57	85,71	71,43	52,03

Cuadro 14. Rendimiento del cultivo de haba peso en vaina, San Marcos, 2013.

<b>Rendimiento de cosecha Cultivo de Haba</b>					
		<b>Primera Cosecha</b>	<b>Segunda Cosecha</b>	<b>Rendimiento en Vaina gr./7.56 m2</b>	<b>Rendimiento en vaina, kg/ha</b>
	Repetición 1	7,112	1,064	<b>8,176</b>	<b>10,814.81</b>
Tratamiento 1	Repetición 2	5,359	2,561	<b>7,920</b>	<b>10,476.19</b>
	Repetición 3	5,792	2,640	<b>8,432</b>	<b>11,153.44</b>
	Repetición 1	4,524	2,202	<b>6,726</b>	<b>8,896.83</b>
Tratamiento 2	Repetición 2	5,626	2,597	<b>8,223</b>	<b>10,876.98</b>
	Repetición 3	7,004	471	<b>7,475</b>	<b>9,886.90</b>
	Repetición 1	5567	570	<b>6,137</b>	<b>8,117.06</b>
Tratamiento 3	Repetición 2	3,016	1,481	<b>4,497</b>	<b>5,948.41</b>
	Repetición 3	5,322	2,454	<b>7,776</b>	<b>10,285.71</b>
	Repetición 1	6,015	2,757	<b>8,772</b>	<b>11,603.17</b>
Tratamiento 4	Repetición 2	5,377	2,427	<b>7,804</b>	<b>10,322.75</b>
	Repetición 3	3,781	1,753	<b>5,534</b>	<b>7,320.11</b>
	Repetición 1	3,544	1,704	<b>5,248</b>	<b>6,941.80</b>
Tratamiento 5	Repetición 2	1,799	3826	<b>5,625</b>	<b>7,439.81</b>
	Repetición 3	4,053	1,948	<b>6,001</b>	<b>7,937.83</b>

Cuadro 15. Análisis económico para el tratamiento 1 por ha, San Marcos, 2013.

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total	
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1	Q2,300.00	Q2,300.00	
Bomba de asperjar	Unidad	5	Q350.00	Q1,750.00	
Guantes de hules	Unidad	10	Q15.00	Q150.00	
Mascarilla	Unidad	5	Q75.00	Q375.00	
Botas de hule	Unidad	10	Q37.50	Q375.00	
Overol	Unidad	5	Q150.00	Q750.00	
Sombrero	Unidad	5	Q40.00	Q200.00	
Azadón	Unidad	15	Q90.00	Q1,350.00	
Machete	Unidad	15	Q75.00	Q1,125.00	
Rastrillos	Unidad	5	Q95.00	Q475.00	
<b>TOTAL Q.</b>				<b>Q8,850.00</b>	
<b>CALCULO DE GASTOS DE PRODUCCIÓN</b>					
Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Depreciación (años)	Precio unitario	Total
<b>Gastos Fijos:</b>					
Depreciación bomba de asperjar	Mes	4	5	Q29.17	Q116.67
Depreciación de equipo de protección	Mes	4	2	Q77.08	Q308.33
Depreciación de azadón	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de machete	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de rastrillos	Mes	4	5	Q12.50	Q50.00
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1		Q2,300.00	Q2,300.00
<b>TOTAL Q.</b>					<b>Q2,825.00</b>
<b>Gastos variables</b>					
	Unidad de medida	Cantidad		Precio unitario	Total
Materia orgánica	Sacos	30		Q60.00	Q1,800.00
Semilla de haba criolla	Kilogramos	83.62		Q22.00	Q1,839.82
<i>Trichoderma harzinum</i>	Bolsa de 300 g	16		Q150.00	Q2,400.00
Karate Zeon	Litro	1		Q260.00	Q260.00
Calcio boro	Litro	10		Q40.00	Q400.00
Adherente Surfacid	Litro	4		Q85.00	Q340.00
Fertilizante Potasio	Kilogramos	100		Q39.60	Q3,960.00
Fertilizante nitrato de calcio	Kilogramos	100		Q19.36	Q1,936.00
Fertilizante 20-20-0 Mezcla química	Kilogramos	100		Q5.73	Q573.00
Mano de obra preparación del terreno	Jornal	23		Q75.00	Q1,725.00
Mano de obra siembra	Jornal	12		Q75.00	Q900.00
Mano de obra manejo del cultivo	Jornal	20		Q75.00	Q1,500.00
Mano de obra cosecha	Jornal	15		Q75.00	Q1,125.00
<b>TOTAL Q.</b>					<b>Q18,758.82</b>
<b>Gastos de comercialización</b>					
Descripción	Unidad de medida	Cantidad		Precio unitario	Total
Costales para almacenamiento	Unidad	238		Q5.00	Q1,190.00
Flete para trasportar a centro de venta	Unidad	238		Q10.00	Q2,380.00
<b>TOTAL Q.</b>					<b>Q3,570.00</b>
<b>INGRESOS –VENTAS</b>					
Especificaciones	Unidad de medida	Cantidad		Precio de venta	Total
Haba en vaina	Quintales	238		Q150.00	Q35,700.00
<b>Total</b>					<b>Q35,700.00</b>

