

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de microorganismos benéficos *Trichoderma harzianum*,  
y *Bacillus subtilis* como controladores biológicos de *Sclerotium cepivorum* en  
el Cultivo de Cebolla paiteña (*Allium cepa* L.), en el sector La Esperanza,  
Cantón Bolívar, Carchi – Ecuador”.

Tesis de grado.

AUTORES: Diana Cristina Alvarado España.

Joffre Stalin Higuera Pabón.

ASESOR: Ángel Mesías Pozo Moina. Ing.

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2013

## **CERTIFICADO.**

Certifico que la estudiante Diana Cristina Alvarado España, con el número de cédula 0401645940, ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Evaluación de microorganismos benéficos *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* como controladores biológicos de *Sclerotium cepivorum* en el Cultivo de Cebolla paiteña (*Allium cepa* L.), en el sector La Esperanza Cantón Bolívar, Carchi – Ecuador”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

-----  
Ing. Ángel Mesías Pozo Moina

Tulcán, 15 de marzo del 2013.

## CERTIFICADO.

Certifico que el estudiante Joffre Stalin Higuera Pabón con el número de cédula, 0401586565 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Evaluación de microorganismos benéficos *Trichoderma harzianum*, y *Bacillus subtilis* como controladores biológicos de *Sclerotium cepivorum* en el Cultivo de Cebolla paiteña (*Allium cepa L.*), en el sector La Esperanza Cantón Bolívar, Carchi – Ecuador”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

-----  
Ing. Ángel Mesías Pozo Moina.

Tulcán, 15 de marzo del 2013.

## **AUTORÍA DE TRABAJO.**

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Diana Cristina Alvarado España con cédula de identidad número 0401645940, declaro que: la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....  
Diana Cristina Alvarado España  
Tulcán, 15 de marzo del 2013.

## **AUTORÍA DE TRABAJO.**

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Joffre Stalin Higuera Pabón con cédula de identidad número 0401586565 declaro que: la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

Joffre Stalin Higuera Pabón

Tulcán, 15 de marzo del 2013.

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.**

Yo, Diana Cristina Alvarado España, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad".

Tulcán, 15 de marzo del 2013.

-----  
Diana Cristina Alvarado España  
CI 040164594-0

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.**

Yo, Joffre Stalin Higuera Pabón, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 15 de marzo del 2013.

-----

Joffre Stalin Higuera Pabón

CI 040158656-5

## **AGRADECIMIENTO.**

Agradezco a todas aquellas personas que han vivido junto a mí, estos años de estudio.

Principalmente a mis Padres por todo el apoyo incondicional que me entregan, la fe y confianza que depositan en mí y que espero hasta hoy, haya podido responder con satisfacciones y con todo el amor que les tengo y que les entrego día a día.

Agradezco a mis hermanos por ser un verdadero ejemplo de vida. Gracias por compartir sus secretos, alegría y su vida misma conmigo, por buscar siempre lo mejor para mí, por brindarme el consejo adecuado en el momento preciso, por ayudarme y guiarme por el mejor camino.

Agradecer a Juan Rosero, por su compañía, paciencia y amor, gracias por confiar en mí y brindarme todo el apoyo moral, su ánimo y sus palabras de aliento para seguir adelante.

Agradecer al Ing. David Herrera, por su tiempo, su ayuda, su dedicación hacia mi tesis, su siempre buena disposición y por mostrarme el camino a seguir para ser una profesional integral.

Agradezco al MSc. Libardo Peña por su buena y desinteresada colaboración en la elaboración de esta tesis.

Diana Cristina Alvarado España



A mis padres por todo su apoyo, su esfuerzo y dedicación, quien con su motivación han logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A mis hermanos por sus consejos, por el apoyo que me han brindado, por darme siempre su cariño y la motivación para seguir creciendo profesionalmente.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por permitirme forma parte de la institución, también agradezco a todos los profesores que aportaron sus conocimientos para mí formación profesional de manera muy especial quiero agradecer al Ing. David Herrera por sus consejos y por aporte en la elaboración de esta tesis.

Al Ing. Ángel Pozo por su guía y asesoramiento en la realización de la misma.

Al Sr. Luis Chandi por su colaboración y compartir su conocimiento para el desarrollo de la parte experimental de la investigación.

Joffre Stalin Higuera Pabón

## **DEDICATORIA.**

Este triunfo está dedicado a la persona que ha estado conmigo siempre creyendo y confiando en mí, quien siempre me escucha y me brinda a diario su amor, apoyo y paciencia incansable a Piedad España mi madre y amiga.

Diana Cristina Alvarado España.

A Dios por ser mi guía y acompañarme todos los días de mi vida

En especial dedico mi trabajo a mis padres Jorge y Guadalupe porque creyeron en mí, y me guiaron por el buen camino, dándome ejemplos dignos de superación y entrega para ser una persona de bien, pero más que nada, por su paciencia y amor.

Joffre Stalin Higuera Pabón

## Contenido

CERTIFICADO. ....	i
CERTIFICADO. ....	ii
AUTORÍA DE TRABAJO. ....	iii
AUTORÍA DE TRABAJO. ....	iv
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.....	v
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.....	vi
AGRADECIMIENTO. ....	vii
DEDICATORIA. ....	ix
RESUMEN EJECUTIVO.....	xx
ABSTRACT. ....	xxi
TUKUYMANTA WILLAKUNY .....	xxii
INTRODUCCIÓN.....	xxiii
I. EL PROBLEMA. ....	- 1 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	- 1 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	- 2 -
1.3. DELIMITACIÓN. ....	- 2 -
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	- 2 -
1.5. OBJETIVOS.....	- 3 -
1.5.1 Objetivo General.....	- 3 -
1.5.2 Objetivos Específicos.....	- 3 -
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA. ....	- 4 -
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 4 -
2.1.1. Investigación del efecto antagónico sobre <i>Sclerotium cepivorum</i> . - 4 -	
2.1.2. Investigación de cepas de <i>Bacillus subtilis</i> .....	- 4 -

2.1.3. Efecto de la aplicación de <i>Bacillus spp</i> y <i>Trichoderma spp</i> en el control de mildiu veloso en cebolla paiteña.....	- 5 -
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	- 6 -
2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	- 7 -
2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	- 7 -
2.4.1. Cebolla.....	- 7 -
2.4.1.1. Clasificación taxonómica.....	- 8 -
2.4.1.2. Morfología y Fisiología.....	- 8 -
2.4.1.3. Clima.....	- 9 -
2.4.1.4. Ciclo del cultivo.....	- 10 -
2.4.1.5. Preparación del terreno.....	- 10 -
2.4.1.6. Métodos de Siembra.....	- 11 -
2.4.1.7. Fertilización.....	- 12 -
2.4.1.8. Riegos.....	- 13 -
2.4.1.9. Cosecha.....	- 13 -
2.4.1.10. Plagas.....	- 13 -
2.4.1.11. Enfermedades.....	- 14 -
2.4.2. Pudrición blanca ( <i>Sclerotium cepivorum</i> ).....	- 14 -
2.4.2.1. Síntomas y signos.....	- 15 -
2.4.2.2. Ciclo de vida.....	- 17 -
2.4.2.3. Epidemiología.....	- 18 -
2.4.3. Control Biológico.....	- 18 -
2.4.3.1. Mecanismos de acción.....	- 18 -
2.4.4. Trichoderma.....	- 19 -
2.4.4.1. Origen.....	- 19 -
2.4.4.2. Clasificación taxonómica.....	- 20 -

2.4.4.3. Características de <i>Trichoderma harzianum</i> . .....	- 20 -
2.4.4.4. Ciclo Biológico.....	- 21 -
2.4.4.5. Mecanismo de acción.....	- 22 -
2.4.4.6. Beneficios de <i>Trichoderma harzianum</i> . .....	- 23 -
2.4.5. Nombre comercial de <i>Trichoderma harzianum</i> : Trichoeb 5wp	- 24 -
-	
2.4.6. <i>Bacillus subtilis</i> .....	- 25 -
2.4.6.1 Origen .....	- 25 -
2.4.6.2. Clasificación taxonómica. ....	- 26 -
2.4.6.3. Características de <i>Bacillus subtilis</i> . ....	- 26 -
2.4.6.4. Ciclo biológico. ....	- 27 -
2.4.6.5. Mecanismo de Acción .....	- 27 -
2.4.6.6. Beneficios de <i>Bacillus subtilis</i> .....	- 28 -
2.4.7. Nombre comercial de <i>Bacillus subtilis</i> : Companion 2-3-2.....	- 28 -
2.5. HIPÓTESIS.....	- 29 -
2.5.1. Hipótesis afirmativa (Hi).....	- 29 -
2.5.2. Hipótesis nula (Ho).....	- 29 -
2.6. VARIABLES. ....	- 30 -
2.6.1. Variable dependiente.....	- 30 -
2.6.2. Variable independiente.....	- 30 -
III. METODOLOGÍA.....	- 31 -
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN. ....	- 31 -
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	- 31 -
3.2.1. Investigación aplicada.....	- 31 -
3.2.2. Investigación de campo y experimental.....	- 31 -
3.2.3. Investigación Bibliográfica.....	- 31 -

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 32 -
3.3.1.Población.....	- 32 -
3.3.2.Muestra.....	- 32 -
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	- 33 -
3.5.1. Fuentes bibliográficas.....	- 34 -
3.5.2. Información procedimental.....	- 34 -
3.5.3. Características del ensayo.....	- 34 -
3.5.4. Variables a evaluarse.....	- 35 -
3.5.7. Métodos de Manejo del Experimento.....	- 36 -
3.5.7.1. Materiales y equipos.....	- 36 -
3.5.8. Procedimiento.....	- 37 -
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	- 39 -
3.6.1. Análisis de resultados.....	- 39 -
3.6.1.1. Porcentaje de prendimiento en trasplante.....	- 39 -
3.6.1.2. Altura de planta. ....	- 40 -
3.6.1.3. Grosor de tallo.....	- 45 -
3.6.1.4. Porcentaje de plantas sin Sclerotium cepivorum. ....	- 48 -
3.6.1.5. Producción Kg/ha. ....	- 55 -
3.6.1.6. Costo-Beneficio. ....	- 57 -
3.6.3. Verificación de hipótesis.....	- 58 -
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 59 -
4.1. CONCLUSIONES.....	- 59 -
4.2. RECOMENDACIONES. ....	- 60 -
V.Bibliografía .....	- 61 -
ANEXOS. ....	- 65 -

## INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1: Delimitación de la Investigación. ....	- 2 -
Cuadro 2: Clasificación taxonómica de la cebolla. ....	- 8 -
Cuadro 3: Distancias de siembra. ....	- 12 -
Cuadro 4: Plagas del cultivo de Cebolla .....	- 13 -
Cuadro 5: Enfermedades del cultivo de Cebolla .....	- 14 -
Cuadro 6: Clasificación taxonómica. ....	- 20 -
Cuadro 7: Ubicación taxonómica de Bacillus. ....	- 26 -
Cuadro 8: Operacionalización de Variables .....	- 33 -
Cuadro 9: Características del diseño experimental. ....	- 35 -
Cuadro 10: Prendimiento 8 días después del trasplante. ....	- 39 -
Cuadro 11: ADEVA de prendimiento 8 días después del trasplante. ....	- 39 -
Cuadro 12: Prueba de significación para prendimiento .....	- 39 -
Cuadro 13: Altura de planta a los 30 días después del trasplante. ....	- 40 -
Cuadro 14: ADEVA de altura de planta a los 30 días después del trasplante. ....	- 41 -
Cuadro 15: Prueba de significación, para altura de planta a los 30 días después del trasplante. ....	- 41 -
Cuadro 16: Altura de planta a los 60 días después del trasplante. ....	- 42 -
Cuadro 17: ADEVA de altura de planta a los 60 días después del trasplante. ....	- 42 -
Cuadro 18: Prueba de significación para altura de planta a los 60 días después del trasplante. ....	- 42 -
Cuadro 19: Altura de planta a los 120 días después del trasplante. ....	- 43 -
Cuadro 20: ADEVA de altura de planta a los 120 días después del trasplante. ....	- 43 -

Cuadro 21: Prueba de significación para altura de planta a los 120 días después del trasplante.....	- 44 -
Cuadro 22: Datos tomados en el ensayo de grosor de tallo a los 60 días después del trasplante.....	- 45 -
Cuadro 23: ADEVA del grosor de tallo a los 60 días después del trasplante.....	- 45 -
Cuadro 24: Prueba de significación para grosor de tallo a los 60 días después del trasplante.....	- 45 -
Cuadro 25: Datos tomados en el ensayo de grosor a los 120 días después del trasplante .....	- 46 -
Cuadro 26: ADEVA del grosor de tallo a los 120 días después del trasplante. ....	- 46 -
Cuadro 27: Prueba de significación para grosor de tallo a los 120 días después del trasplante.....	- 47 -
Cuadro 28: Datos tomados en el ensayo de porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 60 días después del trasplante.....	- 48 -
Cuadro 29: ADEVA de porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 60 días después del trasplante .....	- 48 -
Cuadro 30: Prueba de significación para porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 60 días después del trasplante. ....	- 48 -
Cuadro 31: Datos tomados en el ensayo de porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 90 días después del trasplante.....	- 49 -
Cuadro 32: ADEVA Porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 90 días después del trasplante .....	- 50 -
Cuadro 33: Prueba de significación para porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 90 días después del trasplante.....	- 50 -
Cuadro 34: datos tomados en el ensayo de porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 110 días después del trasplante.....	- 51 -



Cuadro 35: ADEVA de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 110 días después del trasplante.....	- 51 -
Cuadro 36: Prueba de significación para porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 110 días después del trasplante.....	- 51 -
Cuadro 37: datos tomados en el ensayo de porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 120 días después del trasplante.....	- 52 -
Cuadro 38: ADEVA de Porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 120 días después del trasplante. ....	- 53 -
Cuadro 39: Prueba de significación para porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 120 días después del trasplante.....	- 53 -
Cuadro 40: Porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> en el cultivo. ....	- 54 -
Cuadro 41: ADEVA del Porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> en el cultivo. ....	- 54 -
Cuadro 42: Prueba de significación para porcentajes de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> en el cultivo.....	- 54 -
Cuadro 43: Producción Kg/ha.....	- 55 -
Cuadro 44: ADEVA de producción Kg/ha. ....	- 56 -
Cuadro 45: Prueba de significación para producción.....	- 56 -
Cuadro 46: Relación Costo/Beneficio .....	- 57 -

## INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1: Descripción de la parcela neta. ....	- 32 -
Gráfico 2: Distribución de las unidades experimentales. ....	- 35 -
Gráfico 3: Porcentaje de prendimiento a los 8 días después del trasplante. ....	- 40 -
Gráfico 4: Altura de planta a los 30 días después del trasplante. ....	- 41 -
Gráfico 5: Altura de planta a los 60 días después del trasplante. ....	- 43 -
Gráfico 6: Altura de planta a los 120 días después del trasplante. ....	- 44 -
Gráfico 7: Grosor de tallo a los 60 días de trasplante. ....	- 46 -
Gráfico 8: Grosor de tallo a los 120 días después del trasplante. ....	- 47 -
Gráfico 9: Porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 60 días después del trasplante. ....	- 49 -
Gráfico 10: Porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 90 días después del trasplante. ....	- 50 -
Gráfico 11: Porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 110 días después del trasplante. ....	- 52 -
Gráfico 12: Porcentaje de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> a los 120 días después del trasplante. ....	- 53 -
Gráfico 13: Total de plantas sin <i>Sclerotium cepivorum</i> en el cultivo. ....	- 55 -
Gráfico 14: Producción Kg/ha. ....	- 56 -
Gráfico 15: Costo-Beneficio. ....	- 57 -

INDICE DE IMÁGENES.

Imagen 1: Cebolla.....	- 8 -
Imagen 2: Hongo <i>Sclerotium cepivorum</i> . ....	- 15 -
Imagen 3: Síntomas de la <i>Sclerotium cepivorum</i> . ....	- 16 -
Imagen 4: Ciclo de <i>Sclerotium cepivorum</i> . ....	- 17 -
Imagen 5: Hongo <i>Trichoderma harzianum</i> . ....	- 20 -
Imagen 6: Bacteria <i>Bacillus subtilis</i> . ....	- 26 -

## INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1: Presupuesto de la investigación. ....	- 65 -
Anexo 2: Cronograma.....	- 67 -
Anexo 3: Análisis de suelo.....	- 68 -
Anexo 4: Siembra .....	- 69 -
Anexo 5: Riego .....	- 69 -
Anexo 6: Elaboración de surcos para el trasplante .....	- 70 -
Anexo 7: Medición de parcelas para el trasplante.....	- 70 -
Anexo 8: Inmersión de plántulas en tratamientos .....	- 71 -
Anexo 9: Trasplante.....	- 71 -
Anexo 10: Aplicación de humus.....	- 72 -
Anexo 11: Aplicación de productos.....	- 72 -
Anexo 12: Toma de datos.....	- 73 -
Anexo 13: Crecimiento de plantas. ....	- 73 -
Anexo 14: Cosecha .....	- 74 -
Anexo 15: Pesado. ....	- 74 -
Anexo 16: Sintomatología de <i>Sclerotium cepivorum</i> .....	- 75 -

## RESUMEN EJECUTIVO.

La presente investigación se llevó a efecto en la comunidad “La Esperanza”, cantón Bolívar, provincia del Carchi, cuya finalidad fue evaluar el efecto de la aplicación de los controladores biológicos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, comparado con un testigo químico (Metil tiofanato) y un testigo absoluto, frente al hongo fitopatógeno *Sclerotium cepivorum* en el cultivo de cebolla paiteña (*Allium cepa* L.), con el objetivo de evaluar la actividad antagonista de dichos hongos y a su vez se realizó un análisis económico y productivo de cada uno de los tratamientos.

Se utilizó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, empleando la prueba de Tukey al 5 % para determinar diferencias estadísticas.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de prendimiento, incidencia de *Sclerotium cepivorum*, altura de planta, grosor de tallo, producción Kg/ha por tratamiento y análisis de costo beneficio.

