

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

“EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE LA PUDRICIÓN BLANCA EN EL CULTIVO DE *Allium cepa* L. (CEBOLLA DE BULBO)”.

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

JACINTO DAVID MUÑOZ TAHUA

TUTOR

MG. ING. HERNAN ZURITA VASQUEZ

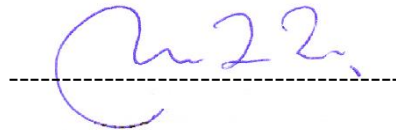
CEVALLOS – ECUADOR

2016

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

“El suscrito, JACINTO DAVID MUÑOZ TAHUA, portador de cédula identidad número: 180402403-0, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE LA PUDRICIÓN BLANCA EN EL CULTIVO DE *Allium cepa* L. (CEBOLLA DE BULBO)”**”.

Es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.



JACINTO DAVID MUÑOZ TAHUA

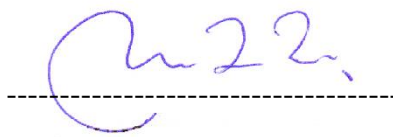
C.I. 180402403-0

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE LA PUDRICIÓN BLANCA EN EL CULTIVO DE *Allium cepa* L. (CEBOLLA DE BULBO)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



JACINTO DAVID MUÑOZ TAHUA

C.I. 180402403-0

“EVALUACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE LA PUDRICIÓN BLANCA EN EL CULTIVO DE *Allium cepa* L. (CEBOLLA DE BULBO)”.

REVISADO POR:



Ing. Mg. Hernán Zurita Vásquez

TUTOR



Ing. Mg. Olger León

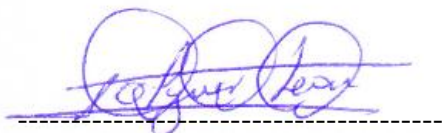
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR:



Ing. Mg. Marco Pérez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Ing. Mg. Olger León

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTO

Al ser supremo por sus bendiciones, por conservarme con salud y darme privilegio de poder continuar con mis estudios a pesar de los inconvenientes que se presentaron a lo largo de mis años como estudiante.

A cada uno de los docentes por instruirme cada día con valores y enseñanzas que me servirán en un futuro para poder compartir mis conocimientos y experiencias con la sociedad.

A mi tutor y asesores por ayudarme a que esta investigación pueda haber culminado con resultados satisfactorios, para que sean de provecho a nuestros campesinos.

A mis amados padres por el esfuerzo que realizan día a día y por la confianza que depositan en mí; para verme convertido en un profesional.

DEDICATORIA

A mis amados padres, familiares más cercanos y amigos por confiar en mí y alentarme a continuar con mis estudios académicos sin olvidarme de las bondades recibidas cada día por Dios, ustedes han sido esenciales a lo largo de mi formación, me han heredado valores y principios, dándome el ejemplo de que a más de llegar a ser un profesional; debemos aprender a convertirnos en buenos seres humanos dignos de habitar este mundo.

A mi hermano Isaac por brindarme buenos momentos siempre que los necesito y ser mi principal inspiración para querer ser mejor cada día.

A cada una de las personas que me ayudaron para poder hacer posible que uno más de mis objetivos se cumplan compartiendo sus enseñanzas y ayuda profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3
2.2. Categorías fundamentales	9
2.2.1. <i>Trichoderma harzianum</i>	9
2.2.2. <i>Sclerotium cepivorum</i>	11
2.2.3. <i>Allium cepa</i> L. (Cebolla roja).....	12
CAPÍTULO III.....	18
3.1. HIPÓTESIS	18
3.2. OBJETIVOS	18
3.2.1. Objetivo general	18
3.2.2. Objetivos específicos	18
CAPÍTULO IV.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
4.1. Ubicación del ensayo	19
4.2. Características del lugar	19
4.3. Equipos y Materiales.....	20
4.4. Factores en estudio	21
4.5. Tratamientos	22
4.6. Diseño experimental	22
4.7. Variable respuesta	23
4.8. Procesamiento de la información	23
CAPÍTULO V	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
CAPÍTULO VI.....	29
6.1. CONCLUSIONES	29
6.2. BIBLIOGRAFÍA	30
6.3. ANEXOS	33
CAPÍTULO VII	35
7.1. DATOS INFORMATIVOS	35
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	35
7.3. JUSTIFICACIÓN	35
7.4. OBJETIVOS	36

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	37
7.6. FUNDAMENTACIÓN	37
7.7. METODOLOGÍA	37
7.8. ADMINISTRACIÓN	38
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. PRODUCCIÓN DE CEBOLLA	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 REQUERIMIENTO	15
Tabla 3 TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	22
Tabla 4 RESULTADO DE LAS VARIABLES RESPUESTA.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 INSTALACION DEL CULTIVO	26
Figura 2. BULBO CONTAMINADO POR <i>Sclerotium cepivorum</i>	27
Figura 3. Ataque de <i>Sclerotium cepivorum</i> a la parte radicular	27
Figura 4. Presencia de esclerocios y micelios en la parte radicular del bulbo....	28
Figura 5. Podemos observar la pudrición en la parte lateral del bulbo.....	28