Cuadro 16. Análisis económico para el tratamiento 2 por ha, San Marcos, 2013.

<b>CALCULO DE INVERSIONES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1	Q2,300.00	Q2,300.00	
Bomba de asperjar	Unidad	5	Q350.00	Q1,750.00	
Guantes de hules	Unidad	10	Q15.00	Q150.00	
Mascarilla	Unidad	5	Q75.00	Q375.00	
Botas de hule	Unidad	10	Q37.50	Q375.00	
Overol	Unidad	5	Q150.00	Q750.00	
Sombrero	Unidad	5	Q40.00	Q200.00	
Azadón	Unidad	15	Q90.00	Q1,350.00	
Machete	Unidad	15	Q75.00	Q1,125.00	
Rastrillos	Unidad	5	Q95.00	Q475.00	
<b>Total</b>				<b>Q8,850.00</b>	
<b>CALCULO DE GASTOS DE PRODUCCIÓN</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Depreciación (años)</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Gastos Fijos:</b>					
Depreciación bomba de asperjar	Mes	4	5	Q29.17	Q116.67
Depreciación de equipo de protección	Mes	4	2	Q77.08	Q308.33
Depreciación de azadón	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de machete	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de rastrillos	Mes	4	5	Q12.50	Q50.00
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1		Q2,300.00	Q2,300.00
<b>Total</b>				<b>Q2,825.00</b>	
<b>Gastos variables</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Materia orgánica	sacos	30	Q60.00	Q1,800.00	
Semilla de haba criolla	Kilogramos	84	Q22.00	Q1,839.82	
<i>Trichoderma harzinum</i>	Bolsa 108 g	16	Q100.00	Q1,600.00	
Karate Zeon	Litro	1	Q260.00	Q260.00	
Calcio boro	Litro	10	Q40.00	Q400.00	
Adherente Surfacid	Litro	4	Q85.00	Q340.00	
Fertilizante Potasio	Kilogramos	100	Q39.60	Q3,960.00	
Fertilizante nitrato de calcio	Kilogramos	100	Q19.36	Q1,936.00	
Fertilizante 20-20-0 Mezcla química	Kilogramos	100	Q5.73	Q573.00	
Mano de obra preparación del terreno	Jornal	23	Q75.00	Q1,725.00	
Mano de obra siembra	Jornal	12	Q75.00	Q900.00	
Mano de obra manejo del cultivo	Jornal	20	Q75.00	Q1,500.00	
Mano de obra cosecha	Jornal	15	Q75.00	Q1,125.00	
<b>Total</b>				<b>Q17,958.82</b>	
<b>Gastos de comercialización</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Costales para almacenamiento	Unidad	218	Q5.00	Q1,090.00	
Flete para trasportar a centro de venta	Unidad	218	Q10.00	Q2,180.00	
<b>TOTAL Q.</b>				<b>Q3,270.00</b>	
<b>INGRESOS –VENTAS</b>					
<b>Especificaciones</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>Total</b>	
Haba en vaina	Quintales	218	Q150.00	Q32,626.50	
<b>Ingresos totales</b>				<b>Q32,626.50</b>	

Cuadro 17. Análisis económico para el tratamiento 3 por ha, San Marcos, 2013.