Luego de realizar el respectivo análisis de varianza se concluye que:

El tratamiento T4 que corresponde al producto químico (Metil tiofanato), demostró, ser el más efectivo; neutralizando la acción patogénica del hongo *Sclerotium cepivorum* cuyo porcentaje de incidencia fue de 13.75%, sin embargo no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El tratamiento de mayor producción fue el T1, que corresponde a *Trichoderma harzianum* con una producción de 44570,75 Kg/ha, sin embargo no existió diferencias estadísticas con los demás tratamientos.

En relación al costo beneficio el tratamiento que obtuvo mejores resultados fue T4 (Metil tiofanato) con \$ 1.95.

## ABSTRACT.

The location of this research was La Esperanza, canton Bolivar, province of Carchi. The object of this Investigation is to assess some biological products effectiveness: *Bacillus Subtilis* and *Trichoderma harzianum* compared with a chemical product (Metil tiofanato) and a total product in their fight against the fungi *Sclerotium cepivorum* in the onion crop variety (*Allium cepa L.*) in order to assess the antagonistic activity of these fungi as well as an economic analysis and production of each of the treatments.

The experimental design Randomized Complete Block was used with five treatments and four repetitions, using the Tukey test at 5% to define statistical differences.

The variables evaluated were: rooting percentage, *Sclerotium cepivorum* impact, plant high, stalk thickness and production Kg/ha for each treatment.

Treatment T4, which corresponds to chemical (Metil tiofanato) proved to be the most effective, because it could neutralize the fungi *Sclerotium cepivorum* pathogenic action with 13,75% incident percentage. However, there were no significative statical differences among treatments.

T1 was the treatment with the biggest production, and corresponds to *Trichoderma harzianum* obtaining a 44570,75 Kg/h yield. However, there were no statistical differences with the other treatments.

In relation to the cost benefit analysis the treatment which got the best results was T4 (Metil tiofanato) with \$ 1.95.

## TUKUYMANTA WILLAKUNY

Kay investigacionga canmi que cay carchipi “La Esperanza” cantón Bolívar provincia del Carchi llactapi, llactapi suk causaycunaka rikurircacuna kan productos biológicos (*Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*) caicunahuan comparshpaca shua hampishpapash quimicocuna (Metil tiofanato) y shu hampishpapash paktchishkanchik can cay frente callamba fitopatógono (*Sclerotium cepivorum*) cebolla tarpuyy (*Allium cepa* L.) cay objetivoca evaluangapa shu actividad antagónica cay callambacuna, ricungapa shug shinallata kullkipi yanapakmanta, shu producto cada shug tratamientos.

Jatunpacha shinarirka rumi illul shina shinalla, picha y chuskukaman shinarirka; kaywan tukey tapuykuna picha 5% rikurirka.

Imatalla rikushkakunaka kaykunami kan: mutsurishka prendimiento, unkuy imashina llakichikmanta, yurakaspi imashina kakmanta, hatun yurata tupuymanta, alli pukuk mirakmanta, shinallata kullkipi yanapakmanta.

Chay rikurirka T4 kay producto yalyshkami metil tiofanato, rikurirka. Jatunpachami kan uncuy wuañuchishpa (*Sclerotium cepivorum*) kay rikurishka kan chungu kimsa, kanchis pusak 13.75%, Shinapash mana jatun rurashakakunawan mana rikurirkachu.

Aly ricurirkami T1 caymi can (*Trichoderma harzianum*) tarpushkunawan sukta iskun waranka sukta picha shukwan, canchis chunka kimsa 44570,75 kg/ha. Shinapash mana jatun rurashakakunawan mana rikurirkachu.

Relacionawan pakta pakta rikurirka T4 (Metil tiofanato) 1.95 dólar.

## INTRODUCCIÓN.

La cebolla (*Allium cepa L.*), es una de las hortalizas más importantes y más cultivadas en el mundo, en el país tiene gran trascendencia debido a su amplia distribución geográfica, superficie y consumo per cápita, así como a la gran cantidad de cultivares existentes (blanca, colorada y perla), siendo un cultivo típico de la región interandina hay que considerar que existen importantes esfuerzos en la costa ecuatoriana en el desarrollo de este cultivo. En lo referente a cebolla paiteña o de bulbo, ésta se ha mantenido en promedio entre los años 1998 y 2003 en 56.800 hectáreas cultivadas en Ecuador. La superficie cosechada en promedio, en el periodo de análisis, fue de 8.260 hectáreas, lo que implicó un rendimiento promedio de 6,84 TM/ha (Huaca, 2011).

Uno de los principales limitantes en el cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) es la enfermedad denominada pudrición blanca, causada por el hongo *Sclerotium cepivorum*. Esta enfermedad puede afectar plantas en cualquier estado de desarrollo y se incrementa conforme se desarrolla el sistema radical y el bulbo.

En la actualidad la mayoría de los agricultores utilizan productos químicos para su control (Captan, Pentacloronitrobenceno), en la presente investigación se analiza mediante un estudio de campo la opción de utilizar productos biológicos para inhibir el desarrollo del hongo y de esta manera probar nuevas alternativas de control.



## I. EL PROBLEMA.

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La pudrición blanca causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* es una enfermedad limitante de la producción en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), su rápida diseminación, principalmente por labores de labranza y el agua de riego, ha obligado a los agricultores a cambiar de cultivo, debido a su alta infestación. Algunos agricultores continúan sembrando en terrenos totalmente contaminados, lo que representa costos de producción elevados, y grandes pérdidas de cosecha que podrían llegar hasta un 100% en algunos casos (Granados, 2005).

En Ecuador cantón Bolívar provincia del Carchi son tres las razones principales, que mantiene preocupados a los agricultores de cebolla, la presencia de *Sclerotium cepivorum* en los suelos, la resistencia de la pudrición blanca a productos químicos y los costos elevados que se manejan para el control de esta enfermedad, no retribuyen con los bajos precios que los comerciantes pagan por el bulto de cebolla paiteña (Chandi, 2012).

En la actualidad uno de los mayores problemas que enfrentamos los seres humanos es la contaminación de los alimentos debido al uso excesivo de fungicidas sintéticos utilizados para disminuir la incidencia de la enfermedad como es el caso de *Sclerotium cepivorum* que afecta al cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.).

Lamentablemente, las consecuencias del uso irracional de agroquímicos se evidencian en la salud de los seres humanos a través de la contaminación, generando como consecuencia la pérdida de trabajo y considerables costos para el tratamiento de la salud, así como reduce sustancialmente la calidad de vida (Granados, 2005).

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Escasas estrategias biológicas en campo que disminuyan los altos niveles de incidencia de pudrición blanca, *Sclerotium cepivorum* en el cultivo de cebolla paiteña (*Allium cepa L.*), en el Cantón Bolívar.

## 1.3. DELIMITACIÓN.

La delimitación de la presente investigación se presenta a continuación, en el cuadro 1.

Cuadro 1: Delimitación de la Investigación.

Área	Agronómica
País	Ecuador
Provincia	Carchi
Cantón	Bolívar
Parroquia	La Esperanza
Unidades de Observación	Cultivo de Cebolla ( <i>Allium cepa L.</i> )
Altitud	2.400 m.s.n.m.
Latitud	175877
Longitud	10045514
Temperatura promedio anual	20°C

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Fuente: Agrocalidad Carchi

## 1.4. JUSTIFICACIÓN.

La investigación tuvo como finalidad evaluar alternativas biológicas y disminuir el uso de fungicidas sintéticos, para el control de *Sclerotium cepivorum*, debido a que el combate químico utilizado por los productores es poco eficiente, y ninguno de los fungicidas aplicados (Captan, Pentacloronitrobenzeno entre otros) es eficaz en disminuir la incidencia de la pudrición blanca; además este tipo de manejo químico provoca la presencia de residuos sobre las partes comestibles y contaminación ambiental, debido a las altas dosis utilizadas, por eso la posibilidad del combate mediante el control biológico con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* para el manejo de la pudrición blanca se perfiló como una alternativa viable.

La falta de un control eficaz y económico hizo que la investigación se oriente a la búsqueda de otras alternativas para el control de la enfermedad. El combate biológico para pudrición blanca, estuvo orientado a disminuir el desarrollo del fitopatógeno mediante los controladores biológicos (*Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*) que destruyan a *Sclerotium*

*cepivorum* y que eviten su formación, así como también producir alimentos sin el uso de productos tóxicos.

Por esta razón consideramos de suma importancia llevar un control alternativo para que los agricultores de la zona conozcan y utilicen estos controladores biológicos (*Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*), que fueron evaluados para el control de *Sclerotium cepivorum*.

En caso de que no se dé solución al problema planteado, con el tiempo se va a tener mayor incidencia de *Sclerotium cepivorum*, por lo cual ya no se podrá cultivar cebolla paiteña (*Allium cepa* L.).

## 1.5. OBJETIVOS.

### 1.5.1 Objetivo General.

Evaluar en campo la actividad antagónica de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis*, frente a *Sclerotium cepivorum* “Pudrición blanca” en el Cultivo de “Cebolla Paiteña” (*Allium cepa* L.).

### 1.5.2 Objetivos Específicos.

- Determinar la incidencia de la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*), durante el ciclo del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), en los tratamientos analizados.
- Determinar la producción de cebolla de cada uno de los tratamientos.
- Analizar la relación costo–beneficio para cada alternativa evaluada para el control de pudrición blanca *Sclerotium cepivorum* en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.).

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

#### 2.1.1. Investigación del efecto antagónico sobre *Sclerotium cepivorum*.

Efecto de biocontroladores aislados en fincas productoras de cebolla sobre la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*) realizada por María del Milagro Granados, en Costa Rica, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto antagónico sobre *Sclerotium cepivorum* de hongos aislados a partir de esclerocios provenientes de la zona alta de Cartago, mediante una prueba en invernadero, para su posible implementación en una estrategia de combate integrada.

Para evaluar el efecto de *Trichoderma* sp., *Clonostachys* spp y *Beauveria bassiana* sobre la incidencia de la pudrición blanca de la cebolla (*Sclerotium cepivorum*), se realizó un experimento de invernadero. Los aislamientos fueron recuperados de esclerocios recolectados en fincas productoras de cebolla, de la zona alta de Cartago, Costa Rica. Plántulas de cebolla fueron sembradas en suelo inoculado con el patógeno y se les realizó 3 aplicaciones con los biocontroladores, individualmente o en mezcla. La incidencia de pudrición blanca mostró el siguiente patrón: testigo 46%; *Beauveria bassiana* 17%; *Clonostachys* spp. 8,3 y 7,1%, respectivamente; *Trichoderma* spp. 0%. El análisis de varianza no mostró diferencias ( $p=0,5883$ ) entre las medias para la longitud foliar.

Conclusión: El mejor de estos biocontroladores fue el aislamiento de *Trichoderma* spp., el cual detuvo el desarrollo de la enfermedad por completo, ya sea aplicado solo o en mezcla con otro de los hongos evaluados (Granados, 2005).

#### 2.1.2. Investigación de cepas de *Bacillus subtilis*.

La evaluación de cepas de *Bacillus subtilis* bioantagonistas de hongos fitopatógenos del género fusarium, fue realizada por Pilar Villa, Isabel

Alfonso, María Julia Rivero, & Gisela González, en el Instituto Cubano de investigaciones de los derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) en el 2007.

Se evaluaron 3 cepas de *Bacillus subtilis* para conocer sus propiedades antagonistas frente a hongos fitopatógenos. Dicha investigación muestra los resultados de la evaluación de diferentes cepas de *Bacillus subtilis*, pertenecientes a la Colección de Cultivos del ICIDCA, como bioantagonistas de hongos fitopatógenos del género *Fusarium*, causantes de enfermedades en la semilla botánica de la caña de azúcar y de grandes pérdidas en la agricultura. Se evaluaron las cepas de *Bacillus subtilis* B/23-45-6, B/23-44-7 y B/BL $\alpha$ 10 mediante cultivo dual frente a los hongos *Fusarium solani* 2000 C-29, *Fusarium sporotrichois* 2000 C-30 y *Fusarium oxisporum* Schlechtendahl.

Conclusión: Se observó que los *Bacillus subtilis* evaluados disminuyen el crecimiento micelial de estos hongos entre el 50 y 60 % en comparación con el testigo por la excreción al medio de metabolitos antifúngicos. Por los resultados obtenidos, las cepas de *Bacillus subtilis* evaluadas resultan promisorias para el control de estos hongos del género *Fusarium*.

Recomendación: Continuar los estudios realizados en cultivo sumergido para determinar los metabolitos que provocan el efecto bioantagónico de las cepas sobre los hongos del género *Fusarium* (Villa, Alfonso, Rivero, & González, 2007).

#### 2.1.3. Efecto de la aplicación de *Bacillus spp* y *Trichoderma spp* en el control de mildiu veloso en cebolla paiteña.

La investigación se desarrolló en la zona de Cuesaca, del cantón Bolívar en la provincia del Carchi, en el año 2011, el objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de los productos biológicos Bacilux y Tricomplex 4 contra el hongo *Peronospora destructor* en el cultivo de cebolla paiteña.

Conclusión: los productos biológicos Bacilux y Tricomplex 4 actuaron eficazmente neutralizando la acción patogénica del hongo *Peronospora destructor* causante de la enfermedad mildiu veloso; entre los fungicidas biológicos el Tricomplex 4 aplicado en dosis de 1,5 litros por hectárea fue el

que ejerció mayor control de la enfermedad; el tratamiento químico demostró ser efectivo en el control del patógeno causante de la enfermedad; los mayores rendimientos del bulbo se obtuvieron con el tratamiento químico y los productos biológicos aplicados en las dosis más altas; los mayores beneficios netos se registraron con el tratamiento químico y con el fungicida Tricomplex 4 en la dosis de 1,5 litros por hectárea; el testigo absoluto mostró severos daños debido al ataque del *Peronospora destructor* y por lo consiguiente en su rendimiento.

Se recomienda: aplicar el fungicida biológico Tricomplex 4 en la dosis de 1,5 litros por hectárea con intervalos de 15 días (Huaca, 2011).

## 2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

La presente investigación pretende dar cumplimiento a lo estipulado en el reglamento de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en cuanto a trabajos de investigación de tesis, graduación, titulación e incorporación, en el capítulo II del marco legal, artículo 2 que menciona la obligatoriedad de la tesis para la obtención del título profesional de tercer nivel, en referencia a los artículos 80 literal e y 144 de la ley orgánica de educación superior – LOES.

Se fundamentó en las directrices para el registro de agentes biológicos destinados al control de plagas literal 1.2 en el cual menciona que los plaguicidas que se denominan agentes microbianos incluyen agentes naturales tales como bacterias, hongos, virus y protozoos, o microorganismos modificados genéticamente, sin embargo, se aplica el principio general de que el producto debe demostrar eficacia y no presentar riesgos inadmisibles para los usuarios, los consumidores de alimentos tratados o el medio ambiente (FAO, 1988).

La investigación también se fundamentó en el art. 13 y 14 de la Constitución Política del Ecuador (2008) en el cual se expresa que las personas y colectividades tienen derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

### 2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

Considerando el sentido humano la investigación a tomando como punto referencial el sector y población el cual es sujeto de una problemática social, es decir se considera el individuo como tal dentro del contexto investigativo, analizando cómo va a contribuir con la economía del sector, la aplicación del proyecto.

Para esta investigación se utilizó el paradigma de manejo integrado de enfermedades, el cual se caracteriza por el manejo de agro ecosistema a favor del agricultor, tomando en cuenta la socio economía y ecología de la finca, permite la utilización de métodos y técnicas apropiadas y disponibles para promover la salud y productividad del cultivo, donde la prevención, el uso de umbrales y sistemas de apoyo a decisiones son elementos elementales y trascendentales (Pumisacho y Sherwood 2002).

### 2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

#### 2.4.1. Cebolla.

“En Ecuador se cultivan anualmente alrededor de 11.349 ha., esta superficie incluye cebolla paiteña, perla y de rama” (Naranjo, s.f., pág. 15).

Las zonas de producción de cebolla de mayor importancia en el país, se ubican en los valles templados de la sierra norte y central, en la península de Santa Elena y en la provincia de Manabí. En la sierra norte y central se destacan como productores de cebolla, los sectores, tales como: Pimampiro, Chota, y La Concepción en la provincia de Imbabura, el Valle de Tumbaco y Machachi en la provincia de Pichincha; Tisaleo, Panzaleo y Ambato en la provincia de Tungurahua; Mocha, Riobamba, Chambo y Huigra en la provincia de Chimborazo; Chimbo y San Miguel en la Provincia de Bolívar (Suquilanda, 2002, pág. 1).

### 2.4.1.1. Clasificación taxonómica

Araujo (1975), presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Cuadro 2: Clasificación taxonómica de la cebolla.

Reino	Plantae
Sub reino	Embryophyta
División	Anthophita
Sub División	Angiosperma
Clase	Monocotiledónea
Orden	Liliales
Familia	Liliaceae
Genero	<i>Allium</i>
Especie	<i>cepa</i>

Fuente: (Araujo, 1975)

### 2.4.1.2. Morfología y Fisiología.

La cebolla es una planta herbácea, de hojas grandes, subcilíndricas, cerosas y huecas. La parte comercial es un bulbo tunicado grande comúnmente simple, concéntrico formado por el ensanchamiento de las vainas de las hojas, constituyendo un órgano de reserva donde son acumulados hidratos de carbono. La túnica externa es seca, brillante y de coloración variable dependiendo de la variedad (Vallejo & Estrada, 2004).

Imagen 1: Cebolla.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).



a) Tallo.

El tallo de la cebolla está constituido por un disco o platillo, subcónico, con entrenudos muy cortos. La yema central y a veces las axilares producen un tallo floral de 0.6 m de altura, hueco, no ramificado, dilatado en la parte media de su longitud (Luro, 1982, pág. 1).

b) Hojas.

Las hojas son huecas y fusiformes, cada nueva hoja emerge a través de la anterior por una hendidura que se produce en el límite de la vaina. Las hojas del bulbo son denominadas catáfilas y están constituidas por una vaina envolvente, las 5 o 6 externas son membranosas, mientras que las interiores son carnosas (Luro, 1982, pág. 1).

c) Flores.