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el fin de determinar cuál de los siguientes tratamientos propuestos darían mejor resultado al momento de evaluar la efectividad de *Trichoderma harzianum* para el control de *Sclerotium cepivorum* en el cultivo de la cebolla de bulbo en el Cantón Cevallos - Ecuador. Hemos empleado dos variables bien definidas que son: Dosis y Frecuencia. Las dosis fueron de 2g/L, 4g/L y 6g/L, mientras que las frecuencias fueron de 7 días, 14 días y 21 días. Los factores a determinar en el bulbo fueron: el diámetro polar, diámetro ecuatorial, incidencia, severidad y rendimiento. Empleamos el diseño de Bloques Completamente al Azar, (3x3+1 testigo), con tres repeticiones. Para el estudio de las variables se aplicó la prueba estadística con comparación de Tukey al 5%, dando como resultado que la severidad, que se calculó basándonos en la muestra tomada (10 individuos/bloque) por cada bloque tiene como mejor tratamiento al D3F1 (dosis de 6g/L a los 7 días). En este tratamiento se presentó un porcentaje de severidad de 4%, seguido del tratamiento D3F2 (dosis de 6g/L a los 14 días) con un porcentaje del 10%. Por su parte el mejor rendimiento se presentó en el tratamiento D2F3 (dosis de 4g/L a los 21 días) con un total de 7,14 kg/m². Seguido del tratamiento D3F1 (dosis de 6g/L a los 7 días) con un promedio de 6,67 kg/m². Obteniendo que la mejor dosis y frecuencia es el tratamiento D3F1 (dosis de 6g/L a los 7 días), ya que su nivel de severidad (4%) es aceptable dentro de los parámetros agronómicos, y el rendimiento (6,67 kg/m²) es importante en comparación a los demás tratamientos.

Palabras claves: *Trichoderma harzianum*, *Sclerotium cepivorum*, incidencia, severidad.

SUMMARY

The present investigation was carried out in order to determine which of the following proposed treatments would give better result when evaluating the effectiveness of *Trichoderma harzianum* for the control of *Sclerotium cepivorum* in the cultivation of bulb onion in the Cevallos Canton - Ecuador. We used two well-defined variables: Dose and Frequency. The doses were 2g / L, 4g / L and 6g / L, while the frequencies were 7 days, 14 days and 21 days. The factors to be determined in the bulb were: polar diameter, equatorial diameter, incidence, severity and yield. We used the design of Completely Random Blocks, (3x3 + 1 witness), with three repetitions. For the study of the variables, the statistical test was applied with a Tukey 5% comparison, resulting in the severity, which was calculated based on the sample taken (10 individuals / block) for each block, as the best treatment for D3F1 (Dose of 6g / L at 7 days). In this treatment, a severity percentage of 4% was presented, followed by D3F2 treatment (6g / L dose at 14 days) with a percentage of 10%. On the other hand, the best performance was presented in the treatment D2F3 (dose of 4g / L at 21 days) with a total of 7,14 kg / m². Followed by the treatment D3F1 (dose of 6g / L at 7 days) with an average of 6,67 kg / m². Obtaining the best dose and frequency is the D3F1 treatment (dose of 6g / L at 7 days), since its level of severity (4%) is acceptable within the agronomic parameters, and the significant performance (6,67 kg/m²) compared to the other treatments.

Key words: *Trichoderma harzianum*, *Sclerotium cepivorum*, incidence, severity.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente la agricultura orgánica constituye una parte cada vez más importante del sector agrícola a nivel mundial por sus ventajas ambientales y económicas, lo cual nos lleva a pensar que día a día más personas se dan cuenta de lo importante que es consumir alimentos sanos, libres de residuos que la agricultura convencional no les proporciona. De igual manera los agricultores han visto que en un corto plazo sus sistemas tradicionales de cultivo pueden llegar a ser cada vez menos sostenibles debido a su alta dependencia de insumos, por lo que la agricultura orgánica se presenta como una opción interesante, en la que sin embargo es fundamental una adecuada fertilidad del suelo para asegurar una producción de calidad.

En tal sentido, una alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos pueden ser los Microorganismo Eficientes, los mismos que son un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculados al suelo contribuyen a restablecer el equilibrio microbiano, muchas veces deteriorado por las malas prácticas de manejo agronómico; estos a su vez contribuyen a acelerar la descomposición de los desechos orgánicos en el suelo, lo cual incrementa también la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

De acuerdo con datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca –MAGAP, (2013). Tungurahua es una de las provincias que ha sido beneficiada con el apoyo financiero del Banco Nacional de Fomento (BNF) para el cultivo de esta hortaliza, con la siguiente distribución: en el año 2007 se le proporcionó 33,041 dólares, en el año 2008 la suma de 169,56 dólares, para el 2009 se dotó de 124,993 dólares, en el 2010 fueron 174,205, descendió para el año 2011 con 71,002 y finalmente en el 2012 la cantidad de 254,798 alcanzando así su mayor registro en cuanto al aporte a este importante sector.

Según Ferreira y Boley (1992), el hongo clasificado como *Sclerotium cepivorum* es un patógeno de suelo que afecta a cientos de especies vegetales en regiones

tropicales y subtropicales en el mundo entero. Este hongo causa síntomas como caída de plántulas, marchitamientos, pero sobre todo podredumbres de las partes bajas de los tallos y las raíces.