<b>CALCULO DE INVERSIONES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1	Q2,300.00	Q2,300.00	
Bomba de asperjar	Unidad	5	Q350.00	Q1,750.00	
Guantes de hules	Unidad	10	Q15.00	Q150.00	
Mascarilla	Unidad	5	Q75.00	Q375.00	
Botas de hule	Unidad	10	Q37.50	Q375.00	
Overol	Unidad	5	Q150.00	Q750.00	
Sombrero	Unidad	5	Q40.00	Q200.00	
Azadón	Unidad	15	Q90.00	Q1,350.00	
Machete	Unidad	15	Q75.00	Q1,125.00	
Rastrillos	Unidad	5	Q95.00	Q475.00	
<b>Total</b>				<b>Q8,850.00</b>	
<b>CALCULO DE GASTOS DE PRODUCCIÓN</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Depreciación (años)</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Gastos Fijos</b>					
Depreciación bomba de asperjar	Mes	4	5	Q29.17	Q116.67
Depreciación de equipo de protección	Mes	4	2	Q77.08	Q308.33
Depreciación de azadón	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de machete	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de rastrillos	Mes	4	5	Q12.50	Q50.00
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1		Q2,300.00	Q2,300.00
<b>Total</b>				<b>Q2,825.00</b>	
<b>Gastos variables</b>					
	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>		<b>Total</b>
Materia orgánica	Sacos	30	Q60.00		Q1,800.00
Semilla de haba criolla	Kilogramos	84	Q22.00		Q1,839.82
<i>Trichoderma harzinum</i>	bolsa de 500 g	16	Q500.00		Q8,000.00
Karate Zeon	Litro	1	Q260.00		Q260.00
Calcio boro	Litro	10	Q40.00		Q400.00
Adherente Surfacid	Litro	4	Q85.00		Q340.00
Fertilizante Potasio	Kilogramos	100	Q39.60		Q3,960.00
Fertilizante nitrato de calcio	Kilogramos	100	Q19.36		Q1,936.00
Fertilizante 20-20-0 Mezcla química	Kilogramos	100	Q5.73		Q573.00
Mano de obra preparación del terreno	Jornal	23	Q75.00		Q1,725.00
Mano de obra siembra	Jornal	12	Q75.00		Q900.00
Mano de obra manejo del cultivo	Jornal	20	Q75.00		Q1,500.00
Mano de obra cosecha	Jornal	15	Q75.00		Q1,125.00
<b>Total</b>				<b>Q24,358.82</b>	
<b>Gastos de comercialización</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Costales para almacenamiento	Unidad	179	Q5.00	Q895.00	
Flete para transportar a centro de venta	Unidad	179	Q10.00	Q1,790.00	
<b>Total</b>				<b>Q2,685.00</b>	
<b>INGRESOS –VENTAS</b>					
<b>Especificaciones</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>Total</b>	
Haba en vaina	Quintales	178.57	Q150.00	Q26,785.00	
<b>Ingresos totales</b>				<b>Q26,785.00</b>	

Cuadro 18. Análisis económico para el tratamiento 4 por ha, San Marcos, 2013.

<b>CALCULO DE INVERSIONES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1	Q2,300.00	Q2,300.00	
Bomba de asperjar	Unidad	5	Q350.00	Q1,750.00	
Guantes de hules	Unidad	10	Q15.00	Q150.00	
Mascarilla	Unidad	5	Q75.00	Q375.00	
Botas de hule	Unidad	10	Q37.50	Q375.00	
Oberol	Unidad	5	Q150.00	Q750.00	
Sombrero	Unidad	5	Q40.00	Q200.00	
Azadon	Unidad	15	Q90.00	Q1,350.00	
Machete	Unidad	15	Q75.00	Q1,125.00	
Rastrillos	Unidad	5	Q95.00	Q475.00	
<b>Total</b>				<b>Q8,850.00</b>	
<b>CALCULO DE GASTOS DE PRODUCCIÓN</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Depreciación (años)</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Gastos Fijos</b>					
Depreciación bomba de asperjar	Mes	4	5	Q29.17	Q116.67
Depreciación de equipo de protección	Mes	4	2	Q77.08	Q308.33
Depreciación de azadón	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de machete	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de rastrillos	Mes	4	5	Q12.50	Q50.00
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1		Q2,300.00	Q2,300.00
<b>Total</b>				<b>Q2,825.00</b>	
<b>Gastos variables</b>					
	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Materia orgánica	sacos	30		Q60.00	Q1,800.00
Semilla de haba criolla	Kilogramos	84		Q22.00	Q1,839.82
Calcio boro	Litro	10		Q40.00	Q400.00
Clorotalonil	Litro	10		Q100.00	Q1,000.00
Adherente Surfacid	Litro	4		Q85.00	Q340.00
Ridomil Gol Plus	Kilo	1		Q210.00	Q210.00
Amistar	500 g	1		Q825.00	Q825.00
Karate Zeon	Litro	1		Q260.00	Q260.00
Fertilizante Potasio	Kilogramos	100		Q39.60	Q3,960.00
Fertilizante nitrato de calcio	Kilogramos	100		Q19.36	Q1,936.00
Fertilizante 20-20-0 Mezcla química	Kilogramos	100		Q5.73	Q573.00
Mano de obra preparación del terreno	Jornal	23		Q75.00	Q1,725.00
Mano de obra siembra	Jornal	12		Q75.00	Q900.00
Mano de obra manejo del cultivo	Jornal	20		Q75.00	Q1,500.00
mano de obra cosecha	Jornal	15		Q75.00	Q1,125.00
<b>Total</b>				<b>Q18,393.82</b>	
<b>Gastos de comercialización</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Costales para almacenamiento	unidad	214		Q5.00	Q1,072.35
Flete para trasportar a centro de venta	Unidad	214		Q10.00	Q2,144.70
<b>Total</b>				<b>Q3,217.05</b>	
<b>INGRESOS –VENTAS</b>					
<b>Especificaciones</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio de venta</b>	<b>Total</b>
Haba en vaina	Quintales	214		Q150.00	Q32,170.50
<b>Ingresos Totales</b>				<b>Q32,170.50</b>	