“Las flores suelen aparecer en el segundo período vegetativo de la planta, son hermafroditas de color lila, en forma de una umbela, compuesta por un cáliz de tres sépalos, seis estambres y un pistilo” (Luro, 1982, pág. 1).

*2.4.1.3. Clima.*

a) Temperatura.

Se adapta a diferentes tipos de temperatura; desarrolla bien en climas cálidos templados y fríos, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero para la formación y maduración del bulbo, pero requiere temperatura ambiental entre los 18 y los 25 °C (Casaca, 2005, pág. 3).

b) Luminosidad.

“Un híbrido de cebolla colorada, puede producir bien en unos meses y fallar en otros, de acuerdo a la luminosidad. Según la variedad, el número de horas al día para ello puede ser de 12 a 15 horas /día” (Suquilanda, 2002, pág. 2).

c) Requerimientos de humedad.

La cebolla es muy sensible al exceso de humedad, pues los cambios bruscos pueden ocasionar el agrietamiento de los bulbos. Una vez que las plantas han iniciado el crecimiento, la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60% del agua disponible en los primeros 40 centímetros del suelo. Se recomienda que el suelo tenga una buena retención de humedad en los 15-25 cm superiores de los suelos (Casaca, 2005, págs. 3-4).

“En épocas lluviosas los bulbos son más dulces pero de poca duración. La cebolla para tener un crecimiento óptimo requiere de una humedad relativa del 70 al 75%” (Suquilanda, 2002, pág. 2).

d) Suelos y altitud.

Las cebollas requieren de un suelo abierto, fértil, que no sea ácido, con un pH óptimo entre 6.0 – 6.8, rico en materia orgánica, con buen drenaje, con pendientes no mayores al 12% para facilitar las labores del cultivo y que se cuente con agua disponible para riego (Pollock, 2003, pág. 92).

*2.4.1.4. Ciclo del cultivo.*

“Su ciclo varía entre 180 a 270 días en áreas frías y a partir de semilla vegetativa, en las áreas templadas y subtropical 120 a 150 días, a partir de semilla sexual” (Eskola & Aragundi, 1992).

*2.4.1.5. Preparación del terreno.*

La preparación de suelos debe iniciar paralelamente a la siembra de semillero entre 30 y 45 días antes del trasplante. Tomando en cuenta la nivelación del suelo y drenaje.

La profundidad efectiva del suelo deberá tener entre 15 y 20 cm, con cierto grado de humedad sin que este encharcado. Cuando son terrenos donde no se han sembrado hortalizas es recomendable iniciar con un cincelado, luego con un subsolado, siguiendo con un arado y finalmente con dos de rastra.

Obteniendo así, la incorporación de residuos de cosecha, control de maleza y aireación del suelo. La arada debe hacerse siguiendo el sentido en que se construirán los surcos de riego, para evitar la formación de depresiones o bordes transversales de los mismos. La profundidad de la arada debe ser de 25 a 30 cm, 8 a 10 días antes del trasplante (Casaca, 2005, pág. 4).

a) Elaboración de drenajes.

A fin de facilitar el riego, es importante nivelar el suelo y de la misma manera se deben elaborar zanjas de drenaje para eliminar los excesos de agua que pueden resultar inadecuados para el desarrollo del cultivo. Los drenajes deben estar constituidos por zanjas de 50 centímetros de ancho y 30 a 40 centímetros de profundidad, que se ubican cada 15 a 20 metros de distancia en contra de la pendiente (Eskola & Aragundi, 1992).

b) Elaboración de surcos o camas.

Suquilanda (2002) menciona que: los surcos se trazan siguiendo la curva de nivel a fin de facilitar el desplazamiento del agua y evitar la erección del suelo; mientras que el cultivo en camas responde a sistema de riego por goteo o aspiración donde no hay riesgo de erosión. (pág. 3)

#### *2.4.1.6. Métodos de Siembra.*

a) Siembra directa.

Este método utiliza semilla botánica o verdadera, siendo posible en tierras relativamente planas, donde se facilita el uso de maquinaria agrícola. También es posible este método de siembra al utilizar pequeños bulbos. Esta modalidad se utiliza generalmente en las provincias de: Chimborazo, Tungurahua y Pichincha la siembra directa de los bulbos se realiza colocando 1 o 2 bulbos por golpe en los surcos (Suquilanda, 2002, pág. 4).

b) Siembra indirecta.

Recomienda una distancia entre líneas de 10 a 15 cm. La semilla se siembra a chorro corrido, 5–6 o 7–10 semillas por pulgada, a una profundidad de 1 cm.

Esta siembra se hace cuidadosamente a mano. En un metro cuadrado, se utiliza de 5 a 6 gramos, siendo posible esperar de 900 a 1000 plantas seleccionadas por su calidad. Una libra de semilla sirve para sembrar de 60–80 metros cuadrados de semillero. (Casaca, 2005, pág. 5).

c) Trasplante.

El trasplante se realiza generalmente entre los 40 y 45 días de edad del semillero. Las plantas deben arrancarse y clasificarse por tamaño sembrando los diferentes tamaños en camas separadas. También deben eliminarse las plantas enfermas y que hayan formado bulbo. Si esta labor se realiza no existirá diferencia en tamaño (Lardizabal, págs. 7-8).

“El trasplante deberá hacerse cuando las plántulas tienen un tamaño de 15 cm. de alto y un diámetro aproximado de 6 mm. a nivel del suelo” (Casaca, 2005, pág. 5).

d) Distancias de siembra.

Las distancias de siembra se muestran en el cuadro 3:

Cuadro 3: Distancias de siembra.

Distancia entre camas	0.75 m
Distancia entre hileras	0.20 m
Distancia entre plantas	0.10 m
Plantas por hectáreas	266.800

Fuente: Casaca (2005, pág. 6).

*2.4.1.7. Fertilización.*

Se debe realizar un análisis de suelo para iniciar el cultivo. La absorción de nitrógeno es muy elevada, aunque no debe sobrepasarse en su dosis debido a que esta influye en el tamaño del bulbo. Su aplicación se realiza antes de trasplantar las cebollas y la segunda fertilización se la realiza unos días antes del engrosamiento del bulbo. La aplicación de fósforo es más baja que la de nitrógeno por lo que se aplica una sola vez en el abonado de fondo. El

suministro de calcio no es necesario si el terreno responde a las exigencias de la planta (Naranjo, s.f.).

#### 2.4.1.8. Riegos.

Es importante no alternar largos períodos de sequía con lapsos de riego abundantes y frecuentes, en estas condiciones se produce un porcentaje considerable de cebollas partidas; porque durante el período de sequía cesa el desarrollo del bulbo, mientras la epidermis madura y pierde elasticidad. Al reanudarse los riegos, el bulbo reinicia su desarrollo se expande violentamente y rompe la epidermis (Giaconi & Escaff, 1998).

#### 2.4.1.9. Cosecha.

La época de cosecha es cuando se observa el quiebre natural de los tallos y se efectúa en forma manual en las temporadas de verano y con terreno seco (Eskola & Aragundi, 1992).

#### 2.4.1.10. Plagas.

La cebolla tiene algunas plagas que atacan durante su ciclo de cultivo, algunas de las cuales se señalan a continuación en el cuadro 4 describiendo el daño que ocasionan:

Cuadro 4: Plagas del cultivo de Cebolla

Nombre Común	Nombre Técnico	Partes que Afecta	Daños
Trips	<i>Thrips tabaci</i>	Hojas	Los trips chupan la sabia, los síntomas que provocan son manchas plateadas, y puntos negros, eventualmente secamiento y bulbos pequeños.
Ácaros	<i>Aceria tulipae</i>	Hojas	Provocan deformaciones en las hojas formando espirales, manchas amarillas alargadas.
Gusano cortador	<i>Agrotis ypsilon</i>	Tallo	Corta los tallos de las plantas tiernas sobre o debajo de la superficie del suelo, causando la muerte de las mismas.
Gusano de la cebolla	<i>Hilemia antiqua</i>	Tallo	Los gusanos atraviesan el tallo y penetran el bulbo, las plantas se vuelven amarillas y los bulbos se pudren.
Minador de la hoja	<i>Lyriomyza huidrobensis</i>	Hojas	Las larvas construyen galerías en las hojas, pudiendo secar áreas considerables e incluso ocasionar el doblamiento de las hojas.
Nematodos del Tallo	<i>Ditylechus dispaci</i>	Hojas, tallo y bulbo	Produce hojas hinchadas y retorcidas, tallos engrosados, blandos y flácidos, los bulbos se vuelven blandos durante su almacenamiento.

Fuente: (Suquilanda, 2002)

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

#### 2.4.1.11. Enfermedades.

En el cuadro 5 se muestran las principales enfermedades del cultivo de cebolla.

Cuadro 5: Enfermedades del cultivo de Cebolla

Nombre Común	Nombre Técnico	Partes que Afecta	Síntomas y daños
Mancha púrpura	<i>Alternaria porri</i>	Follaje, bulbo y tallos florales.	Causa manchas blancas, hundidas, con un aro amarillo cuyo centro se vuelve posteriormente rojizo. En los bulbos, presenta una pudrición acuosa en el cuello.
Mildiu veloso	<i>Peronospora destructor</i>	Follaje	Aparece sobre las hojas una cubierta de color grisáceo que luego se vuelve oscura la enfermedad se caracteriza por lesiones elípticas grandes a lo largo de la hoja.
Botrytis	<i>Botrytis squamosa</i>	Follaje y bulbo	Manchas de color blanco-amarillo que se manifiestan por toda la hoja. Cuando el ataque es severo se produce necrosis foliar. Ocurre en condiciones de humedad.
Raíz rosada	<i>Pyrenochaeta terrestre</i>	Raíz	El síntoma característico, la coloración rosada de las raíces afectadas por esta enfermedad.
Roya	<i>Puccinia sp.</i>	Follaje	Produce manchas pardo-rojizas que después toman coloración violácea.
Carbón	<i>Tuburcinia cepulae</i>	Follaje	Estrías gris-plateado, que llegan a ser negras; las plántulas afectadas mueren.
Pudrición basal	<i>Fusarium oxisporum</i>	Tallo, hojas, raíz	El tallo es atacado por el hongo que habita en el suelo y las puntas de las hojas mueren rápidamente, las raíces se pudren y en la base de las escamas externas se observa un moho blanco.

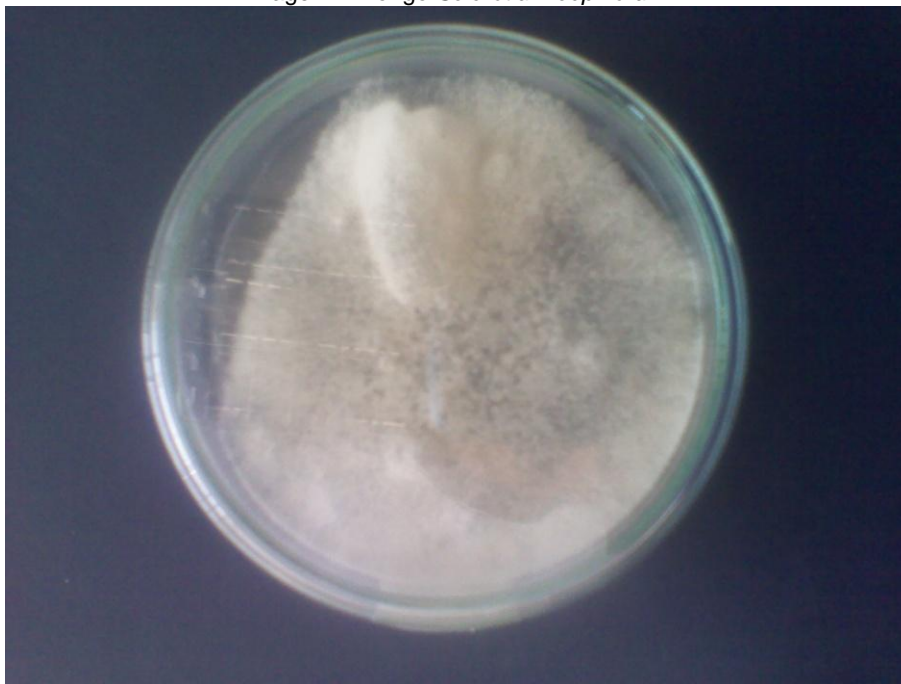
Fuente: (Suquilanda, 2002)

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

#### 2.4.2. Pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*).

*Sclerotium cepivorum* es un organismo del suelo que produce enfermedades graves en muchos hospedantes afectando las raíces, tallos, bulbos y otras partes de la planta. A este hongo se le conoce como hongo estéril debido a que durante muchos años se pensó que era incapaz de producir algún tipo de esporas ya fuera sexual o asexual, en la actualidad se conoce que produce conidios, sin embargo las esporas de estos hongos se forman ocasionalmente en la naturaleza, por lo que aún es considerado como un hongo imperfecto (Agrios, 2007).

Imagen 2: Hongo *Sclerotium cepivorum*.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

*Sclerotium cepivorum* es un patógeno específico del género *Allium*; entre las principales especies que son afectadas se encuentran la cebolla (*Allium cepa* L.) y el ajo (*A. sativum* L.); además, puede atacar el puerro (*A. porrum* L.), las cebollinas (*A. fistulosum* L. y *A. schoenosprasmum* L.), el chalote o ascalonia (*A. ascalonicum* L.), el ajo-porro (*A. ampeloprasum* L.) y ajo silvestre (*A. canadense* L.).

La mayoría de esclerocios son de forma esférica uniforme, de cubierta negra y lisa, rodean una masa compacta y gruesa de micelio, por lo general tienen un tamaño de 0,3 a 0,6 mm de diámetro; aunque algunas veces se han reportado esclerocios de forma irregular y tamaños que van desde los 5 hasta los 25 mm. Ambos tipos de esclerocios pueden formar esclerocios secundarios, dentro o adyacentes a los esclerocios originales, que influyen fuertemente en su sobrevivencia (Granados, 2005, pág. 146).

#### 2.4.2.1. Síntomas y signos.

El hongo ataca directamente a los tejidos, sin embargo produce una masa abundante de micelio y mata y desintegra a dichos tejidos al secretar ácido oxálico así como también enzimas pectinolíticas,

celulolíticas y otras enzimas antes de que penetre en el hospedante. Una vez que se ha establecido en las plantas, el hongo avanza y forma micelio y esclerocio con gran rapidez, especialmente cuando hay gran humedad y la temperatura es alta (Agrios, 2007, pág. 515).

Pollock (2003) “El primer síntoma coincide con el período de bulbificación, el follaje se vuelve amarillo, continuado por muerte descendente de las hojas más externas y retardo del crecimiento” (pág. 260).

Simultáneamente, en las raíces y hojas inferiores hay abundancia de micelio blanco, lanoso y superficial que produce esclerocios negros y esféricos sobre la superficie o dentro de los tejidos enfermos. En este grado de desarrollo de la enfermedad las plantas afectadas son fácilmente arrancadas del suelo Agrios (2007).

En la etapa de bulbificación, se observó que las hojas iniciaron su amarillamiento, que en algunos casos fue total e invadió a toda la planta, en la parte subterránea, existía la presencia de micelio blanco algodonoso (pudrición blanca). Que luego produjo esclerocios negros (tamaño de cabeza de alfiler) que es el principal síntoma de la enfermedad, como se muestra en la imagen 3.

Imagen 3: Síntomas de la *Sclerotium cepivorum*.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

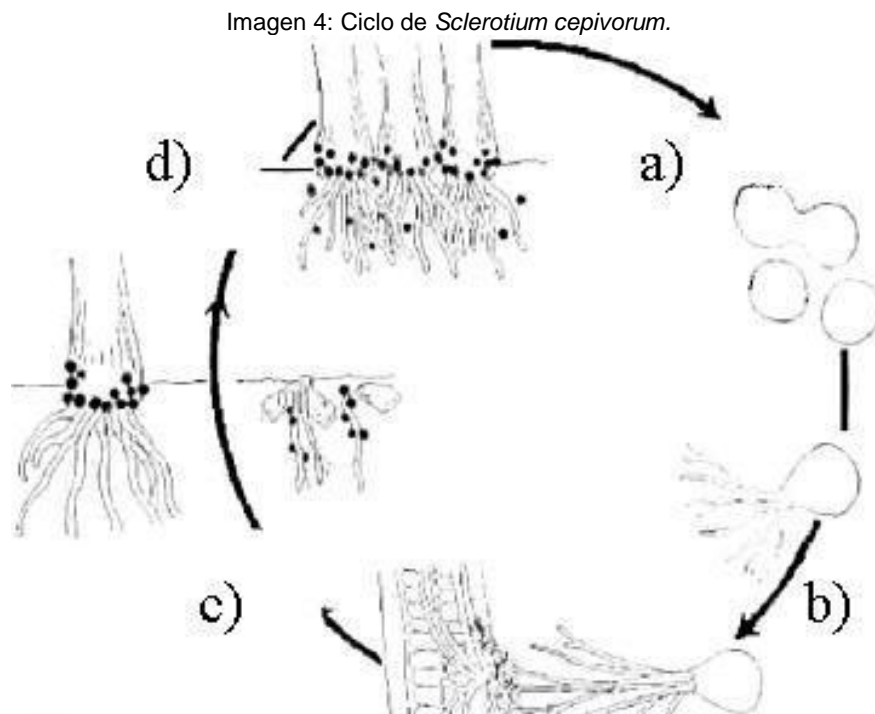


#### 2.4.2.2. Ciclo de vida.

Según Coley Smith, 1990, citado por Granados (2005), los esclerocios de *S. cepivorum* tienen una latencia constitutiva de 1-3 meses. La latencia es un período de descanso que interrumpe el desarrollo de un organismo y es mantenida por factores constitutivos que garantizan al organismo persistir en esta condición por un período mínimo necesario en su ciclo de vida. Una vez que la latencia constitutiva es superada, los esclerocios pueden estar sujetos a una latencia exógena, la cual puede ser impuesta por una amplia variedad de factores, entre los que se encuentran, la temperatura, la luz y la aireación (pág. 146).