En el cultivo de cebolla roja (*Allium cepa L*), existe una enfermedad muy puntual que afecta específicamente a especies de la familia de las liliáceas, en nuestro medio esta enfermedad es conocida como la pudrición blanca de la cebolla roja o de la cebolla paitaña. Según Mesén (1997), la pudrición de la cebolla pudo haber aparecido durante los años de 1988, además que no conocemos de su introducción a nuestro medio. Esta enfermedad es de rápida diseminación, y esto se debe a las labores que se practican en el cultivo y a prácticas de riego. Esta enfermedad ha ocasionado varios daños a los suelos, por lo que muchos de ellos están totalmente infestados, sin embargo muchos agricultores continúan cultivándolos; haciendo de esta manera que por efecto dominó, los costos suban de manera importante.

Según Granados (2005), hoy en día la humanidad está atravesando un momento crítico, debido a que los alimentos que consumimos están muy contaminados por el uso excesivo de químicos, los mismos que nos ayudan a controlar sinnúmero de enfermedades, entre ellas *Sclerotium cepivorum* que afecta a la cebolla roja (*Allium cepa L*). Por este uso indiscriminado de agroquímicos la salud de los seres humanos ha mermado considerablemente, se ha contraído enfermedades muy graves que en la mayoría de los casos han ocasionado cánceres, provocando una mala calidad de vida principalmente para los agricultores, puesto que ellos están más expuestos a los agroquímicos destinados al control de enfermedades, como es el caso de *Sclerotium cepivorum*.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el estudio realizado por María del Milagro Granados (2012) en la localidad de Cartago – Costa Rica, encontramos que los efectos de biocontroladores aislados en fincas productoras de cebolla sobre la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*) tuvo por objetivo determinar el efecto antagónico sobre la pudrición blanca de hongos aislados a partir de esclerocios provenientes de la zona alta de Cartago, mediante una prueba de invernadero, para su posible implementación en una estrategia de combate integrada.

Para evaluar el efecto de *Trichoderma sp.*, *Clonostachis spp* y *Beauveria bassiana* sobre la incidencia de la pudrición blanca de la cebolla (*Sclerotium cepivorum*), se realizó un experimento de invernadero. Los asilamientos 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 mostro el siguiente patrón: testigo 46%; *Beauveria bassiana* 17%; *Clonostachys spp.* 8.3%; *Trichoderma spp.* 0%. El análisis de varianza mostró diferencias ($p= 0.5883$) entre las medias para la longitud foliar.

Higuera Pabón y Alvarado España (s/f), en su investigación hecha en el sector La Esperanza, Cantón Bolívar, Carchi – Ecuador, indica que las plántulas de cebolla se trasplantaron a los 80 días con un tamaño promedio de 15 centímetros, el grosor aproximado de un lápiz. 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).

La fertilización de las plantaciones de cebolla se realizó en base a los resultados del análisis de suelo, los mismos que no alcanzaron los niveles mínimos para el desarrollo del cultivo. 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). El riego se lo efectuó cada

15 días por inundación. El control de maleza se lo hizo a los 15 y 80 días del trasplante se aplicó herbicidas (LINURON, ingrediente activo linuron y CAMINADOR, ingrediente activo clethodim) para el control de malezas. 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.

Se obtuvo como resultado que 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.

Zúñiga (2013) menciona que, en el sector de Michoacán llevo a cabo su estudio durante cuatro meses (20 de Enero al 20 de Mayo de 2013) se estableció un experimento en macetas a campo abierto en una explanada cerca del sitio de recolección del suelo con antecedentes de alta incidencia de la enfermedad, considerando en el ensayo como suelo infestado. Se trabajó con un diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estaba compuesta por cuatro macetas con 2 kg de suelo y dos bulbos de cebolla cada una de la variedad Suprema. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: 1) *S. cepivorum* – *Trichoderma*, 2) *S. cepivorum*, 3) *S. cepivorum* – químico, 4) *Trichoderma*, 5) Control, 6) *S. rolfsii*, 7) *S. rolfsii* – *Trichoderma*, 8) Suelo infestado, 9) Suelo infestado – *Trichoderma* y 10) Suelo infestado – químico.

En el caso de *Trichoderma harzianum*, después de mantenerlo por más de 15 días en incubación para que esporulara lo suficiente, se procedió a hacer la aplicación de inóculo a los respectivos tratamientos. Las densidades que se aplicaron correspondieron a 4.1×10^4 , 5.8×10^6 y 6.4×10^6 conidios/ml, a los 0, 30 y 60 días después del trasplante (ddt) respectivamente. La primera y tercera aplicación se realizó de manera sólida aplicando 20 g de arroz inoculado al momento del trasplante y a los 60 ddt. La segunda aplicación fue un concentrado líquido de conidios equivalente a 3 ml por planta o bien a 6 ml por maceta.

Los patógenos *S. cepivorum* y *S. rolfsii* fueron inoculados con una densidad de 0.2 esclerocios/g de suelo aplicados al momento del trasplante.

A los 12 días de la evaluación, *T. harzianum* logró crecer el 100% de la caja Petri, colonizando los esclerocios de *S. cepivorum*, creciendo sobre el patógeno e incrementando su esporulación principalmente en la zona donde se habían formado los esclerocios del patógeno.