Cuadro 19. Análisis económico para el tratamiento 5 por ha, San Marcos, 2013.

<b>CALCULO DE INVERSIONES</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1	Q2,300.00	Q2,300.00	
Bomba de asperjar	Unidad	5	Q350.00	Q1,750.00	
Guantes de hules	Unidad	10	Q15.00	Q150.00	
Mascarilla	Unidad	5	Q75.00	Q375.00	
Botas de hule	Unidad	10	Q37.50	Q375.00	
Overol	Unidad	5	Q150.00	Q750.00	
Sombrero	Unidad	5	Q40.00	Q200.00	
Azadón	Unidad	15	Q90.00	Q1,350.00	
Machete	Unidad	15	Q75.00	Q1,125.00	
Rastrillos	Unidad	5	Q95.00	Q475.00	
<b>Total</b>				<b>Q8,850.00</b>	
<b>CALCULO DE GASTOS DE PRODUCCIÓN</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Depreciación (años)</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Gastos Fijos</b>					
Depreciación bomba de asperjar	Mes	4	5	Q29.17	Q116.67
Depreciación de equipo de protección	Mes	4	2	Q77.08	Q308.33
Depreciación de azadón	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de machete	Mes	4	5	Q6.25	Q25.00
Depreciación de rastrillos	Mes	4	5	Q12.50	Q50.00
Arrendamiento de terreno	Hectárea	1		Q2,300.00	Q2,300.00
<b>Total</b>					<b>Q2,825.00</b>
<b>Gastos variables</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Materia orgánica	Sacos	30		Q60.00	Q1,800.00
Semilla de haba criolla	Quintal	2		Q1,000.00	Q1,840.00
Fertilizante Potasio	Kilogramos	100		Q39.60	Q3,960.00
Fertilizante nitrato de calcio	Kilogramos	100		Q19.36	Q1,936.00
Fertilizante 20-20-0 Mezcla química	Kilogramos	100		Q5.73	Q573.00
mano de obra preparación del terreno	Jornal	23		Q75.00	Q1,725.00
Mano de obra siembra	Jornal	12		Q75.00	Q900.00
Mano de obra manejo del cultivo	Jornal	20		Q75.00	Q1,500.00
Mano de obra cosecha	Jornal	15		Q75.00	Q1,125.00
<b>Total</b>					<b>Q15,359.00</b>
<b>Gastos de comercialización</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
Costales para almacenamiento	unidad	164		Q5.00	Q818.35
Flete para transportar a centro de venta	Unidad	164		Q10.00	Q1,636.70
<b>Total</b>					<b>Q2,455.05</b>
<b>INGRESOS –VENTAS</b>					
<b>Especificaciones</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Precio de venta</b>	<b>Total</b>
Haba en vaina	Quintales	163.67		Q150.00	Q24,550.50
<b>Ingresos totales</b>					<b>Q24,550.50</b>

Cuadro 20. Programa fitosanitario para el control de *Botrytis fabae* utilizado por el pequeño productos del área de San Marcos, 2013.

<b>Parte de aplicación</b>	<b>Ingrediente Activo Agroquímico</b>	<b>Días después de la siembra</b>
Al follaje	Clorotalonil	14
Al follaje	Clorotalinil	28
Al follaje	Amistar	44
Al follaje	Ridomil Gol Plus	73
Al follaje	Amistar	101

Cuadro 21. Boleta de campo para la recolección de información nivel de daño (Incidencia, Severidad), San Marcos, 2013.