Coley y Cooke, 1971, citado por Granados (2005), mencionan:

La germinación de los esclerocios es de forma eruptiva o miceliogénica, el primer signo de germinación es la aparición de una protuberancia en la superficie del esclerocio (como se muestra en la imagen 4), luego la cáscara sufre una ruptura y uno o más tapones grandes y densos de micelio son empujados hacia fuera; las hifas empiezan a crecer y ramificarse a partir de cada tapón (pág. 146).



Fuente: (Departamento de Ingeniería bioquímica, s.f.)

- a) Los esclerocios son esparcidos durante la cosecha, permaneciendo en el suelo por muchos años.
- b) Germinan en presencia de cebollas.
- c) El micelio invade las raíces en cualquier etapa del crecimiento cuando la temperatura del suelo es fría.
- d) El micelio es esparcido a las plantas vecinas formando más esclerocios (Departamento de Ingeniería bioquímica, s.f.).

#### *2.4.2.3. Epidemiología.*

Esta enfermedad afecta a plantas en cualquier estado de desarrollo, el hongo inverna en forma de esclerocios, pero también en forma de micelio en los tejidos infectados o en el resto de planta. Se disemina a través del agua corriente, del suelo infestado, las herramientas contaminadas, las plántulas de trasplante infectados y en algunos hospedantes en forma de esclerocios mezclados con la semilla (Agrios, 2007).

#### *2.4.3. Control Biológico.*

La destrucción total o parcial de las poblaciones de patógenos por medio de otros organismos, frecuentemente ocurre en forma natural o través de la manipulación del medio ambiente, hospedero o antagonista (Agrios, 2007, pág. 196).

##### *2.4.3.1. Mecanismos de acción.*

Los mecanismos por lo que los microorganismos antagónicos afectan a las poblaciones de patógenos en general se atribuyen a los siguientes efectos:

- a) Antibiosis.

Se refiere a la producción por parte de un microorganismo de sustancias tóxicas para otros microorganismos, las cuales actúan en bajas concentraciones (menores a 10 ppm.).

#### b) Competencia.

Se define por competencia como el desigual comportamiento de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, siempre y cuando la utilización del mismo por uno de los organismos reduzca la cantidad disponible para los demás. Un factor esencial para que exista competencia es que haya escasez de un elemento, si hay exceso no hay competencia. La competencia más común es por nutrientes, oxígeno o espacio (Mendez, 1999).

#### c) Interacción directa con el patógeno.

Existen dos tipos de interacciones directas entre los antagonistas y patógenos ellas son el parasitismo y la predación.

En el parasitismo un microorganismo parasita a otro. Se lo define como simbiosis antagónica entre organismos. Consiste en la utilización del patógeno como alimento por su antagonista.

Predación es cuando el antagonista se alimenta de materia orgánica en la cual se encuentra el patógeno (Andrade, 2012).

#### 2.4.4. Trichoderma.

##### 2.4.4.1. Origen.

Este hongo fue descrito por primera vez hace 200 años por los micólogos como un gasteromiceto y solo un siglo después se realizó el análisis de su estructura y características para ser clasificado como género entre los hongos filamentosos, como propiedades y actividades biológicas cada vez más usados en la agricultura actual. Su habilidad como antagonista solo fue descubierta hace 50 años (Endara, 2009, pág. 18).

#### 2.4.4.2. Clasificación taxonómica.

Agrios (1995), el hongo se clasifica de la siguiente manera:

Cuadro 6: Clasificación taxonómica.

Reino:	Mycetae
División:	Eumycota
Subdivisión:	Deuteromycotina
Clase:	Hyphomycetes
Orden:	Hyphales (moniliales)
Género:	<i>Trichoderma</i>
Especie:	<i>harzianum</i>

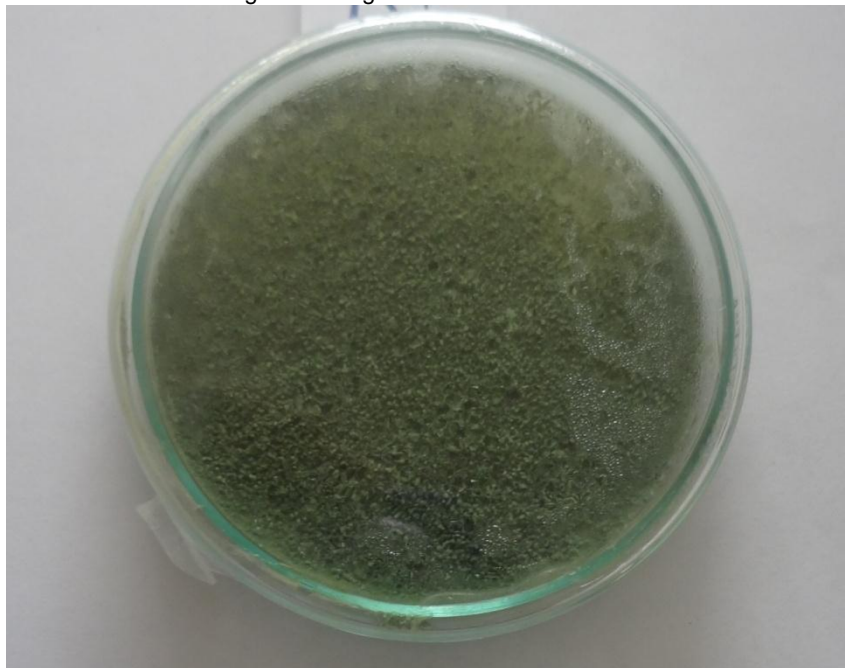
Fuente: (Quinche, 2009).

#### 2.4.4.3. Características de *Trichoderma harzianum*.

##### a) Colonia.

Colonias flojas o compactas, presentan estas dos características sobre una misma colonia, dicha compactación está relacionada con la estructura de los conidióforos. Su color se debe a la pigmentación de las fialosporas y la cantidad de esporas producidas. Su color típico es el verde oscuro, como se observa en la imagen 5 (Iza, 2010, pág. 29).

Imagen 5: Hongo *Trichoderma harzianum*.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

b) Micelio.

“Está constituido por hifas hialinas, septadas, de paredes lisas y abundante ramificación” (Amboya, 2012, pág. 7).

c) Clasmidosporas.

Están presentes en muchas especies; son intercaladas ocasionalmente terminales o sobre una ramificación lateral de una hifa corta, globosa, elipsoidal, incolora de pared lisa.

d) Conidióforos.

Tienen estructura compleja por su abundante ramificación son cónicos y piramidales. Sobre las ramificaciones principales de los conidióforos se producen ramificaciones laterales, cortas, individuales o en grupos de tres (Iza, 2010, pág. 29).

e) Fiálides.

Amboya (2012) afirma que, las fiálides son estructuras que se parecen a un frasco o a una pera reducida en su base hinchada en su parte media angosto en el ápice y cuello subcilíndrico. Se dispone en grupos irregulares de hasta cinco alrededor del extremo de las penúltimas células de las ramificaciones u originarse a lo largo de las mismas en forma individual (pág. 7).

f) Esporas.

Son fialosporas que se producen individual o sucesivamente acumuladas en el ápice de los fiálides que conforman una cabeza de esporas con un diámetro menor a  $15\mu$ , o puede estar en cadenas cortas, son lisas o rugosas, verde amarillentas u oscuras, de forma subglobosa, ovoide o elíptica (Iza, 2010, pág. 30).

#### *2.4.4.4. Ciclo Biológico.*

El organismo crece y se ramifica desarrollando hifas de 5 a 10  $\mu$ m de diámetro. La esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares de 3 a 5

um de diámetro, de color verde. También se forman clamidiosporas unicelulares, estas pueden fusionarse entre dos o más Iza (Iza, 2010).

#### 2.4.4.5. Mecanismo de acción.

*Trichoderma harzianum* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar otros hongos, se han demostrado varios mecanismos con los cuales actúa como biocontrolador y colonizador de raíces:

Kubicek, y Harman, 1998, citado por Amboya (2012) afirman que:

a) Micoparasitismo.

“Se considera como un atributo de todas las especies de *Trichoderma spp*; y el mejor mecanismo de control biológico de distintas enfermedades fúngicas”.

b) Antibiosis.

“En el proceso de destrucción de los patógenos por el hongo *Trichoderma harzianum* intervienen una gran cantidad de enzimas que son capaces de segregar sustancias antibióticas”.

c) Competencia por nutrientes y espacio.

“El mecanismo de competencia que poseen algunas cepas de *Trichoderma* se considera esencial para la prevención de enfermedades, pues la zona colonizada no podrá ser ocupada por ningún patógeno”.

d) Tolerancia al estrés por parte de la planta, al ayudar al desarrollo del sistema radicular.

“Debido al aumento de crecimiento de las raíces que se genera por la secreción de fitohormonas, existe una mejora en la tolerancia del estrés hídrico”.

e) Solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos.

“En algunos casos se especula la capacidad de solubilización de algunos nutrientes minerales como zinc o fosforo, escasamente solubles o insolubles” (pág. 9).

Elad y Kapat, 1999, citado por Amboya (2012) mencionan:

f) Resistencia inducida.

El hongo *Trichoderma harzianum* coloniza las raíces, aumenta la masa radicular y consecuentemente se obtienen mayores rendimientos, cosa que no se consigue con un fungicida convencional.

g) Desactivación de las enzimas de los patógenos.

“Es efectivo emplear como aditivo a turbas empleadas en semillero, o aplicadas directamente en trasplantes, puede reducir el uso de plaguicidas y limitar el ataque de enfermedades de raíz y ofrecer protección a largo plazo para los trasplantes en el campo” (pág. 10).

#### 2.4.4.6. Beneficios de *Trichoderma harzianum*.

Según INFOJARDIN, 2008, citado por Guicalpi (2009), los beneficios de este microorganismo son los siguientes:

- Ayuda a descomponer materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo.
- Estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo de las plantas.
- Previene enfermedades dando protección a la raíz y al follaje.
- Preservación del ambiente al disminuir el uso de fungicidas.
- Mejora la nutrición y absorción de agua.
- Moviliza nutrientes en el suelo para las plantas.
- Actúa como biodegradante de agro tóxicos.
- Es compatible con bioagentes controladores de plagas y enfermedades.

- Puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas; algunos fungicidas sistémicos y cobres.
- No presenta efectos nocivos para el hombre, ni para insectos benéficos.
- Puede usarse en la agricultura orgánica y convencional (pág. 33).

#### 2.4.5. Nombre comercial de *Trichoderma harzianum*: Trichoeb 5wp.

TRICHOEB 5WP es un producto biológico que contiene conidias del hongo *Trichoderma spp*, siendo bio-regulador y antagonista de fitopatógenos.

Su acción está determinada por la competencia, por nutrientes y espacio, parasitismo y antibiosis, protegiendo el área radicular, también ayuda en la absorción de micronutrientes estimulando el crecimiento de la planta y además ayuda a activar los mecanismos naturales de defensa de la planta.

Concentración Total:  $5 \times 10^{11}$  UFC.

Concentración por gramo:  $2 \times 10^9$  UFC.

Dosis recomendada: 250 gramos por hectárea.

#### Recomendación de Aplicación

- Se recomienda que las aplicaciones deben realizarse al suelo para mejores resultados. Se puede usar el sistema de goteo. Aplicaciones foliares en el haz y envés de la hoja. Aplicaciones foliares (uso de adherente).
- Preferiblemente manejar un pH 7 para la aplicación.
- La aplicación manual por bomba de mochila debe ser de 3 a 5 g por bomba de 20 litros. Realizar una pre mezcla para garantizar la disolución adecuada del producto y la uniformidad de las conidias en la aplicación.
- No exponga el producto al sol ni altas temperaturas.
- Almacenar en refrigeración a 4° C.
- Se recomienda realizar las aplicaciones en la tarde, cuando hay menor incidencia de rayos ultravioleta.



- En vivero:
  - Al medio o sustrato antes de la siembra.
  - Al medio o sustrato una vez establecidas las plántulas.
- Al trasplante:
  - Como solución arrancadora.
  - En chorro, al pie de cada planta.
- En cultivos establecidos:
  - Al pie de cada planta.
  - Riego por goteo.
  - Foliarmente.

Campatibilidad:

- TRICHOEB 5WP es compatible con la gran mayoría de fungicidas químicos, excepto con los del grupo de los Bencimidazoles (Benomil, Thiabendazol, Carbendazin, Metil tiofanato); Imidazoles (Procloraz, Imazalil). Para mejores resultados se recomienda no mezclar con plaguicidas químicos.
- Es compatible con otros agentes biológicos y fertilizantes. (Ecuabiológica, s.f.)

2.4.6. *Bacillus subtilis*.

2.4.6.1 *Origen*

Cohn, 1872, citado por Urquiza (2009), mencionan que: *Bacillus subtilis* es una bacteria Gram positiva, Catalasa positiva comúnmente encontrada en el suelo. Un miembro del Género *Bacillus*, *B. subtilis* tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar condiciones ambientalmente extremas. A diferencia de varias especies, *B. subtilis* ha sido clasificada históricamente como un aerobio obligado, aunque recientes investigaciones han demostrado que esto no es estrictamente correcto (pág. 11).

En la imagen 6 se muestra la bacteria *Bacillus subtilis*.

Imagen 6: Bacteria *Bacillus subtilis*.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

#### 2.4.6.2. Clasificación taxonómica.

Ehrenberg, 1835, & Cohn, 1872, clasifican a *Bacillus subtilis* de la siguiente manera:

Cuadro 7: Ubicación taxonómica de *Bacillus*.

Reino:	Bacteria
Filo:	Firmicutes
Clase:	Bacilli
Orden:	Bacillales
Familia:	Bacillaceae
Género:	<i>Bacillus</i>
Especie:	<i>subtilis</i>
Nombre binomial:	<i>Bacillus subtilis</i>

Fuente: (Urquiza, 2009, pág. 11)

#### 2.4.6.3. Características de *Bacillus subtilis*.

Chen, 2008, citado por Yáñez (2012), indica que: *Bacillus subtilis* se caracteriza por ser un bacilo, Gram-positivo, aerobio estricto, aunque puede crecer en vía anaeróbica, productor de endospora, de antibióticos y matriz extracelular que comúnmente se encuentra en el suelo. El potencial de *B. subtilis* se basa en su capacidad para producir una amplia gama de moléculas bioactivas, que muestran fuertes propiedades antifúngicas, junto

con una baja toxicidad, alta biodegradabilidad y características amigables con el medio ambiente en comparación con los pesticidas químicos.

#### 2.4.6.4. *Ciclo biológico.*

El ciclo incluye la multiplicación de la célula vegetativa mediante fusión binaria, esporulación y transformación de la espora en célula. La transformación de la espora en célula vegetativa se denomina muchas veces germinación aunque la germinación es, de hecho, un solo paso del proceso de transformación. La transición de espora bacteriana latente a la forma vegetativa completamente activa puede dividirse entre fenómenos secuenciales: activación, germinación y célula emergente (Eyousef & Carlstrom, 2006).

#### 2.4.6.5. *Mecanismo de Acción*

Según estudiantes y docentes de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, D.C. (2011). Los mecanismos de *Bacillus subtilis* son:

- a) Competencia por nutrientes: La competencia más común es por nutrientes esenciales para el desarrollo de las funciones microbianas vitales; reproducción, nutrición, respiración y/o metabolismo, de esta manera se delimita la colonización de otras especies patógenas.
- b) Competencia por espacio: El desarrollo de un microorganismo sobre determinada área, inhibe de cierto modo la invasión de otros.
- c) Interacción directa con el patógeno: Se destaca la interacción directa entre los antagonistas y los patógenos, considerada por varios autores como; una simbiosis antagónica, que es la capacidad que posee uno de ellos (antagonista) de alimentarse de otro microorganismo, que en el contexto del biocontrol es un agente patógeno. Este mecanismo está mediado básicamente por la lisis

enzimática, la cual permite la degradación de las estructuras fúngicas parasitadas para su utilización como fuente de factores.

- d) La predación: consiste en la utilización de materia orgánica como fuente nutricional por parte del antagonista, de la que puede hacer parte el patógeno, lo cual es muy ocasional (pág. 183).

#### 2.4.6.6. Beneficios de *Bacillus subtilis*

Según Angeloni, 2004, citado por Wash (2010), los beneficios de este microorganismo son los siguientes:

- Producción sideróforos, que son compuestos extracelulares de bajo peso molecular y elevada afinidad por el ion hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos.
- Compite por sustrato en la rizósfera y filósfera con los patógenos de las plantas.
- Produce antibióticos de tipo Bacilysin e Iturin que son altamente fungo tóxicos.
- Es un promotor de crecimiento, esta bacteria al establecerse en el sistema radical lo protege y estimula la absorción de nutrientes.
- Inducción a resistencia: Al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nemátodos patógenos.
- Además esta bacteria no contamina el ambiente, no es tóxica en humanos, animales y plantas (pág. 16).

#### 2.4.7. Nombre comercial de *Bacillus subtilis*: Companion 2-3-2.

Es un biofungicida líquido formado a base de *Bacillus subtilis* (cepa GBO3) + N-P-K (2-3-2) muy resistente a condiciones ambientales extremas. Las esporas de esta bacteria gram-positiva de exponencial multiplicación se encuentran latentes en un medio nutritivo de azúcares líquidos exclusivamente formulado a base de cadenas de carbono simples y complejas. Estas esporas se activan mediante el contacto con el agua e inician la colonización masiva de las raíces, actúa como biocontrolador de

hongos tales como *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus* y otros patógenos nativos del suelo.

Companion 2-3-2, promueve un desarrollo del sistema radicular y evita la pudrición de las mismas.

- Dosis y forma de aplicación
  - Dosis General: 0.5 a 1 L/ha
  - Aplicación: Suelo o foliar

En la siembra o en el trasplante se debe realizar inmersión o aspersion a la raíz a 5cc/L de agua.