Obregón M. (2001), en la ciudad de San José – Costa Rica, evaluó a *Trichoderma harzianum* contra *Sclerotium cepivorum* y encontró potencial antagónico para combatir la pudrición blanca de la cebolla causada por este patógeno debido a que presentó una invasión de 50 a 75%. Se logró observar una competencia por espacio y nutrientes por parte de *Trichoderma* ya que rápidamente colonizó gran parte del espacio.

Cobos (2010), en su trabajo de investigación de “Evaluación de Cepas Nativas de *Trichoderma sp.* para el control de Sigatoka Negra (*Paracercospora fijiensis m.*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en fase de laboratorio” obtiene los siguientes resultados: Mediante técnicas de caracterización molecular se determinó que las cepas recolectadas en las localidades bananeras de Machala y Bonanza pertenecen al grupo de *Trichoderma asperellum* y la cepa recolectada en la localidad bananera de Paisaje corresponden al grupo de *Trichoderma viride*. Este estudio es una fase preliminar de investigación que servirá para finalmente poder formular un biofungicida que permita controlar los agentes fitopatógenos que disminuyen la productividad de varios cultivos de interés económico para el país.

Guigon (2003), en su trabajo de investigación de “Selección de cepas nativas de *Trichoderma spp.* con actividad antagónica sobre *Phytophthora capsici* leoniana y promotoras de crecimiento en el cultivo de Chile (*Capsicum annuum L.*)” obtiene los siguientes resultados: Al aislar la especie de *trichoderma* obtenidas en México de plantas y árboles como: nogal, menta, chile jalapeño y durazno, se logró controlar *Phytophthora capsici*, donde por medios de cultivo in vitro con las especies de durazno, menta y chile jalapeño que por la actividad parasitaria del *trichoderma* el desarrollo de la enfermedad no representó datos significativos, por lo contrario las especies expuestas al cultivo bajo invernadero como: chile jalapeño y durazno

redujeron significativamente la incidencia de la enfermedad debido a que es un biocontrolador y biofertilizante natural que incrementa tamaño del tallo, abundante área foliar, tallos más robustos y biomasa de la raíz.

Cubillos, et al. (2009), en su trabajo de investigación de “*Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)” obtiene los siguientes resultados: Al aplicar cepas de *trichoderma* nativas como, TCN-014 y TCC-005 para la germinación de semillas de maracuyá, en donde los datos de la aplicación de *Trichoderma* los datos fueron significativos ya que estimularon la germinación y desarrollo de las plántulas de maracuyá, debido a esto el *Trichoderma* se le considera como bioproducto útil para el manejo ecológico.

Por otra parte Tránsito (2014) en la investigación de caracterización y clasificación de *Trichodermas* nativos aplicando diferentes medios de cultivo a nivel de laboratorio artesanal realizado en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, se evaluó tres sustratos; arroz, cebada y quinua, tres medios de cultivo; Trigo Dextrosa Agar (TDA), Maíz Dextrosa Agar (MDA), Papa Dextrosa Agar (PDA), se obtuvo como resultado la mejor trampa nutricional elaborada a base de sustrato de quinua para *Trichoderma*. En los tres medios se logró caracterizar la morfología de *Trichoderma*: en Chillanes se caracterizó tres especies; *Trichoderma*, *Viride* y *Trichoderma Harzianum* y *Trichoderma* spp esta última aún no está determinada en las claves taxonómicas. Las especies caracterizadas durante este proceso de investigación demuestran su acción de agentes antagonistas de hongos fitopatógenos que habitan el suelo (micoparasitismo).

Lorenzo (2004), en su trabajo de investigación de “Prospección de hongos antagonistas en la provincia de Cienfuegos. Efectividad y posibilidades de reproducción de cepas Nativas de *Trichoderma* spp.” Obtiene los siguientes resultados: se aislaron diferentes variedades de *Trichoderma* spp. Para el control de las enfermedades de cítricos para el control de *alternaria citri*. Y *Colletotrichum gloeosporioides* Observándose especies de *Trichoderma* como *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii* *Trichoderma harzianum* Rifai Sección *Longibrachiatum*. y el género *Aspergillus*. Para el control *C. gloeosporioides* el *trichoderma viride* presento

un antagonismo significativo en referencia a las demás variedades. Para el control de *alternaria citri* la variedad de *Trichoderma harzanium* fue la que mayor significación presento.

Sandoval y Noelting (2011), en su trabajo de investigación de “Producción de conidios de *Trichoderma harzianum rifai* en dos medios de multiplicación” obtuvo los siguientes resultados: que el *Trichoderma* fue pre cultivado en APD después se los inocularon en un medio líquido y un medio semisólido, entre estos una diferencia de producción de conidios, ya que en el líquido existió mayor proliferación de conidios con referencia al semilíquido, la producción de *Trichoderma* es muy importante ya que ayuda en control de patógenos de la raíz y órganos adultos de la planta.

Rodríguez y Gato (2010), en su trabajo de investigación de “Métodos alternativos en la conservación De *Trichoderma harzianum rifai*” obtuvo los siguientes resultados: la conservación de *Trichoderma* por un año en un medio de cultivo compuesto por sílica gel, agua destilada estéril y una capa de aceite mineral, lo cual después de tres meses el *Trichoderma* perdió su viabilidad y sus propiedades morfológicas.