Repetición	INCIDENCIA		SEVERIDAD			
	No. De plantas	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5
T1						
T2						
T3						
T4						
T5						

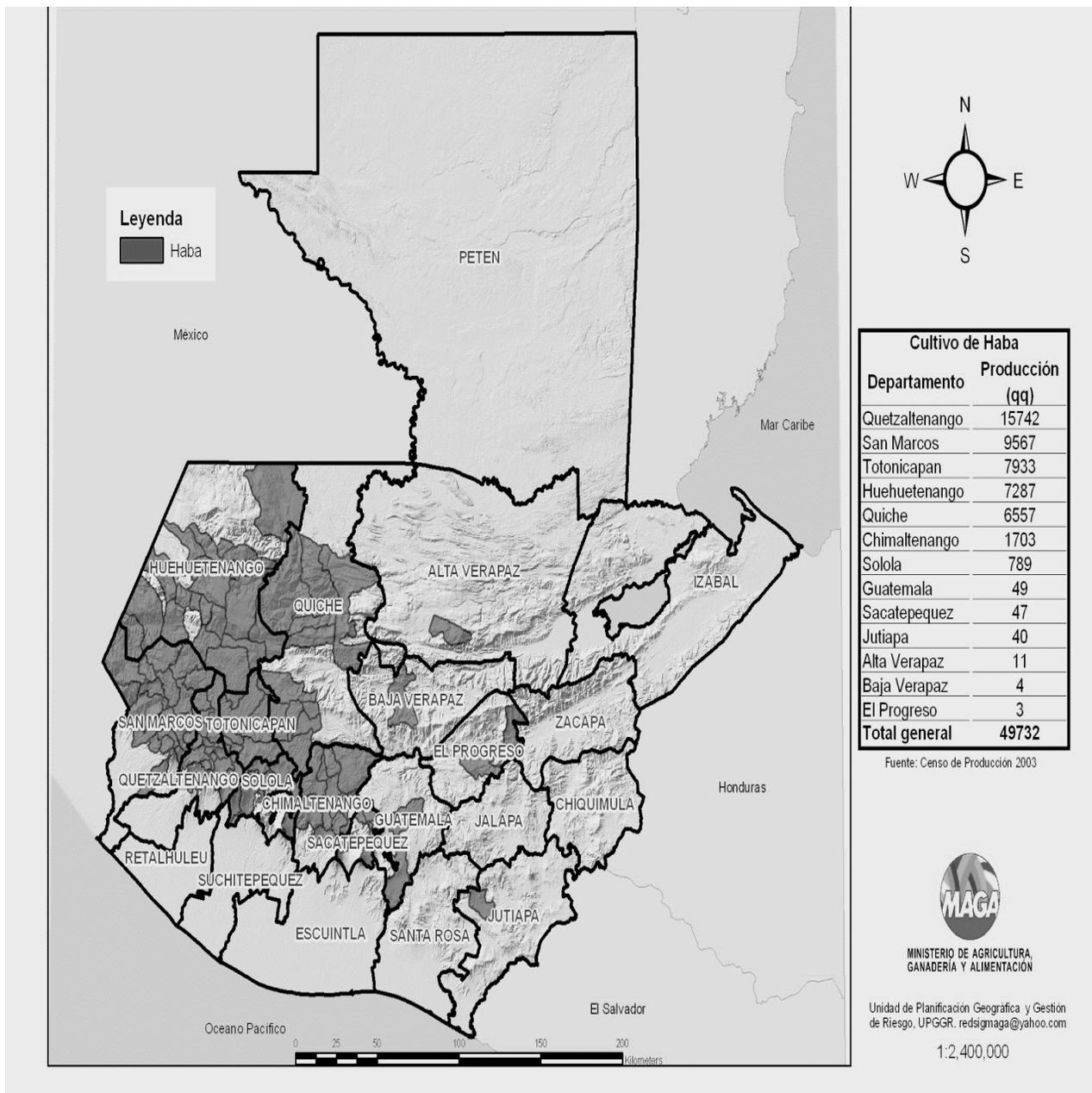


Figura 5. Producción de haba a nivel nacional Guatemala.