- Modo de Empleo

Se debe diluir en agua y aplicarlo al suelo, por riego o en drench, en círculo o semicírculo alrededor de la raíz.

- Compatibilidad

Puede ser aplicado con otros fertilizantes y fungicidas, pero en ningún caso debe ser mezclado con bactericidas.

## 2.5. HIPÓTESIS.

### 2.5.1. Hipótesis afirmativa (Hi).

*Trichoderma harzianum*, y *Bacillus subtilis* son efectivos como factor de control biológico para pudrición blanca en el Cultivo de “Cebolla paiteña” (*Allium cepa L.*), en el Cantón Bolívar.

### 2.5.2. Hipótesis nula (Ho).

*Trichoderma harzianum*, y *Bacillus subtilis* no son efectivos como factor de control biológico para pudrición blanca en el Cultivo de “Cebolla paiteña” (*Allium cepa L.*), en el Cantón Bolívar.

## 2.6. VARIABLES.

### 2.6.1. Variable dependiente.

Pudrición blanca, *Sclerotium cepivorum* en el cultivo de Cebolla paiteña (*Allium cepa* L.).

### 2.6.2. Variable independiente.

Microorganismos benéficos *Trichoderma harzianum*, y *Bacillus subtilis*.

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación que se realizó es una investigación cuali-cuantitativa; cualitativa porque se evalúa variables, durante el transcurso de la investigación además, la eficiencia de los microorganismos benéficos (*Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*) frente al comportamiento de la enfermedad (*Sclerotium cepivorum*) e investigación cuantitativa porque se obtuvo datos numéricos que ayudan a alcanzar el resultado positivo o negativo en el control de pudrición blanca.

#### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Para el desarrollo del proyecto se empleó los siguientes tipos de investigación.

##### 3.2.1. Investigación aplicada.

La investigación es aplicada porque enfoca su atención en las teorías generales y el conocimiento de los factores en estudio para aplicarlos en el ensayo y de esta manera encontrar una solución, para resolver problemas y necesidades que atraviesan los agricultores de la zona.

##### 3.2.2. Investigación de campo y experimental.

Se desarrolló un experimento en campo y se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), que permitió analizar las variables en estudio.

##### 3.2.3. Investigación Bibliográfica.

Es fundamental porque contribuye como una fuente de información para futuras investigaciones.

### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

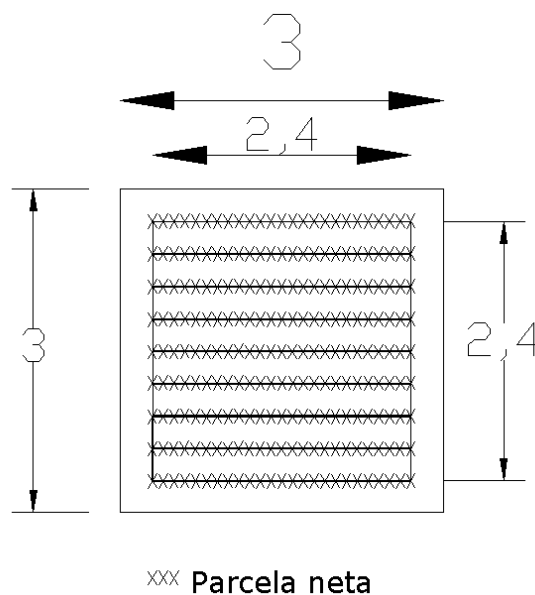
#### 3.3.1. Población.

La población de la presente investigación estuvo representada por las unidades del diseño experimental, del cultivo de cebolla paiteña (*Allium cepa* L.), donde se evaluó dos controladores biológicos (*Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*) comparado con un testigo químico (Metil tiofanato) y testigo absoluto, para el control del hongo *Sclerotium cepivorum*.

#### 3.3.2. Muestra.

La muestra de la investigación está dada por la parcela neta de cada unidad experimental, en donde se consideró 12 plantas de la parcela neta, para la variable altura y grosor de tallo, mientras que para incidencia se tomó datos de toda la parcela neta y para la variable prendimiento se consideró todas las plantas del quinto surco de la parcela neta.

Gráfico 1: Descripción de la parcela neta.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).



### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Cuadro 8: Operacionalización de Variables

Idea a defender	Variables	Descripción	Indicador	Ítem	Técnica	Herramienta	Informante
<i>Trichoderma harzianum</i> , y <i>Bacillus subtilis</i> son efectivos como factor de control biológico para pudrición blanca en el Cultivo de "Cebolla paiteña" ( <i>Allium cepa</i> L.), en el Cantón Bolívar.	V.I. Microorganismos benéficos.	<i>Trichoderma harzianum</i> .	Disminuye la enfermedad <i>Sclerotium cepivorum</i> en un 8% en condiciones críticas.	Porcentaje de incidencia	Bibliografía	Libros, internet, revistas.	Investigadores.
		<i>Bacillus subtilis</i> .	Es una bacteria que previene la germinación de esporas de hongos patógenos, en un 75% en condiciones adversas.	Porcentaje de incidencia	Bibliografía	Libros, internet, revistas.	Investigadores.
	V.D. Pudrición blanca ( <i>Sclerotium cepivorum</i> ), en el cultivo de cebolla paiteña.	Porcentaje de prendimiento.	A los 8 días a partir del trasplante, se evaluó porcentualmente el número de plantas que prendieron, en el quinto surco	Porcentaje de plantas.	Experimentación en campo, observación y registro de datos.	Ficha técnica.	Investigadores.
		Grosor de tallo.	Esta variable se medirá a los 60 y 120 días a partir del trasplante, de una muestra de 12 plantas.	Centímetros.	Toma de datos con la ayuda de un calibrador.	Ficha técnica.	Investigadores.
		Altura de planta.	Esta variable se medirá a los 30, 60 y 120 días a partir del trasplante, de 12 plantas de la parcela neta.	Centímetros.	Toma de datos con la ayuda de un metro.	Ficha técnica.	Investigadores.
		Incidencia.	Esta variable se medirá a los; 60, 90, 110 y 120 días de trasplante, de toda la parcela neta.	Porcentaje.	Experimentación en campo, observación y toma de datos.	Ficha técnica.	Investigadores.
		Producción.	Determina por parcela neta el rendimiento de cada uno de los tratamientos.	Kilogramos.	Experimentación en campo, observación y toma de datos, con la ayuda de una balanza.	Ficha técnica.	Investigadores.
		Costo	Determina cual tratamiento es el más rentable.	Dólares	Análisis de los costos por tratamiento.	Ficha técnica.	Investigadores.

Elaborado por: Alvarado, D & Higuera, J. (2013)

### 3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

#### 3.5.1. Fuentes bibliográficas.

La información bibliográfica se la recolecto de libros, páginas electrónicas, revistas científicas e investigaciones realizadas, referentes al tema.

#### 3.5.2. Información procedimental.

La presente investigación se realizó en la provincia del Carchi, Cantón Bolívar, sector de La Esperanza. En la cual se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

Para la comprobación de las hipótesis se realizó un análisis ADEVA, en donde se empleó la prueba de Tukey al 5%.

#### 3.5.3. Características del ensayo.

Consta de cinco tratamientos y cuatro repeticiones, se dispuso de veinte (20) unidades experimentales. En el gráfico 2 se muestra la distribución de las unidades experimentales.

Los tratamientos del ensayo son:

T1. *Trichoderma harzianum*.

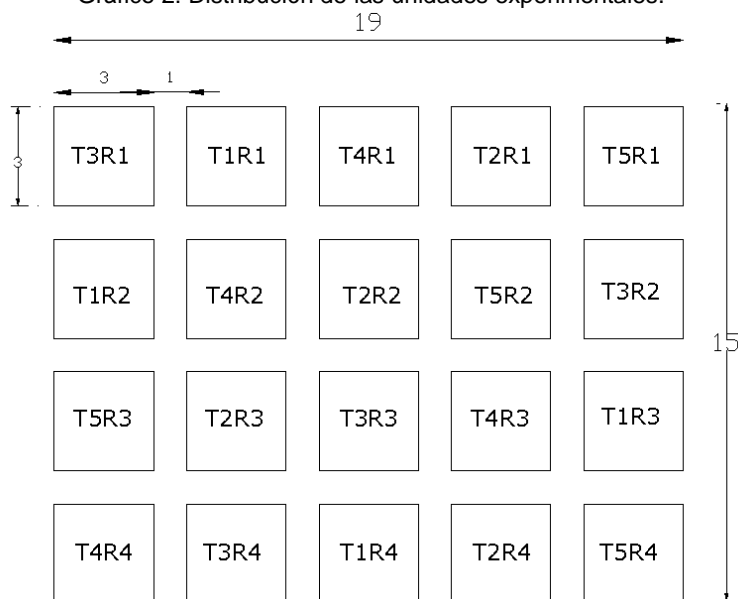
T2. *Bacillus subtilis*.

T3. *Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*.

T4. Producto químico (Metil tiofanato).

T5. Testigo absoluto.

Gráfico 2: Distribución de las unidades experimentales.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

### Características del diseño experimental.

Cuadro 9: Características del diseño experimental.

Área total del ensayo		285 m <sup>2</sup>
Unidad experimental 9m <sup>2</sup>	Largo	3m
	Ancho	3m
Distancia entre surco		0.3 m
Distancia entre plantas		0.1 m
Distancia entre unidades experimentales		1 m
Parcela neta	Largo	2.4 m
	Ancho	2.4 m
	Área Total	5.76m <sup>2</sup>

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

#### 3.5.4. Variables a evaluarse.

##### a) Porcentaje de prendimiento en el trasplante.

Se contó el número de plantas prendidas del quinto surco de la parcela neta a los ocho días del trasplante, estos valores se expresaron en porcentaje.

##### b) Altura.

Se tomó desde la base del tallo hasta el ápice con la ayuda de un flexómetro expresado en centímetros, a los 30, 60, y 120 días del trasplante, de 12 plantas de la parcela neta.

c) Grosor del tallo.

A los 60 y 120 días a partir del trasplante, con la ayuda de un calibrador, se midió el grosor del tallo a la altura del cuello de la planta, de 12 plantas de la parcela neta.

d) Incidencia.

A los 60, 90, 110 y 120 días de trasplante, se determinó la incidencia de la enfermedad por parcela neta. Al finalizar la investigación se analizó el número de plantas afectadas en la parcela neta de cada unidad experimental.

e) Producción.

Con la ayuda de una balanza, se pesó la producción de cada tratamiento, en kilogramos, aquí se va a verificar cual es el tratamiento que da mayores rendimientos.

f) Relación costo-beneficio.

Esta variable se la analiza al final del ensayo para determinar cuál de los tratamientos es más rentable.

### 3.5.7. Métodos de Manejo del Experimento.

#### 3.5.7.1. Materiales y equipos.

a) Materiales de Campo.

- Semilla de cebolla variedad Rednice.
- Letreros.
- Calibrador.
- Herramientas de labranza.
- Bomba manual de mochila.
- Fungicida y controladores biológicos (Metil tiofanato, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*).
- Fertilizantes químicos.
- Abono.
- Insecticidas.
- Herbicidas.
- Balde de 20 litros.
- Libreta de apuntes.

- Regla.
- Balanza.
- Flexómetro.
- Piola.
- Estacas.
- Materiales de cosecha (costales).

b) Equipos de Oficina.

- Computador.
- Flash Memori.
- Calculadora.
- Cámara fotográfica.

3.5.8. Procedimiento.

- ◆ Monitoreo de la enfermedad.- se analizó el terreno para verificar la presencia del hongo *Sclerotium cepivorum* y de esta manera ubicar el ensayo en el sector más afectado por la enfermedad.
- Preparación del terreno.- se realizó la labor de arada con 15 días de anticipación a la siembra, tomando en cuenta la estructura del suelo, se rastro dos veces para evitar, el sobre laboreo para que este no se compacte.
- Medición del terreno.- con la ayuda de una cinta métrica se midió el área del ensayo para realizar la investigación.
- Elaboración de semillero.- los surcos se trazan siguiendo la curva de nivel a fin de facilitar el riego, es importante nivelar el suelo y de la misma manera se deben elaborar zanjas de drenaje para eliminar los excesos de agua que pueden resultar inadecuados para el desarrollo del cultivo.
- Siembra en el semillero.- se realizó a chorro continuo, la semilla debe quedar distribuida al interior del surco y a una profundidad no mayor a 5 mm.

- Trasplante.- las plántulas de cebolla se trasplantaron a los 80 días con un tamaño promedio de 15 centímetros, el grosor aproximado de un lápiz.
- Aplicación de tratamientos.- la aplicación de los controladores biológicos (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*), se la realizó cada 10 días y cada 30 días se aplicó el tratamiento químico (Metil tiofanato).
- Fertilización.- la fertilización de las plantaciones de cebolla se realizó en base a los resultados del análisis de suelo. La primera aplicación se realizó 8 días antes del trasplante (6.9 kg de 8-20-20, 6.9 kg de 15-15-15, 13.8 Kg de nitrato de amonio) y la segunda se realizó 30 días después del trasplante (50 Kg de compost).
- Riego.- se lo efectuó cada 15 días por inundación.
- Control de maleza.- a los 15 y 80 días del trasplante se aplicó herbicidas (Linuron y Caminador) para el control de malezas.
- Cosecha.- La cosecha se realizó a los 120 días después del trasplante cuando se observa el quiebre natural de los tallos y se efectúa en forma manual.

### 3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 3.6.1. Análisis de resultados.

##### 3.6.1.1. Porcentaje de prendimiento en trasplante.

Cuadro 10: Prendimiento 8 días después del trasplante.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (%)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	90	96.970	90.625	90.323	367,918	91,98
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	82.143	88.889	81.481	96.429	348,942	87,24
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	96.552	86.207	85.185	81.250	349,194	87,3
T4 Metil tiofanato	83.333	96.552	83.333	96.552	359,77	89,94
T5 Testigo absoluto	96.552	82.143	92.857	87.500	359,052	89,76

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 11: ADEVA de prendimiento 8 días después del trasplante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	665,402	19				
Bloque	44,501	3	14,834	0,32 ns	3,49	5,95
Tratamiento	64,237	4	16,059	0,346 ns	3,26	5,41
Error	556,664	12	46,389			
CV:	7,63%					
Media:	89,24%					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

\*\* = altamente significativo

ns = no significativo

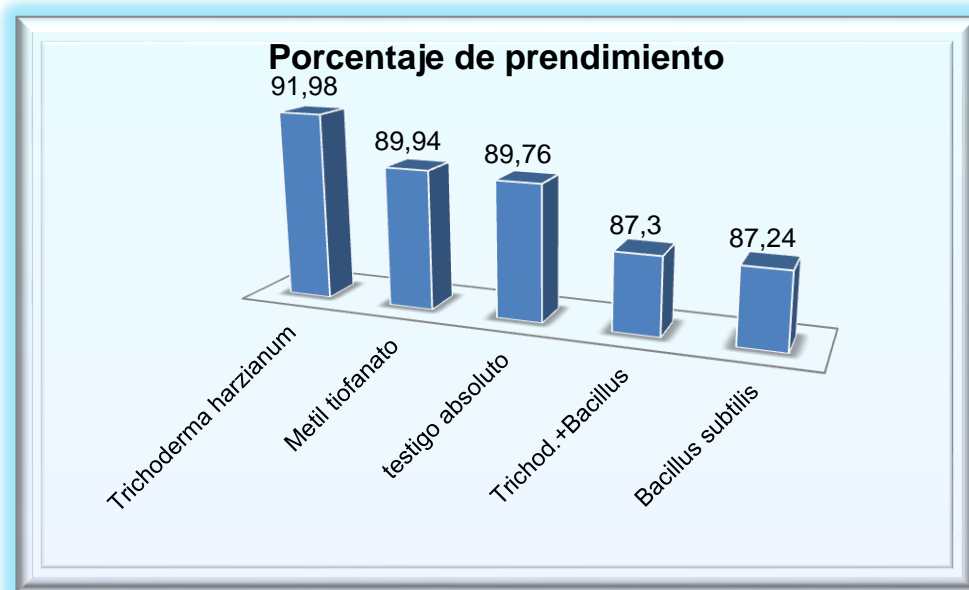
En el análisis de varianza se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 7,63%, con una media de 89,24% de prendimiento a los 8 días después del trasplante.

Cuadro 12: Prueba de significación para prendimiento

Tratamientos	Media (%)	Rango
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	91,98	A
T4 Metil tiofanato	89,94	A
T5 Testigo absoluto	89,76	A
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	87,3	A
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	87,24	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráfico 3: Porcentaje de prendimiento a los 8 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

La gráfica 3 representa, los porcentajes de prendimiento a los 8 días de trasplante, para los 5 tratamientos en estudio. Se puede observar que inicialmente el tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*) se ubica en primer lugar con una media de 91,98 %, superando de esta manera al testigo absoluto que alcanza una media de 89,76%, sin embargo no existieron diferencias estadísticas significativas.

### 3.6.1.2. Altura de planta.

#### a) Altura de planta a los 30 días después del trasplante.

Cuadro 13: Altura de planta a los 30 días después del trasplante.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (cm)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	19.633	19.4	19.858	17.658	76,549	19,14
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	16.500	18.383	19.508	17.525	71,916	17,98
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	20.592	19.067	18.692	18.725	77,076	19,27
T4 Metil tiofanato	18.425	18.058	18.292	19.792	74,567	18,64
T5 Testigo absoluto	19.517	15.508	20.417	21.158	76,6	19,15

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).



Cuadro 14: ADEVA de altura de planta a los 30 días después del trasplante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	35,802	19				
Bloque	4,311	3	1,437	0,641 ns	3,49	5,95
Tratamiento	4,596	4	1,149	0,513 ns	3,26	5,41
Error	26,895	12	2,241			
CV:	7,95%					
Media:	18,835 cm					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Según el análisis de varianza se establece que no existen diferencias estadísticas entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 7,95%, con una media de 18.835 cm de altura de planta a los 30 días después del trasplante.

Cuadro 15: Prueba de significación, para altura de planta a los 30 días después del trasplante.