Ortiz, et al. (2013) en su trabajo de investigación: “Inhibición *in vitro* de aislamientos nativos de *Trichoderma* en Presencia de la cepa comercial T22” obtuvo los siguientes resultados: se aislaron 14 cepas de *Trichoderma* nativo de la caña de azúcar para comparar con el *Trichoderma* comercial, los *Trichoderma* nativos al momento del cultivo *in vitro* el desarrollo micelial fue mejor con el estrés hídrico ya que su desarrollo radial fue mejor y que se los puede probar a nivel de invernadero.

Martínez, et al. (2015) en su trabajo de investigación “Fermentación en estado sólido de *Trichoderma harzianum* bajo campos magnéticos” obtuvo como resultados: que la aplicación d bagazo de caña y cabecilla de arroz ayuda a la fermentación y aumento de los campos magnéticos estáticos, esto ayuda al aumento del 50% de producción de esporas del hongo, pero el proceso de columnas utilizado provoco una disminución del 51.26% de la producción de esporas del hongo, por este motivo no se recomienda utilizar este método para el aumento de la producción de esporas del hongo.

Sandoval, et al. (2003) en su trabajo de investigación “Estudios del biocontrol de hongos del suelo con *Trichoderma harzianum* y la combinación de la solarización en el clavel (*dianthus barbatus*)” obtuvieron como resultado: la aplicación de *Trichoderma* y la solarización para el control de hongos patógenos en el clavel, antes de realizar la siembra o trasplante de las estacas realiza la solarización y la aplicación del *Trichoderma* para el control de enfermedades como *Phytophthora nicotianae*, *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii* estos hongos provocan el de secamiento y marchitez de la planta, al aplicar este método obtuvo después de 15 días, obtuvo una mejora ya que el porcentaje de plantas enfermas disminuyó en un 54,8% obteniendo datos significativos por eso este método se recomienda como un biocontrol para el cultivo de clavel.

Argumedo, et al. (2009) menciona que la utilización de *Trichoderma* para la descontaminación de origen orgánico e inorgánico, el *Trichoderma a* ayuda al control de compuesto como pentacloronitrobenceno y pentaclorofenol, pero no degradan al hexaclorociclohexano que son de origen orgánico y con los metales pesados tiene la facilidad de metabolizar cianuro rodanasa y cianuro hidratasa a través de la enzima β -cianoalanina sintetasa, el género *trichoderma* como biorremediador en la destoxificación de contaminantes orgánicos e inorgánicos tanto en el suelo como en el agua.

Gilchrist, et al. (2009) dice que la aplicación de *trichoderma asperellum* para el control de *Spogosporas subterranea f. sp.* en el cultivo de *Solanum*. la influencia sobre sarna polvosa de cuatro aislamientos de *Trichoderma asperellum* en tres tipos de suelos, Andisoles, Entisoles e Inceptisoles, no existió diferencia significativa entre las plantas tratadas y las plantas no tratadas, en los tipos de suelo las plantas presentaron una reducción en el crecimiento de 41, 32 y 28 %, se necesita la aplicación de otros métodos para el control de la sarna polvosa.

Lopez, et al. (2010) explica que las variedades de *Trichoderma* aisladas de los sectores de Portuguesa y Yaracuy para el control de *Rhizoctonia solani*, en el desarrollo radicular y crecimiento de las plantas de maíz, en el sustrato se colocaron conidios de *Trichoderma*, después se colocó las semillas de maíz y luego conidios de *Rhizoctonia solani*, luego de 60 se comparó el tratamiento con el testigo, teniendo ,

resultados significativos las plantas no tratadas tuvieron un problema del 80%, en comparación con las que tenían *Trichoderma* presentaron solo un 16,2% de plantas afectadas, las mejores sepas para el control de la enfermedades fueron de la localidad de Portuguesa.

2.2.Categorías fundamentales

2.2.1. *Trichoderma harzianum*

2.2.1.1. Definición

De acuerdo a lo que menciona Wellings D, Durango (2001), *Trichoderma harzianum* ha demostrado ser un antagonico de peso para el control de enfermedades que ocasionan daños y pérdidas económicas en cultivos muy importantes en nuestro país.

La aplicación de distintas cepas de *Trichoderma harzianum* ayudará al manejo, control pero sobre todo menguar el daño ocasionado por los patógenos.

Fouzia Yaqub y Saleem Shahzad (2010), manifiestan las plantas juegan un papel importante en la destrucción de las fuentes agrícolas, y que se depende 100% de ellas para la obtención de remuneraciones. Varias de las infestaciones que afectan al suelo agrícola, son producidas por esclerocios que pueden permanecer por largos periodos condiciones desfavorables. Estos esclerocios tienen alta resistencia a productos químicos e incluso a degradación biológica, la investigación demostró que *Trichoderma harzianum* pudo inhibir el crecimiento de *Sclerotium* ya que a su alrededor se evidenció la presencia de micelio benéfico impidiendo el avance del patógeno.

Alvarado Diana Y Joffre Higuera (2013), hacen referencia también de los beneficios del uso de *Trichoderma harzianum* para controlar *Sclerotium cepivorum*, demostrando que su control es muy superior a otros biocontroladores como: *Beauveria bassiana*; y *Clonostachys spp.* Alcazando un contundente 0% de presencia de patógeno, mostrando su agresividad y efectividad.