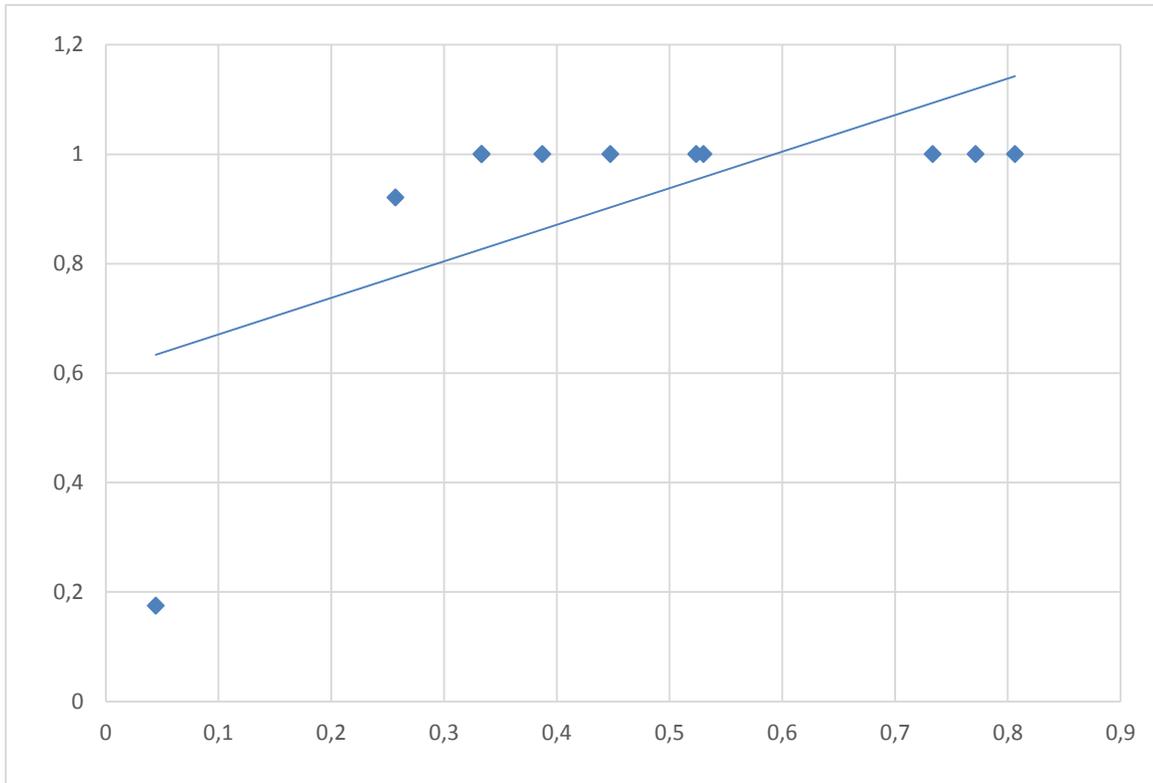


Figura 6. Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento uno.

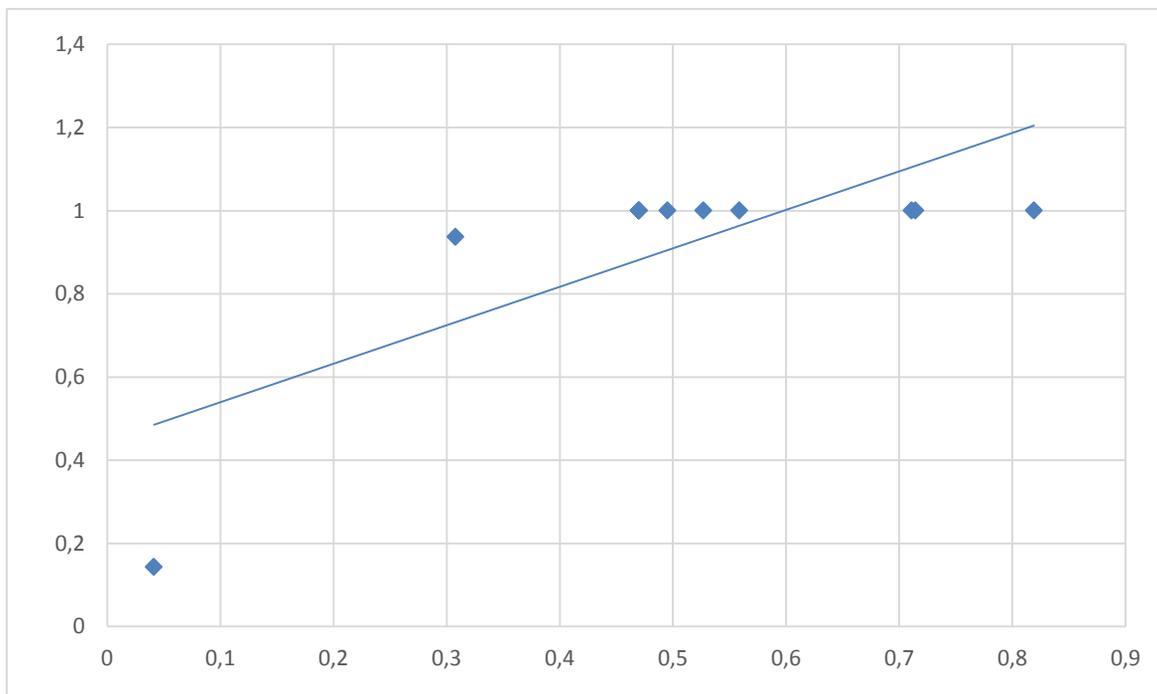


Figura 7. Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento dos.