Tratamientos	Media (cm)	Rango
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	19,27	A
T5 Testigo absoluto	19,15	A
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	19,14	A
T4 Metil tiofanato	18,64	A
T2 <i>Bacillus Subtilis</i>	17,98	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráfico 4: Altura de planta a los 30 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Estadísticamente los promedios de altura de planta a los 30 días, ubican a T3 (*Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*) como el mejor tratamiento,

con un promedio de 19.27 cm de altura, la cual supera al tratamiento T5 (testigo absoluto) que alcanza una media de 19.15 cm (gráfico 4), pero no se muestran diferencias estadísticas significativas.

b) Altura de planta a los 60 días después del trasplante.

Cuadro 16: Altura de planta a los 60 días después del trasplante

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (cm)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	48.442	47.883	39.708	41.250	177,283	44,32
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	41.125	44.250	48.333	43.667	177,375	44,34
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	53.308	41.017	51.083	48.867	194,275	48,57
T4 Metil tiofanato	53.083	47.7	48.375	48.892	198,05	49,51
T5 Testigo absoluto	46.250	41.542	54.642	46	188,434	47,11

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 17: ADEVA de altura de planta a los 60 días después del trasplante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	371,468	19				
Bloque	59,331	3	19,777	1,073 ns	3,49	5,95
Tratamiento	91,028	4	22,757	1,235 ns	3,26	5,41
Error	221,109	12	18,426			
CV:	9,18%					
Media:	46,771 cm					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

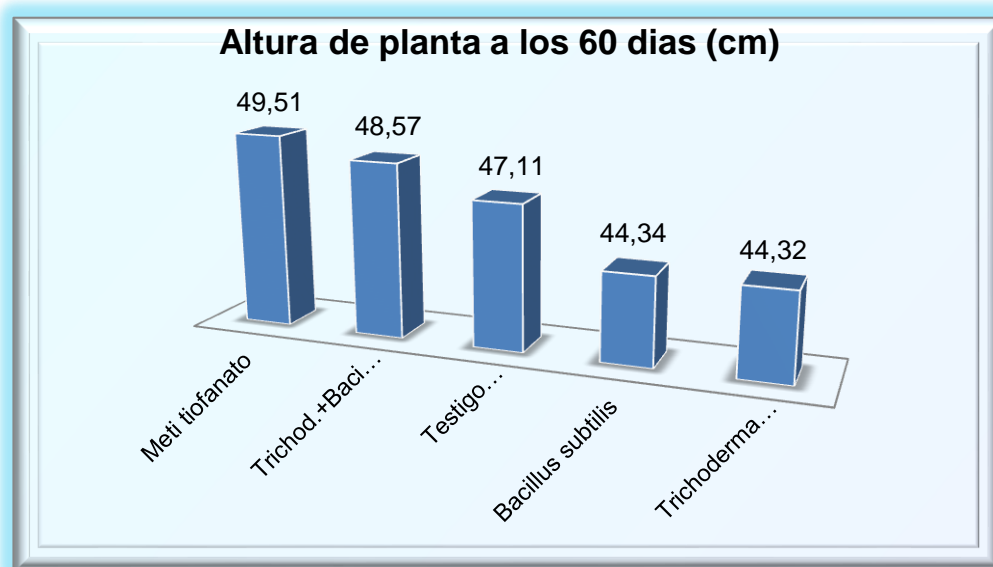
Luego de realizar el análisis de varianza, se muestra que no existe diferencia estadística significativa entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 9,18%, con una media de 46,771 cm de altura de planta a los 60 días después del trasplante.

Cuadro 18: Prueba de significación para altura de planta a los 60 días después del trasplante.

Tratamientos	Media (cm)	Rango
T4 Metil tiofanato	49,51	A
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	48,57	A
T5 Testigo absoluto	47,11	A
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	44,34	A
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	44,32	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráfico 5: Altura de planta a los 60 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Los promedios del porcentaje de altura de planta a los 60 días muestran que, el tratamiento T4 que corresponde al producto químico (metil tiofanato) se ubica en primer lugar con una media de 49.51 cm de altura de planta, superando a T5 (testigo absoluto) que alcanza una media de 47.11 cm a los 60 días de trasplante (gráfico 5), sin embargo no existen diferencias estadísticas significativas.

c) Altura de planta a los 120 días después del trasplante.

Cuadro 19: Altura de planta a los 120 días después del trasplante.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (cm)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	70.750	80.167	72.417	55.917	279,251	69,81
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	57.092	62.033	57.742	52.758	229,625	57,41
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	56.383	53.375	48.667	47.567	205,992	51,5
T4 Metil tiofanato	68.067	54.917	51.417	56.208	230,609	57,65
T5 Testigo absoluto	46.750	44.617	53.425	50.200	194,992	48,75

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 20: ADEVA de altura de planta a los 120 días después del trasplante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1656,481	19				
Bloque	160,122	3	53,374	1,443 ns	3,49	5,95
Tratamiento	1052,487	4	263,122	7,114 **	3,26	5,41
Error	443,872	12	36,989			
CV:	10,67%					
Media:	57,023 cm					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Se observan diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 10,67%, con una media de 57,023 cm de altura de planta a los 120 días después del trasplante.

Cuadro 21: Prueba de significación para altura de planta a los 120 días después del trasplante.

Tratamientos	Media (cm)	Rango
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	69,81	A
T4 Metil tiofanato	57,65	A B
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	57,41	A B
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	51,5	B
T5 Testigo absoluto	48,75	B

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

La prueba de TUKEY al 5%, para altura de planta a los 120 días establece tres rangos de significancia. En el rango A se ubica el tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*) con 69,81 cm, comparado con el tratamiento T5 (Testigo absoluto) con promedio de 48,75 cm que ocupa un rango B.

Gráfico 6: Altura de planta a los 120 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

El mejor tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*) con una altura de planta de 69.81cm, supera notablemente al tratamiento T5 (testigo absoluto) cuya altura es de 48.75 cm. Transcurridos 120 días de trasplante se observa el efecto positivo de dicho fungicida en el control de la enfermedad, pues a

medida que se van realizando las respectivas aplicaciones la planta se va desarrollando de manera vigorosa (gráfico 6).

### 3.6.1.3. Grosor de tallo.

#### a) Grosor de tallo a los 60 días después de trasplante.

Cuadro 22: Datos tomados en el ensayo de grosor de tallo a los 60 días después del trasplante

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (cm)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	0.892	0.875	1.092	0.992	3,851	0,96
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	0.867	0.967	0.883	0.967	3,684	0,92
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	1.2	0.670	1.217	0.817	3,904	0,98
T4 Metil tiofanato	0.967	0.842	1.133	1.050	3,992	1
T5 Testigo absoluto	1.033	0.950	1.150	1.292	4,425	1,11

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 23: ADEVA del grosor de tallo a los 60 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	0,455	19				
Bloque	0,144	3	0,048	2,4 ns	3,49	5,95
Tratamiento	0,077	4	0,019	0,95 ns	3,26	5,41
Error	0,234	12	0,02			
CV:	14,25%					
Media:	0,993 cm					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

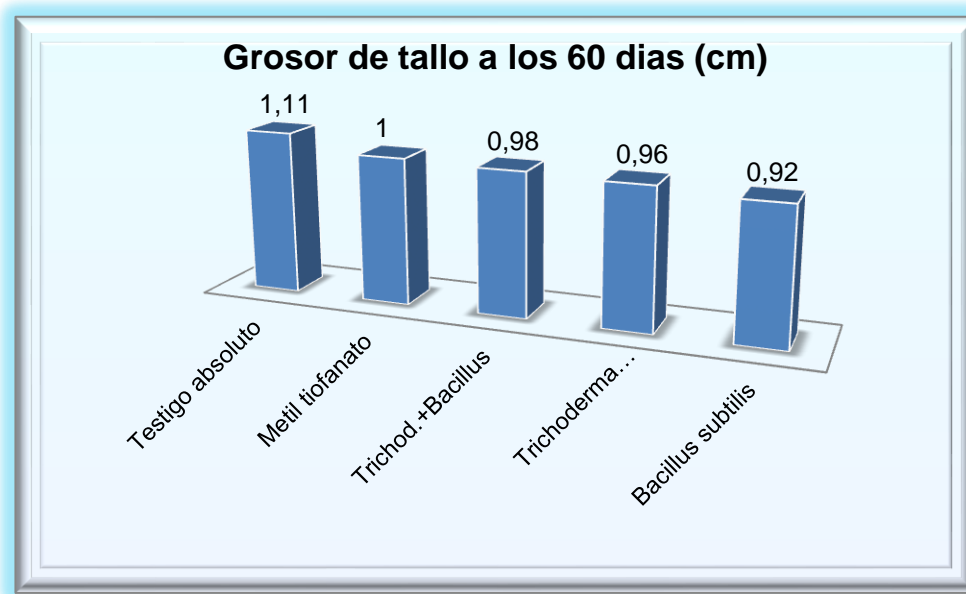
Mediante el análisis de varianza se muestra que no existen diferencias significativas entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 14,25%, con una media de 0,993 cm de grosor de tallo a los 60 días después del trasplante.

Cuadro 24: Prueba de significación para grosor de tallo a los 60 días después del trasplante

Tratamientos	Media (cm)	Rango
T5 Testigo absoluto	1,11	A
T4 Metil tiofanato	1	A
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	0,98	A
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	0,96	A
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	0,92	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráfico 7: Grosor de tallo a los 60 días de trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

En el gráfico 7 se muestran los promedios de los tratamientos en grosor de tallo a los 60 días, el tratamiento T5 (testigo absoluto) se encuentra en primer lugar con una media de 1.11 cm de grosor, seguido por el tratamiento T4 (Metil tiofanato) con una media de 1.00 cm, sin embargo estas diferencias estadísticas no son significativas.

b) Grosor de tallo a los 120 días después de trasplante.

Cuadro 25: Datos tomados en el ensayo de grosor a los 120 días después del trasplante

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (cm)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	2.15	2.658	2.883	2.367	10,058	2,51
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	2.217	1.783	1.733	1.592	7,325	1,83
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	1.958	2	1.875	1.3	7,133	1,78
T4 Metil tiofanato	1.883	1.7	1.733	1.808	7,124	1,78
T5 Testigo absoluto	1.758	1.467	1.575	1.7	6,5	1,62

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 26: ADEVA del grosor de tallo a los 120 días después del trasplante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	2,861	19				
Bloque	0,17	3	0,057	0,919 ns	3,49	5,95
Tratamiento	1,942	4	0,485	7,823 **	3,26	5,41
Error	0,749	12	0,062			
CV:	13,06%					
Media:	1,907 cm					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

De acuerdo al análisis de varianza obtenido se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 13,06%, con una media de 1,907 cm de grosor 120 días después del trasplante.

Cuadro 27: Prueba de significación para grosor de tallo a los 120 días después del trasplante

Tratamientos	Media (cm)	Rango
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	2,51	A
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	1,83	B
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	1,78	B
T4 Metil tiofanato	1,78	B
T5 Testigo absoluto	1,62	B

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

La prueba de TUKEY al 5%, para grosor de tallo a los 120 días, establece que el rango A correspondiente a T1 (*Trichoderma harzianum*) con 2,51 cm, se diferencia significativamente con el tratamiento T5 (Testigo absoluto) con promedio de 1,62 cm que ocupa un rango B.

Gráfico 8: Grosor de tallo a los 120 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Como se puede observar en el gráfico 8 los promedios de los tratamientos, la diferencia es significativa, considerando notablemente que el tratamiento que registro mayor grosor de tallo es T1 (*Trichoderma harzianum*), con una media de 2.51 cm de grosor, que supera a T5 (testigo absoluto) que alcanza una media de 1.62 cm.

### 3.6.1.4. Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum*.

a) Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum*, a los 60 días después del trasplante.

Cuadro 28: Datos tomados en el ensayo de porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 60 días después del trasplante.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (%)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	99.5	99.5	97	95	391	97,75
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	98	100	98.5	97	393,5	98,38
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	99.5	99.5	100	99.5	398,5	99,62
T4 Metil tiofanato	99.5	100	97.5	100	397	99,25
T5 Testigo absoluto	99	97.5	98.5	96.5	391,5	97,88

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 29: ADEVA de porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 60 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	38,137	19				
Bloque	9,137	3	3,046	2,039 ns	3,49	5,95
Tratamiento	11,075	4	2,769	1,853 ns	3,26	5,41
Error	17,925	12	1,494			
CV:	1,24%					
Media:	98,58%					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

El análisis de varianza establece que no existen diferencias significativas entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 1,24%, con una media de 98,58% de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 60 días después del trasplante.

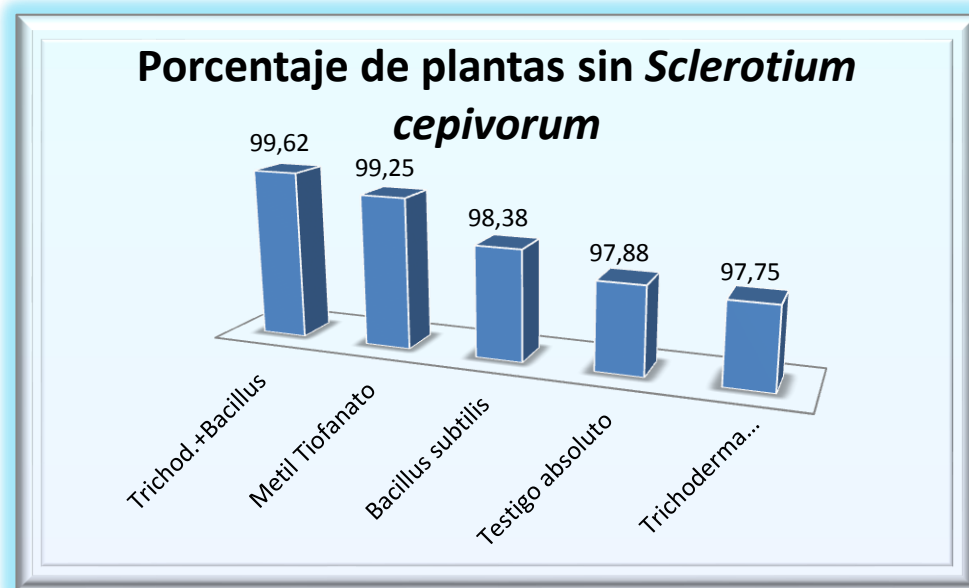
Cuadro 30: Prueba de significación para porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 60 días después del trasplante.

Tratamientos	Media (%)	Rango
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	99,62	A
T4 Metil tiofanato	99,25	A
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	98,38	A
T5 Testigo absoluto	97,88	A
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	97,75	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).



Gráfico 9: Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 60 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Como se puede observar, la diferencia no es significativa, pero se considera que el tratamiento que registro el mayor porcentaje de plantas sanas (sin *Sclerotium cepivorum*) es T3 (*Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*), con una media de 99.62%, superando al testigo absoluto que alcanza una media de 97.88% de plantas sin *Sclerotium cepivorum* (gráfico 9).

b) Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 90 días después del trasplante.

Cuadro 31: Datos tomados en el ensayo de porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 90 días después del trasplante.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (%)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	99.497	98.995	94.33	96.842	389,664	97,42
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	100	99.5	96.954	98.454	394,908	98,73
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	100	93.717	99.5	94.472	387,689	96,92
T4 Metil tiofanato	98.995	99.5	98.974	96	393,469	98,37
T5 Testigo absoluto	97.980	98.462	96.954	95.855	389,251	97,31

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 32: ADEVA Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 90 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	75,47	19				
Bloque	23,32	3	7,773	2,177 ns	3,49	5,95
Tratamiento	9,293	4	2,323	0,651 ns	3,26	5,41
Error	42,857	12	3,571			
CV:	1,93%					
Media:	97,749%					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

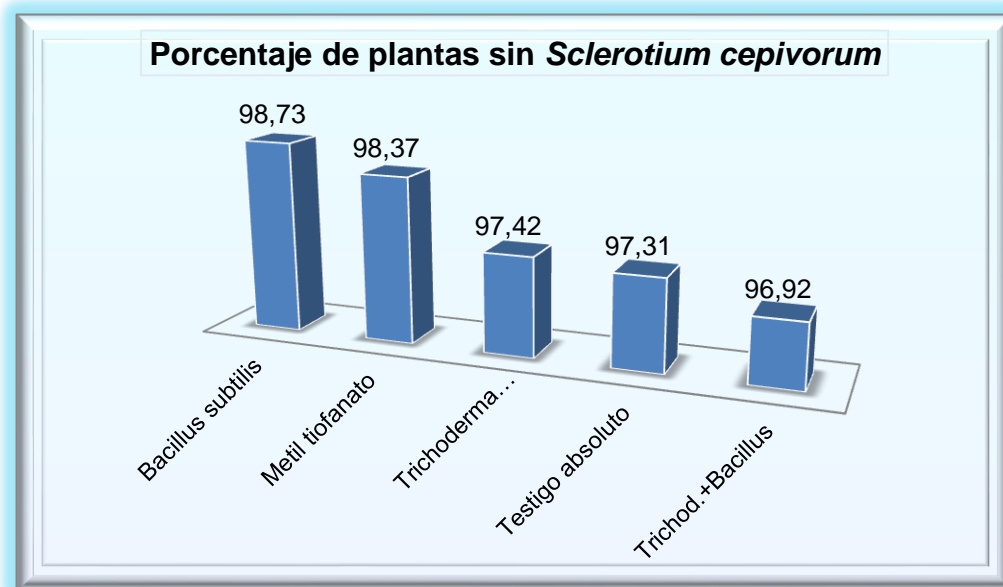
Según el análisis de varianza se comprueba que no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 1,93%, con una media de 97,749% de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 90 días después del trasplante.

Cuadro 33: Prueba de significación para porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 90 días después del trasplante.

Tratamientos	Media (%)	Rango
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	98,73	A
T4 Metil tiofanato	98,37	A
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	97,42	A
T5 Testigo absoluto	97,31	A
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	96,92	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráfico 10: Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 90 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

De acuerdo al porcentaje de los tratamientos, no existen diferencias significativas, el T2 (*Bacillus subtilis*) es el que reporta mayor cantidad de plantas sanas, seguido de T4 (Metil tiofanato) con un porcentaje de 98.73, frente al T5 (testigo absoluto) cuyo porcentaje es 97.31% (gráfico 10).

c) Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 110 días después del trasplante.