2.2.1.2. Clasificación Taxonómica

Revisaremos la clasificación propuesta por Rifai (1969) en la que se clasifica a *Trichoderma* de la siguiente manera:

Reino	:	<i>Fungi</i>
División	:	<i>Ascomycota</i>
Subdivisión	:	<i>Pezizomycotina</i>
Clase	:	<i>Sordariomycetes</i>
Orden	:	<i>Hypocreales</i>
Familia	:	<i>Hypocreaceae</i>
Género	:	<i>Trichoderma</i>
Especie	:	<i>harzianum</i>

2.2.1.3. Morfología

De acuerdo a Harman et al. (1981), menciona que el género *Trichoderma* es un hongo que tiene su forma de aislamiento en el suelo y que además su reproducción es asexual. También muestra varias características como: hongo anamórfico, heterótrofo, aerobio que posee una pared celular que se compone de quitina y de rápido crecimiento. Para su desarrollo en medios sólidos se puede emplear sustratos de quitina, celulosa, pectina o almidón.

Según Rodríguez (2002), el género *Trichoderma* agrupa a varias especies sin una fase sexual marcada. Menciona que *Trichoderma* tiene un micelio septado, generalmente ovaladas, conidióforo hialino no verticilado, fialides singulares o en grupos, conidias unicelulares coloreadas, de rápido desarrollo en medios sintéticos, la muestra se caracteriza por su color verde, básicamente es saprofítico.

2.2.2. *Sclerotium cepivorum*

2.2.2.1. Etapas de Desarrollo

De acuerdo a la recopilación hecha por Eleazar Zúniga Mendoza (2013), *Sclerotium cepivorum* puede desarrollarse en cuatro etapas delimitadas:

- a) Los esclerocios son la principal fuente de inóculo propagación del hongo, estos pueden permanecer viables en el suelo por más de 20 años en ausencia del hospedero y mantener un porcentaje de sobrevivencia mayor al 92% con una viabilidad de hasta 96%. (Coley – Smith, 1990)
- b) El proceso de germinación de los esclerocios ocurre una vez que las raíces de las plantas del genero *Allium* liberan los exudados, los cuales están compuestos de sustancias no volátiles de sulfóxidos, mismos que son metabolizados por la microflora del suelo, principalmente por bacterias de la rizósfera, para producir compuestos volátiles (sulfuros de n-propil y allilcistema) que estimulan la germinación. (Colley – Smith y King, 1996). Si el hospedero está ausente, las hifas del patógeno no logran sobrevivir y mueren después de la germinación (Entwistle, 1990).
- c) Posterior a la germinación, las hifas del hongo penetran las raíces por medio de un apresorio, después crece intra e intercelularmente entre las células del parénquima. El hongo produce enzimas como la poligalacturonasas y el pectintranselimininasas que se encargan de destruir la pared celular a su vez produce ácido oxálico que en unión con las poligalacturonasas quelatan el Ca^{++} y disminuyen el pH para favorecer la acción enzimática (Stone y Armentrout, 1985; Metlcaf y Wilson, 1999).
- d) Una vez que la raíz ha sido infectada se produce abundante micelio en la base del tallo, que dará origen a nuevos esclerocios, el micelio se propaga planta a planta por el contacto de raíces sanas y enfermas (Crowe, 1995).

2.2.3. *Allium cepa* L. (Cebolla roja)

2.2.3.1. Definición

De acuerdo con el Ministerio de Comercio Exterior, (2013). La cebolla por el volumen cultivado ocupa el segundo lugar como una de las hortalizas más sembradas a nivel mundial.

Según Huaca, (2011) dice que la cebolla (*Allium cepa* L.), es una de las hortalizas más importantes y más cultivadas en el mundo, en nuestro país tiene una gran relevancia por su amplia distribución geográfica, superficie y consumo per cápita, así como una importante cantidad de cultivares existentes (blanca, colorada y perla), convirtiéndose así en 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.

La cebolla roja (*Allium cepa* L), pertenece según Galmarini, (1997) al género *Allium* y a la familia de las liliaceae. Este género presenta alrededor de una 600 especies, pero las que más relevancia poseen son: *Allium sativum* (ajo) y por supuesto *Allium cepa* L. (cebolla roja) por su importancia comercial.

Carmen Quintanilla, (2012) menciona que en el Ecuador las zonas de mayor producción de cebolla colorada se encuentra en las provincias de Chimborazo y Tungurahua, en donde el promedio de ciclo de cultivo esta entre 180 y 270 días a partir de semilla vegetativa y en la áreas templadas y subtropicales entre 120 a 150 días a partir de semilla sexual. De acuerdo a los datos del III Censo Nacional Agropecuario existe una superficie sembrada de aproximadamente 6300 ha como cultivo solo y 267 ha como cultivo asociado. La producción de esta hortaliza presenta una desmejora en los últimos cuatro años, la Asociación Nacional de Productores de Cebolla confirma que se ha dado una disminución de la superficie de cultivo, sobre todo incentivado para el mercado ingreso de la cebolla peruana.

En la costa, la producción de cebolla se da en las zonas de Santa Elena y Manabí, allí la Asociación Nacional de Productores de Cebolla calcula que existe alrededor de 500 ha de rendimiento agrícola. Asimismo el cantón Zapotillo, en Loja, es considerado uno de los sectores de mayor producción de cebolla del sur del país.