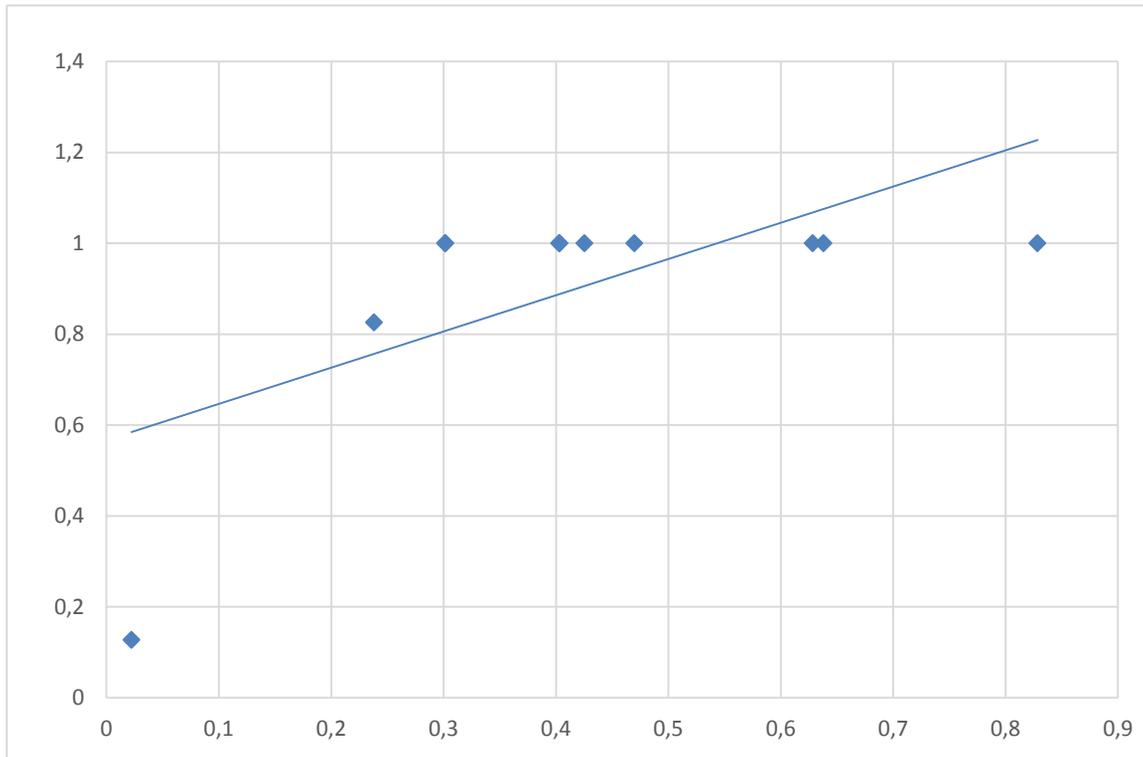


Figura 8. Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento tres.