Cuadro 34: datos tomados en el ensayo de porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 110 días después del trasplante.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (%)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	96.970	97.970	93.220	96.196	384,356	96,09
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	96.939	99.497	97.382	93.717	387,535	96,88
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	99.497	88.827	97.487	92.553	378,364	94,59
T4 Metil tiofanato	98.477	99.497	95.855	92.188	386,017	96,5
T5 Testigo absoluto	97.423	95.833	93.194	95.676	382,126	95,53

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 35: ADEVA de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 110 días después del trasplante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	153,416	19				
Bloque	38,06	3	12,687	1,485 ns	3,49	5,95
Tratamiento	12,864	4	3,216	0,377 ns	3,26	5,41
Error	102,492	12	8,541			
CV:	3,05%					
Media:	95,92%					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

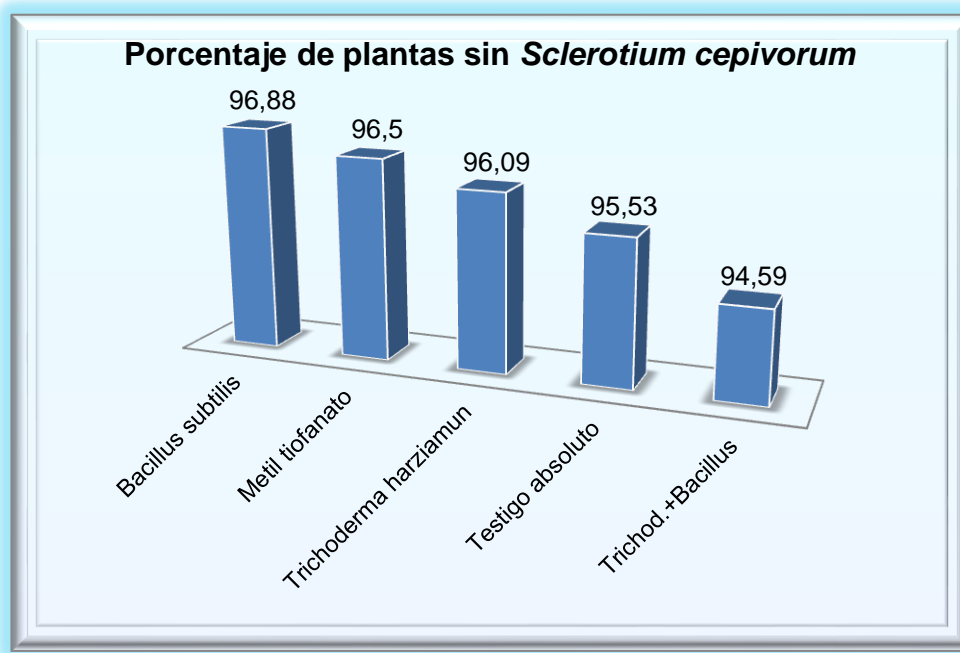
En el análisis de varianza para plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 110 días después del trasplante, no se observan diferencias significativas entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación en esta medición es de 3,05% con una media de 95.92%.

Cuadro 36: Prueba de significación para porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 110 días después del trasplante.

Tratamientos	Media (%)	Rango
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	96,88	A
T4 Metil tiofanato	96,5	A
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	96,09	A
T5 Testigo absoluto	95,53	A
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	94,59	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráfico 11: Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 110 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

En los promedios de los tratamientos podemos observar que no hay diferencias significativas, el tratamiento T2 (*Bacillus subtilis*) es el que tiene el porcentaje más alto de plantas sanas con 96.88%, seguido por el tratamiento T4 (Metil tiofanato) con un porcentaje de 96.5%, ocupando así el cuarto lugar el testigo absoluto con un porcentaje de 95.53% (gráfico 11).

d) Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 120 días después del trasplante.

Cuadro 37: datos tomados en el ensayo de porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 120 días después del trasplante.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (%)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	94.271	93.782	83.041	88.136	359,23	89,81
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	83.246	95.960	94.086	87.152	360,444	90,11
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	95.960	62.892	92.784	82.759	334,395	83,6
T4 Metil tiofanato	95.361	98.990	87.027	83.616	364,994	91,25
T5 Testigo absoluto	80.952	75	84.831	84.746	325,529	81,38

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 38: ADEVA de Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 120 días después del trasplante.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1387,782	19				
Bloque	80,651	3	26,884	0,325 ns	3,49	5,95
Tratamiento	313,897	4	78,474	0,948 ns	3,26	5,41
Error	993,234	12	82,77			
CV:	10,43%					
Media:	87,23%					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

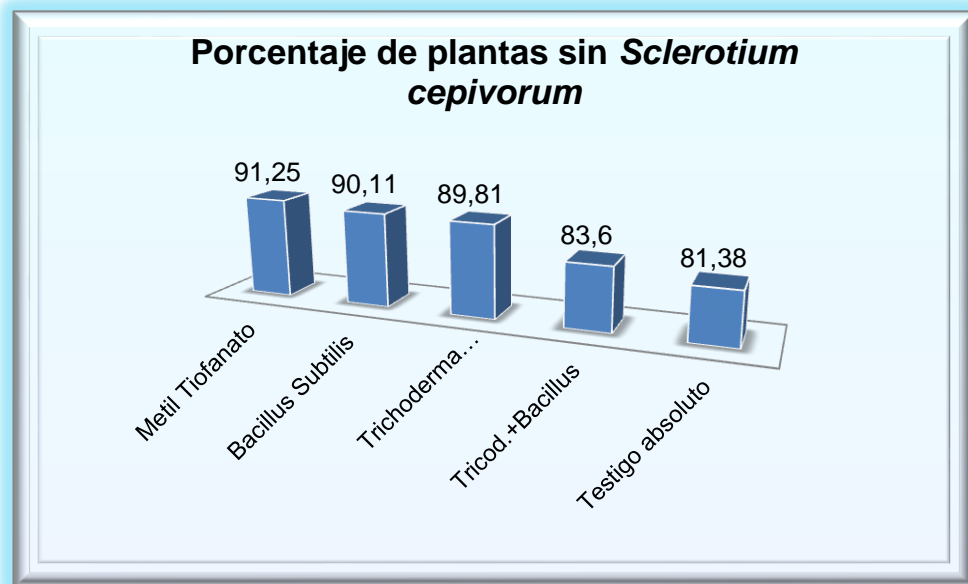
Luego de realizar el análisis de varianza se observa que no existen diferencias significativas entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación es de 10,43%, con una media 87,23% de plantas sin *Sclerotium cepivorum*.

Cuadro 39: Prueba de significación para porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 120 días después del trasplante.

Tratamientos	Medias	Rangos
T4 Metil tiofanato	91,25	A
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	90,11	A
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	89,81	A
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	83,6	A
T5 Testigo absoluto	81,38	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráfico 12: Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* a los 120 días después del trasplante.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Como se observa en el gráfico 12 el mejor tratamiento es T4 (Metil tiofanato) con un porcentaje de 91.25% así supera al testigo absoluto, cuyo porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* es 81.38%, sin embargo no existieron diferencias significativas.

e) Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* en el cultivo.

Cuadro 40: Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* en el cultivo.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media (%)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	90.5	90.5	71	78	330	82,5
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	79.5	95	87.5	78	340	85
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	95	50	90	72	307	76,75
T4 Metil tiofanato	92.5	98	80.5	74	345	86,25
T5 Testigo absoluto	76.5	69	75.5	75	296	74

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 41: ADEVA del Porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum* en el cultivo.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	2558,8	19				
Bloque	326,1	3	108,7	0,732 ns	3,49	5,95
Tratamiento	451,3	4	112,825	0,76 ns	3,26	5,41
Error	1781,4	12	148,45			
CV:	15,06%					
Media:	80,9%					

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

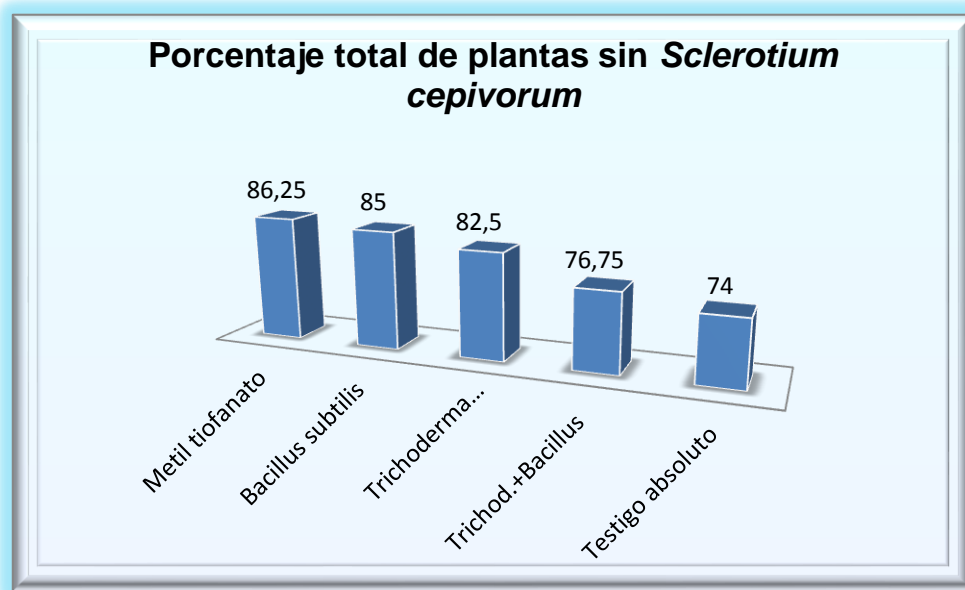
En el análisis de varianza para la porcentaje de plantas sin *Sclerotium cepivorum*, se puede observar que no existen diferencias significativas entre bloques y tratamientos. El coeficiente de variación es de 15,06%, con una media de 80,90%.

Cuadro 42: Prueba de significación para porcentajes de plantas sin *Sclerotium cepivorum* en el cultivo.

Tratamientos	Media (%)	Rango
T4 Metil tiofanato	86,25	A
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	85	A
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	82,5	A
T3 <i>Trichod.+ Bacillus</i>	76,75	A
T5 Testigo absoluto	74	A

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráfico 13: Total de plantas sin *Sclerotium cepivorum* en el cultivo.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

En la representación del gráfico 13 del porcentaje total de plantas sin *Sclerotium cepivorum* del cultivo, se observa estadísticamente que el tratamiento T4 que corresponde al producto químico (Metil tiofanato), supera al resto de tratamientos con un porcentaje de 86.25% de plantas sanas, seguido por los tratamientos T2 y T1 que pertenecen a los productos biológicos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* con porcentaje de 85% y 82.5% respectivamente, existiendo así una diferencia con el testigo absoluto cuyo porcentaje es 74%, sin embargo no existen diferencias significativas.

### 3.6.1.5. Producción Kg/ha.

Cuadro 43: Producción Kg/ha.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media kg/ha
T1 <i>Trichoderma harzianum</i>	49495	62121	31313	35354	178283	44570,75
T2 <i>Bacillus subtilis</i>	36869	36869	39394	40909	154041	38510,25
T3 <i>Trichod.+Bacillus</i>	34848	20707	40404	27273	123232	30808
T4 Metil tiofanato	42929	51515	34848	40909	170201	42550,25
T5 Testigo absoluto	34343	33333	37374	37879	142929	35732,25

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Cuadro 44: ADEVA de producción Kg/ha.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1465605864	19				
Bloque	73608699,4	3	24536233,13	0,323 ns	3,49	5,95
Tratamiento	480257429,2	4	120064357,3	1,58 ns	3,26	5,41
Error	911739735,6	12	75978311,3			
CV:	22,68%					
Media:	38434,30Kg/ha					

Elaboración: Alvarado D. &amp; Higuera J. (2012).

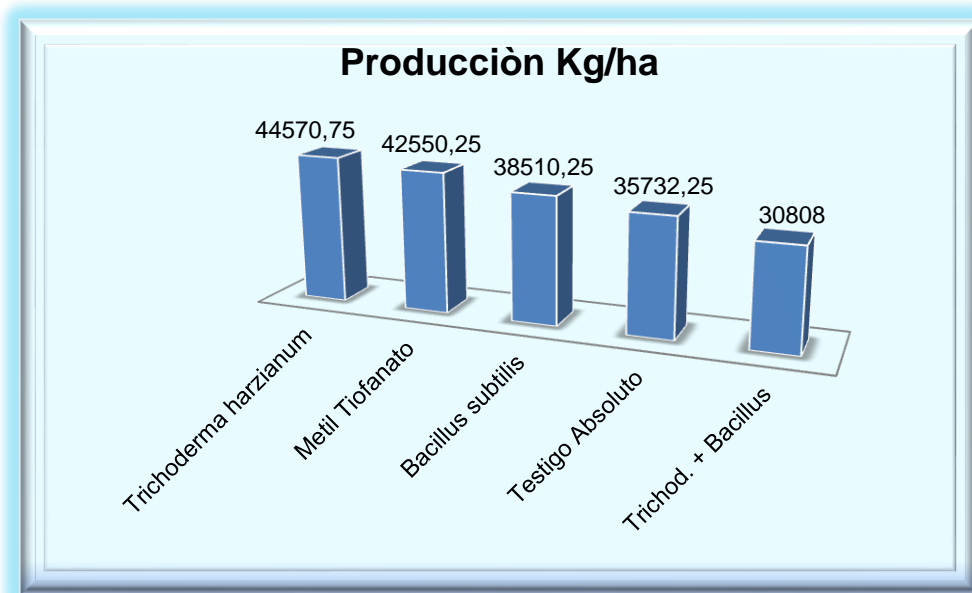
No existen diferencias significativas entre bloques y tratamientos, para la variable producción. El coeficiente de variación es de 22,68%, con una media de 38434.3 kg/ha.

Cuadro 45: Prueba de significación para producción.

Tratamientos	Media(Kg/ha)	Rango
T1 Trichoderma harzianum	44570,75	A
T4 Metil tiofanato	42550,25	A
T2 Bacillus subtilis	38510,25	A
T5 Testigo absoluto	35732,25	A
T3 Trichod.+Bacillus	30808	A

Elaboración: Alvarado D. &amp; Higuera J. (2012).

Gráfico 14: Producción Kg/ha.



Elaboración: Alvarado D. &amp; Higuera J. (2012).

En la gráfica 14 se indican los valores promedios de la producción en kilogramos por hectárea, los cuales no muestran diferencias significativas entre tratamientos en estudio, se observa que el tratamiento T1 que



corresponde a *Trichoderma harzianum* tiene una producción de 44570.75 kg/ha, superior al testigo absoluto, el cual tiene una producción de 35732.25 kg/ha. *Trichoderma harzianum* es un bio-regulador de enfermedades, que actúa en un mediano plazo, se encarga de mantener al cultivo libre de ataque de microorganismos, esto se evidencia al finalizar el cultivo con los óptimos resultados de producción.

### 3.6.1.6. Costo-Beneficio.

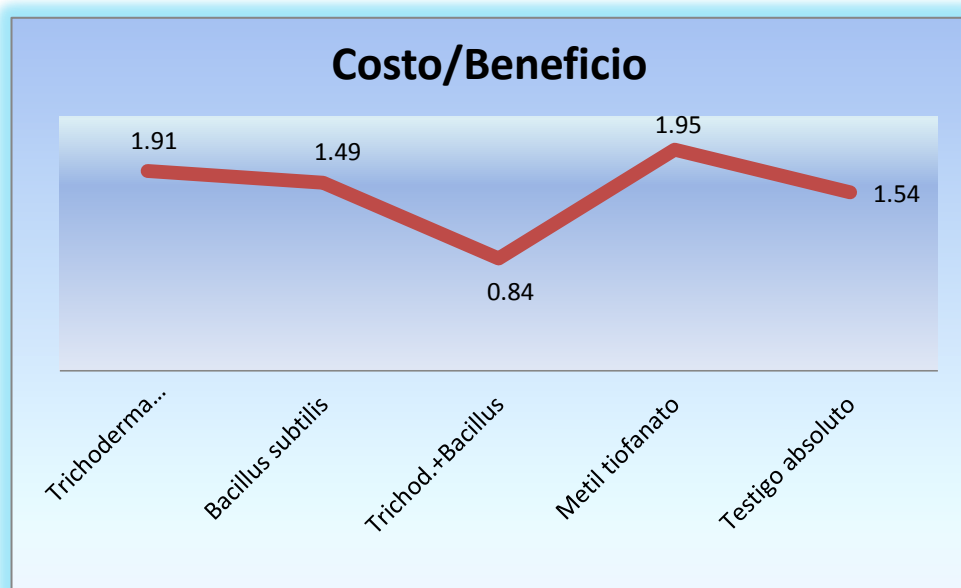
Cuadro 46: Relación Costo/Beneficio

Tratamientos	Costo/trata.	Producción kg/ha	Venta \$	Utilidad	Costo/beneficio
T1 Trichoderma harzianum	5056.84	44570.75	14708.35	9651.51	1.91
T2 Bacillus subtilis	5098.84	38510.25	12708.38	7609.54	1.49
T3 Trichod.+Bacillus	5518.84	30808.00	10166.64	4647.80	0.84
T4 Metil tiofanato	4759.64	42550.25	14041.58	9281.94	1.95
T5 Testigo absoluto	4636.84	35732.25	11791.64	7154.80	1.54

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

En el cuadro 44, se presenta el análisis económico del rendimiento de cebolla en función al costo de los tratamientos. Se observa que el tratamiento químico (Metil tiofanato) alcanza el beneficio neto más alto con 1.95 dólares, seguido del tratamiento biológico con aplicación de *Trichoderma harzianum* con 1.91 dólares, mientras que el beneficio neto más bajo lo registró el tratamiento T3 (*Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*) con apenas 0.84 dólares.