2.2.3.2. Morfología

Infoagro, (2010) hace alusión a la morfología que presenta la cebolla roja, tomando a consideración los siguientes parámetros:

- **Bulbo:** está formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior, que realizan las funciones de reserva de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes y están recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes, que son base de las hojas. La sección longitudinal muestra un eje caulinar llamado corma, siendo cónico y provisto en la base de raíces fasciculadas.
- **Sistema radicular:** es fasciculado, corto y poco ramificado; siendo las raíces blancas, espesas y simples.
- **Tallo:** el tallo que sostiene la inflorescencia es derecho, de 80 a 150 cm de altura, hueco, con inflamamiento ventrudo en su mitad inferior.
- **Hojas:** envainadoras, alargadas, fistulosas y puntiagudas en su parte libre.
- **Flores:** hermafroditas, pequeñas, verdosas, blancas o violáceas, que se agrupan en umbelas.
- **Fruto:** es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa.

2.2.3.3. Requerimientos Edafo-climáticos

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), (s/f), menciona en su Manual de Cultivos del Ecuador una serie de parámetros y condiciones óptimas para el cultivo de esta hortaliza.

Dádonos como referencia los siguientes datos:

- Clima.- Una lluvia entre 600 – 800 mm durante el ciclo del cultivo. De 10 a 12 horas diarias de luminosidad. Una temperatura de 10 a 18 °C en promedio.
- Suelo.- Se adapta a suelos francos, franco arenoso y franco limoso; con buen drenaje y entre 5.5 a 7.0 de pH.
- Variedades.- Se puede clasificar en: 1) semilla vegetativa: “paiteña” en Chimborazo y Tungurahua, y 2) semilla sexual: Texas Grano 502, Granex, Red Creoley Calred.
- Ciclo del cultivo.- 1) áreas frías y a partir de semillas vegetativas de 180 a 270 días y, 2) área templada y subtropical a partir de semilla sexual de 120 a 150 días.
- Preparación del terreno.- Se lo realiza con una arada, cruza, rastrada y surcada.

De acuerdo a lo que menciona Ricardo Lardizabal, (2007). En campo, se debe seleccionar bien el lugar donde se va a sembrar el semillero. Puede ser dentro del campo donde se va a transplantar o en otro lugar con buenas características (buen drenaje, franco, alto contenido de materia orgánica, de fácil acceso y buena fuente de agua). Las camas deben ser altas y bien mullidas. Se debe desinfectar antes de sembrar y llevar a cabo un plan de manejo.

2.2.3.4. Transplante

Ricardo Lardizabal, (2007), manifiesta que cuando se maneja el cultivo en zonas que van de 500 a 900 msnm el transplante se realiza generalmente entre los 40 y 45 días de edad del semillero. Si es en zonas arriba de los 1,000 msnm como la nuestra variarán entre 55 y 75 días. Una práctica para reducir los días a transplante en las zonas altas, es producir las plántulas en zonas más bajas o en viveros establecidos.

2.2.3.5. Riego

El riego, según Andrés Casas (s/f) como “toda hortaliza requiere disponibilidad de agua en los momentos que lo necesite, la planta de cebolla presenta un sistema radicular fibroso y muy superficial por lo que hay que mantener la zona radicular

húmeda. Requiriéndose riegos frecuentes de ser necesario, dependiendo del tipo de suelo, en la fase de bulbeo se requiere humedad constante para favorecer el crecimiento del bulbo”.

2.2.3.6. Fertilización

Ricardo Lardizabal, (2007) hace referencia a los requerimientos del cultivo de cebolla por medio de una tabla a continuación descrita:

Tabla 1 REQUERIMIENTO

REQUERIMIENTO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
Kg/Ha	144	134	223	133	48	49	3,2
Lbs/Ha	319	297	494	294	106	109	7

TABLA 2. Fuente: Ricardo Lardizabal

2.2.3.7. Plagas y enfermedades

A continuación haremos un listado de enfermedades y plagas que afectan a la cebolla basándonos en lo que menciona Infoagro, (2010).

Plagas

- Escarabajo de la cebolla
- Mosca de la cebolla (*Hylemia antiqua*)
- Trips (*Thrips tabaci*)
- Polilla de la cebolla (*Acrolepia assectella*)
- Nematodos (*Dytolenchus dipsaci*)

Enfermedades

- Mildiu (*Peronospora destructor o schleideni*)
- Roya (*Puccinia sp.*)
- Carbón de la cebolla (*Tubercinia cepulae*)
- Podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*)
- Abigarrado de la cebolla
- Tizón (*Urocystis cepulae*)

- Punta blanca (*Phytophthora porri*)
- Botritis (*Botrytis squamosa*)
- Alternaria (*Alternaria porri*)

2.2.3.8. Cosecha

De acuerdo a lo que Ricardo Lardizabal, (2007) manifiesta, es que a la cebolla se la debe cosechar cuando empieza a doblar y no antes. Existe la costumbre de quitarle el agua al cultivo a los 80 días del trasplante para inducir la doblada y secado de la cebolla. Esta práctica es incorrecta, ya que la cebolla sabe mejor que nadie cuando está de cosecha y cuando da punto se empieza a doblar ella sola. Se pierde de un 15% a 25% de rendimiento por quitar el agua.