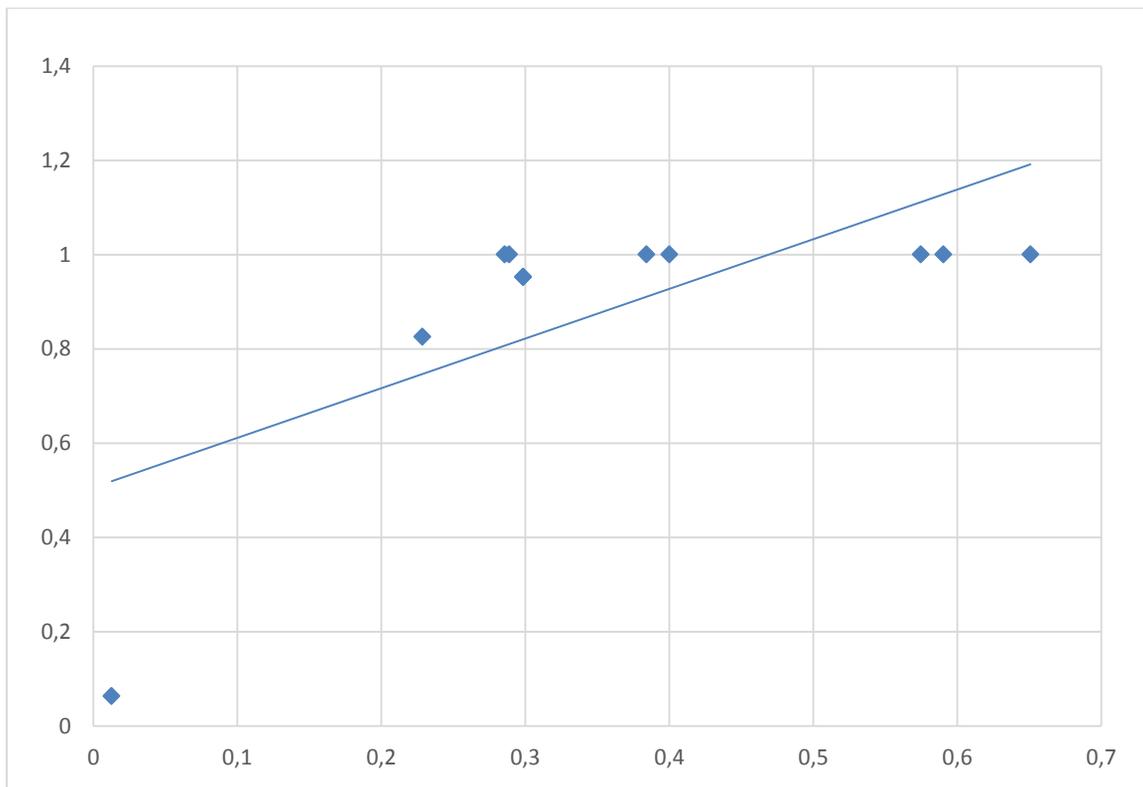


Figura 9. Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento cuatro.

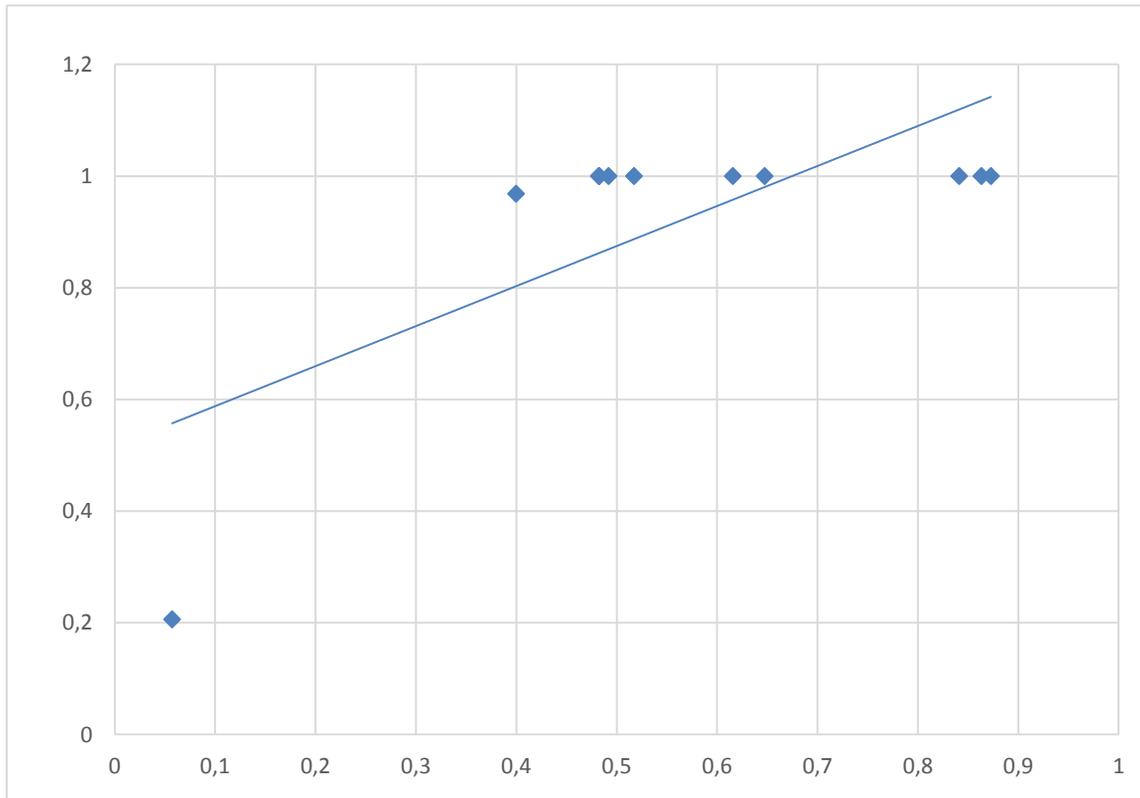


Figura 10. Correlación Lineal entre incidencia y severidad tratamiento cinco.