Gráfico 15: Costo-Beneficio.



Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Gráficamente podemos observar la ubicación de los promedios para el costo-beneficio en los tratamientos. El mejor tratamiento es T4 (Metil tiofanato) con un beneficio de 1.95 dólares, seguido por el tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*) que alcanza un beneficio de 1.91 dólares, comparándose con el testigo absoluto cuyo beneficio es de 1.54 dólares (gráfico 15).

### 3.6.3. Verificación de hipótesis.

Luego de realizar el análisis de las diferentes variables en estudio, se confirma que la hipótesis es nula, porque los microorganismos biológicos utilizados en la investigación, no son efectivos en el control de *Sclerotium cepivorum*.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 4.1. CONCLUSIONES.

- ◆ En todos los tratamientos se presentó la enfermedad pudrición blanca, siendo el tratamiento T4 (Metil tiofanato) el que demostró ser el más efectivo para el control de *Sclerotium cepivorum*, con un porcentaje de incidencia de 13.75%.
  
- ◆ El mejor resultado en producción se obtuvo con el tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*) con 44570,75 kg/ha, comparado con el testigo absoluto T5 que produjo 35732,25 kg/ha, la diferencia en peso es de 8838.5 Kg/ha.
  
- El tratamiento T3 (*Trichoderma harzianum* + *Bacillus subtilis*), mostró los resultados más bajos en producción con 30808 Kg/ha.
  
- De acuerdo al costo-beneficio el tratamiento que mejor resultado obtuvo fue T4 (Metil tiofanato), con una relación de \$1.95.
  
- El mejor porcentaje de prendimiento es el tratamiento T1 (*Trichoderma harzianum*) con un porcentaje de 91.98% de plantas prendidas.
  
- Inicialmente los datos de altura tomados a los 30 y 60 días de trasplante, no muestran diferencias estadísticas significativas, sin embargo al aumentar su desarrollo se muestran diferencias altamente significativas siendo el T1 (*Trichoderma harzianum*) el que se destaca con una altura promedio de 69.81cm.
  
- Al comparar el grosor de tallo de los tratamientos en estudio, T1 (*Trichoderma harzianum*) muestra que tiene mejores resultados, cuyo promedio es 2.51 cm, en comparación al testigo absoluto que tuvo un promedio de 1.62 cm.

#### 4.2. RECOMENDACIONES.

- ◆ Realizar investigaciones similares utilizando diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis*.
- ◆ Realizar la evaluación de controladores biológicos en otros cultivos tradicionales de la zona o de la provincia con la finalidad de incentivar la reducción de fungicidas químicos sintéticos.
- ◆ No combinar *Trichoderma harzianum* con *Bacillus subtilis*, ya que esta mezcla, reduce la producción en el cultivo además de ser la más costosa.
- ◆ Recomendar a los productores el uso de *Trichoderma harzianum* en las dosis adecuadas para el control de *Sclerotium cepivorum* en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), considerando que es una alternativa biológica que preserva la contaminación del medio ambiente.

## V. Bibliografía

- Constitución Política del Ecuador*. (2008). Quito.
- Agrios, G. (2007). *Fitopatología* (Vol. 2da Edición). Mexico: Limusa.
- Amboya, M. (2012). *Evaluación de tres frecuencias de aplicación de Trichoderma harzianum como estimulador de crecimiento en el cultivo de rosa*. Recuperado el 10 de Enero de 2013, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2196/1/13T0741%20AMBOYA%20MESIAS.pdf>
- Andrade, C. (2012). *evaluación del efecto de la aplicación de Trichoderma harzianum y trichoderma viride para el control de marchitez en mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Recuperado el 10 de Enero de 2013, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2207/1/13T0752%20ANDRADE%20CLAUDIA.pdf>
- Araujo, J. (14 de Diciembre de 1975). *Botánica sistemática*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Casaca, A. (2005). El Cultivo de la Cebolla. *Guías tecnológicas de frutas y vegetales*, 13.
- Chandi, L. (17 de Abril de 2012). Pudrición blanca en cebolla. (J. Higuera, & D. Alvarado, Entrevistadores) Bolívar, Carchi, Ecuador.
- Departamento de Ingeniería bioquímica. (s.f.). *Análisis Molecular del papel del ornitina Descarboxilasa en la patogenesis de Sclerotium cepivorum*. Recuperado el 16 de octubre de 2012, de <http://guepardo.itcelaya.info/educacion/maestrias/bioquimica/Cartel/GuevaraOlveraLorenzo/HermsilloGomezAEIisa.htm>
- Ecuabiológica. (s.f.). *Información técnica de TRICHOEB*. Quito.
- Endara, M. (2009). reproducción del hongo trichoderma harzianum aprovechando desechos agroindustriales (residuos de papa, tamo de frejol, bagazo de caña). 90. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

- Eskola, O., & Aragundi, J. (1992). *Manual Agrícola* (Segunda ed.). Quito: s.n.
- Estudiantes de Bacteriología y docentes investigadoras Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogotá, D.C. (10 de Noviembre de 2011). *Bacillus spp.; perspectiva de su efecto biocontrolador*. Recuperado el 12 de Junio de 2012, de [http://www.unicolmayor.edu.co/invest\\_nova/NOVA/NOVA16\\_ARTREVIS1\\_BACILLUS.pdf](http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA16_ARTREVIS1_BACILLUS.pdf)
- Eyousef, A., & Carlstrom, C. (2006). *Principales especies del género Bacillus formadoras de esporas en alimentos*. Recuperado el 2 de Enero de 2013, de <http://www.monografias.com/trabajos90/principales-especies-genero-bacillus/principales-especies-genero-bacillus.shtml>
- FAO. (1988). Directices para el control de agentes biológicos destinados a plagas. En MAGAP. Quito: MAGAP.
- Giaconi, V., & Escaff, M. (1998). *Cultivo de Hortalizas*. Recuperado el 9 de Enero de 2013, de <http://books.google.com.ec/books?id=-K9xgfvfdGGYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Granados, M. d. (2005). Pudrición Blanca de la Cebolla una enfermedad difícil de combatir. *Agronomía Costarricense*, 29(2), 143-156.
- Guilcapi, E. (2009). Efecto de trichoderma harzianum y Trichoderma viride, en la producción de plantas de café (Coffea arabica) variedad Caturra a nivel de vivero. *Tesis*, 86. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Huaca, G. (2011). *Efecto de dos dosis de Bacillus spp y Trichoderma spp, para el control del Mildiu vellosa (Peronospora destructor) en el Cultivo de Cebolla de Bulbo, en el en la Zona Cuesaca, cantón Bolívar, Provincia del Carchi*. El Angel.
- Iza, R. (2010). *Interacción de cuatro fosfonatos mas trichoderma harzianum para el control de la lanchar de papa (Phytophthora infestans) a nivel de laboratorio*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2012, de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/657/1/13T0680%20IZA%20ROBERTO.pdf>

- Lardizabal, R. (Mayo de 2007). *Manual de producción El cultivo de la cebolla*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de [http://www.mcahonduras.hn/documentos/publicacioneseda/Manuales%20de%20produccion/EDA\\_Manual\\_Produccion\\_Cebolla\\_06\\_07.pdf](http://www.mcahonduras.hn/documentos/publicacioneseda/Manuales%20de%20produccion/EDA_Manual_Produccion_Cebolla_06_07.pdf)
- Luro, P. (1982). *Cultivo de cebolla, análisis de costos y evaluación económica de una hectárea* (Vol. Tomo II). Argentina: s.n.
- Mendez, S. (Noviembre de 1999). *Horticultura Internacional*. Recuperado el 9 de Enero de 2013, de <http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/MIE/CBiologico1.htm>
- Naranjo, V. (s.f.). Cebolla. *El huerto*(21), 36.
- M. Pollock, (2003). En *Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas* (pág. 272). Barcelona: BLUME.
- Quinche, G. (2009). Control de Botrytis y Mildiu Velloso (*Peronospora sparsa*) en el cultivo de Rosa mediante el uso de *Trichoderma harzianum* Rifai. *Tesis*, 78. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Suquilanda, M. (2002). Producción Orgánica de Cebolla Colorada. 13.
- Urquizo, D. (2009). *Evaluación de la Eficacia de los Productos Bacillus subtilis y Difenoconazole para el control de Alternaria(Alternaria dauci) en dos cultivares de zanahoria (Daucus carota L.)*. Recuperado el 14 de Octubre de 2012, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/317/1/13T0619%20URQUIZO%20DANNY.pdf>
- Vallejo, F., & Estrada, E. (2004). *El cultivo de la Cebolla de Bulbo Allium cepa L.* Recuperado el 5 de Enero de 2013, de <http://books.google.com.ec/books?id=UppyfvNokkroC&pg=PA143&dq=cultivo+de+cebolla+de+bulbo&hl=es&sa=X&ei=Lu3uUJ7QFZG10AHSvYDgCw&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=cultivo%20de%20cebolla%20de%20bulbo&f=false>
- Villa, P., Alfonso, I., Rivero, M. J., & González, G. (2007). Evaluación de cepas de *Bacillus subtilis* bioantagonistas de hongos fitopatógenos del. *Redalyc*, *XLI*(1), 52-56.

Wash, E. (2010). *Estudio de la productividad del cultivo Delphinium, variedad Zea walts con la aplicaion de microorganismos beneficos, bajo condiciones de campo.* Quito.

Yanez, V. (Enero de 2012). *Potencial de la cepa CPA-8 de Bacillus subtilis como agente de biocontrol de enfermedades de poscosecha en fruta.*  
Recuperado el 10 de Enero de 2013



## ANEXOS.

### Anexo 1: Presupuesto de la investigación.

DETALLES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
ARRIENDO DEL TERRENO	m2	285	\$14,25	\$ 14,25
subtotal 1				\$ 14,25
<b>ANALISIS DE SUELO</b>				
Fisicoquímico	muestra	1,00	\$ 29,00	\$ 29,00
subtotal 1				\$ 29,00
<b>PREPARACION TERRENO</b>				
Arada y rastra	horas	1,00	\$ 9.30	\$ 9,30
subtotal 2				\$ 9,30
<b>MEDICION DEL ENSAYO</b>				
Piola	metros	300	\$ 0.01	\$ 3,00
Estacas	unidades	40	\$ 0,20	\$ 8,00
Letreros	unidades	20	\$1,00	\$ 20,00
Flexómetro	unidad	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Mano de obra	jornal	1	\$ 10,00	\$ 10,00
subtotal 3				\$ 44,00
<b>SIEMBRA</b>				
Semilla	g	138	\$0,16	\$ 22.08
Surcado y siembra	jornal	1,00	\$ 10,00	\$ 10,00
Balde	unidad	2	\$ 3,00	\$ 6,00
Bomba de fumigar	unidad	1	\$ 20,00	\$ 20,00
subtotal 4				\$ 58,08
<b>LABORES CULTURALES</b>				
Riego	jornal	1	\$10,00	\$10,00
<b>Fertilizantes</b>				
8-20-20	Kg.	6.9	\$ 0,88	\$ 6,07
15-15-15	Kg.	6.9	\$ 0,72	\$ 4,97
Nitrato de amonio	Kg.	13.8	\$ 0,70	\$ 9,66
Wuxal potasio	litro	0.28	\$ 14,00	\$ 3,92
Crecimax	Kg.	0.14	\$ 3,80	\$ 0,53
Merit red	g	69	\$ 0,017	\$ 1,17
Acid 35	cc	13.8	\$ 0,01	\$ 0,14
<b>Herbicidas</b>				
Linuron	g	69	\$ 0,02	\$ 1,38
Caminador	cc	34.5	\$ 0,03	\$ 1,35
<b>Fungicidas</b>				
Novak	cc	100	\$3.50	\$3.50
Terranova	litro	0.14	\$ 11,80	\$ 1,65

Daconil	cc	55.2	\$ 0,01	\$ 0,83
Fitoraz	g	138	\$ 0,01	\$ 2,07
Tilt	cc	13.8	\$ 0,03	\$ 0,41
Folicur	cc	13.8	\$ 0,04	\$ 0,60
Cupertop	cc	69	\$ 0,02	\$ 1,38
Cabrio top	g	69	\$ 0,03	\$ 2,07
Arpon	cc	13.8	\$ 0,02	\$ 0,30
Galben	g	41.4	\$ 0,03	\$ 1,32
Cosan	g	69	\$ 0,01	\$ 0,69
<b>Insecticidas</b>				
Radian	cc	13.8	\$ 0,15	\$ 2,07
Eltra	cc	34.5	\$ 0,20	\$ 6,90
Alphacor	cc	34.5	\$ 0,02	\$ 0,69
Albatross	cc	99.4	\$ 0,05	\$ 4,97
Dominex	cc	34.5	\$ 0,01	\$ 0,34
CQ	cc	34.5	\$ 0,01	\$ 0,35
Nektar raíz	cc	69	\$ 0,01	\$ 0,69
Mano de obra	jornal	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Productos biológicos				
<i>Trichoderma harzianum</i>	g	400	\$ 0,175	\$ 70,00
<i>Bacillus subtilis</i>	litro	1	\$ 38,50	\$ 38,50
Mano de obra	jornal	3	\$ 10,00	\$ 30,00
subtotal 5				\$ 218.52
<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>				
Guantes	pares	2	\$ 0,60	\$ 1,20
Mascarilla	unidad	2	\$ 0,25	\$ 0,50
Cámara digital	unidad	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Cuaderno	unidad	1	\$ 0,80	\$ 0,80
Lapicero	unidad	2	\$ 0,30	\$ 0,60
subtotal 6				\$ 63,10
<b>GASTOS BIBLIOGRAFICOS</b>				
Tinta de impresión	cartuchos	2	\$ 50,00	\$ 100,00
Gastos de Internet	mes	8	\$ 10,00	\$ 80,00
subtotal 7				\$ 180,00
<b>VISITAS Y TOMA DE DATOS</b>				
Movilización	pasajes	25	\$ 5,00	\$ 125,00
subtotal 8				\$ 125,00
SUB- COSTO TOTAL				\$ 741.25
IMPREVISTO 10%				\$74.125
COSTO TOTAL				\$ 815.38

Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Anexo 2: Cronograma

Tiempo Actividades	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12							
	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
<b>Aprobación del Perfil de Tesis</b>																																																				
1.- Elaboración	X																																																			
2.- Aprobación		X	X	X	X																																															
<b>Aprobación del Proyecto de Tesis</b>																																																				
1.- Elaboración					X	X	X	X																																												
2.- Aprobación									X	X	X																																									
3.- Sustentación													X																																							
<b>Ejecución del Proyecto de Tesis</b>																																																				
1.- Experimentación									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
3.- Tabulación de datos									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<b>Elaboración del informe final</b>																																																				
1.- Redacción																																					X	X	X	X												
2.- Presentación del borrador																																													X							
3.- Presentación del informe final																																													X	X						
<b>Sustentación del informe final</b>																																																				
1.- Solicitud																																													X	X	X	X				
2.- Defensa																																																	X			

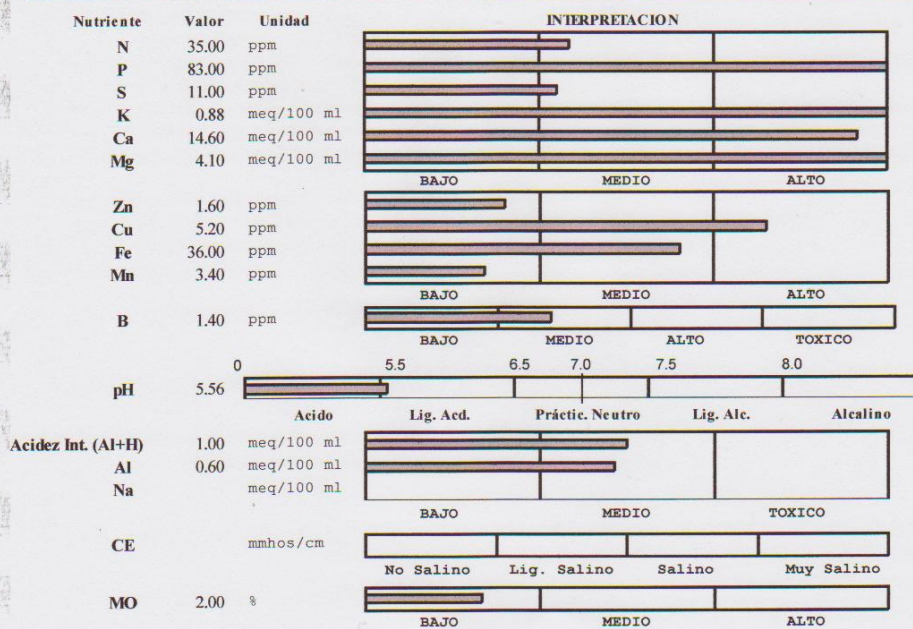
Elaboración: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

### Anexo 3: Análisis de suelo

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

#### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : DAVID HERRERA Dirección : CARCHI Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Provincia : CARCHI Cantón : BOLÍVAR Parroquia : LA ESPERANZA Ubicación :
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : CEBOLLA Cultivo Anterior : CEBOLLA Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA 1	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 26.901 N° Muestra Lab. : 89195 Fecha de Muestreo : 26/06/2012 Fecha de Ingreso : 13/07/2012 Fecha de Salida : 30/07/2012



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	ppm	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	P H2O	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
3,6	4,7	21,3	20,6	23,20					

#### Anexo 4: Siembra



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

#### Anexo 5: Riego



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

### Anexo 6: Elaboración de surcos para el trasplante



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

### Anexo 7: Medición de parcelas para el trasplante



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

### Anexo 8: Inmersión de plántulas en tratamientos



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

### Anexo 9: Trasplante



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

## Anexo 10: Aplicación de humus



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

## Anexo 11: Aplicación de productos.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).



## Anexo 12: Toma de datos.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

## Anexo 13: Crecimiento de plantas.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

#### Anexo 14: Cosecha



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

#### Anexo 15: Pesado.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).

Anexo 16: Sintomatología de *Sclerotium cepivorum*.



Fuente: Alvarado D. & Higuera J. (2012).