2.2.3.9. Poscosecha

Infoagro, (2010) hace referencia a ciertas características mostradas a continuación:

- Calidad: Cuello y "escamas" maduras. Firmeza. Diámetro (tamaño del bulbo). Ausencia de pudrición, daño de insecto, escaldado de sol, reverdecimiento, brotación, daño por congelamiento, magulladuras y otros defectos. Grado de astringencia.
- Temperatura óptima: Curado: en el campo cuando las temperaturas son al menos 24°C, o exponerlas a un curado con aire forzado durante 12 horas entre 30 a 45°C. Almacenamiento: cebollas menos astringentes: de 0.5 a 1 mes a 0°C. Cebollas más astringentes: Típicamente de 6 a 9 meses a 0°C dependiendo del cultivar.
- Humedad relativa óptima: Curado: 75 a 80% para un mejor desarrollo del color de las escamas.
- Almacenamiento: 65 a 70% con una adecuada circulación de aire (1 m³/min/m³ de cebollas).

Después de recolectadas se suprimen las raíces y se entretrejen las hojas, formando lo que vulgarmente se conocen como "ristras", las cuales se cuelgan en lugar seco y ventilado. También se pueden conservar amontonadas, formando una capa de 80 cm

de espesor, aislada del suelo mediante un entramado de madera en graneros siempre secos y ventilados o en silos especialmente ideados al efecto; siendo las temperaturas bajas, el ambiente seco y la buena ventilación requisitos indispensables para una buena conservación.

2.2.3.10. Comercio

Según el Ministerio de Comercio Exterior, (2013). Los precios de la cebolla en el mercado interno en lo que va del 2013 han sido menores que en otros años, pero están lejos de ser bajos. Los precios medios de venta por unidades en los mercados mayoristas de Guayaquil y Cuenca se encuentran alrededor de 0.44 dólares por kilo, mientras que en Quito y resto de sierra norte se mantiene en promedio de 0.35 dólares por kilo.

Esta situación de precios más altos en la costa corresponde, por una parte, a la temporada de bajos precios del año anterior, que llevo a una reducción de las hectáreas plantadas, el rendimiento, además cayó. La sierra está más abastecida, por este motivo en los mercados de la costa se encuentra mucha cebolla procedente del Perú, por su cercanía.

En Ecuador no existe demanda por parte del consumidor de cebolla importada, esta se vende debido a su oferta por parte del vendedor. Según estudios locales de Perú y Chile, el mercado interno de la cebolla presenta complejidades, igual al nuestro, siendo la principal, la fuerte oscilación de precio de una temporada a otra. Normalmente después de un año de precios bajos los productores suelen disminuir la superficie cultivada, lo que hace disminuir la oferta interna y con ello los precios suben, como ya se está viendo en esta temporada.

Esto es muy importante para promover nuestras exportaciones a Brasil, ya que si Chile y Argentina o Perú están deficientes de producción, nuestro producto puede entrar a Brasil con mejores precios y viceversa.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

La aplicación de *Trichoderma harzianum* controla eficientemente a *Sclerotium cepivorum* en la cebolla de bulbo.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo general

- Evaluar la aplicación de *Trichoderma harzianum*, en el cultivar de *Allium cepa* L. (Cebolla de bulbo), para el control biológico de *Sclerotium cepivorum*.

3.2.2. Objetivos específicos

- Establecer la frecuencia de aplicación de *Trichoderma harzianum*, en el cultivar de *Allium cepa* L. (Cebolla de bulbo), para el control biológico de *Sclerotium cepivorum*.
- Determinar la dosis adecuada de *Trichoderma harzianum* en el cultivar de *Allium cepa* L. (Cebolla de bulbo), para el control biológico de *Sclerotium cepivorum*.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del ensayo

El presente trabajo experimental se efectuó en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Caserío Tambo la Universidad, en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

Cantón:	Cevallos
Caserío:	Tambo la Universidad
Coordenadas geográficas:	12° 21' 00" S 78° 37' 00" W
Altitud:	2 868 mnsnm

4.2. Características del lugar

Cevallos se encuentra en una zona andina, tiene una forma accidentada y diversidad de suelos, podemos afirmar que existen suelos predominantes derivados de materiales piroclásticos, alofánicos, franco arenosos. En la zona alta de Cevallos hay suelos pocos profundos, erosionados, sobre una capa dura cementada.

La agricultura ocupa casi el 70% de la superficie total que lleva aproximadamente a los 19 km², su clima es templado con un promedio de 13-16 grados centígrados en los meses de mayo y agosto disminuye la temperatura y la acción solar es fuerte en octubre y noviembre.

La precipitación media anual es de 200 mm a 500 mm, el suelo del cantón es ligeramente ondulado desde los 3080 msnm. (Camino Real) hasta los 2640 msnm (Río Pachanlica).

Cevallos está dividida de la siguiente manera:

Habitantes:

- Zona urbana: 2501 habitantes
- Zona rural: 5662 habitantes
- Población cantonal: 8163 habitantes

Área:

- Zona urbana: 1.79 Km²
- Zona rural: 16.99 Km²

Densidad Poblacional:

- Zona urbana: 1397 Hab / Km²

Zona rural: 333 Hab / Km² Las características del lugar son las siguientes:

Clima:	Sub-húmedo
Temperatura Ambiental:	13 °C
Humedad Ambiental:	51%

4.3. Equipos y Materiales

4.3.1. Equipos

- Bomba de mano
- Balanza analítica

4.3.2. Materiales de laboratorio

- Vidrio reloj
- Espátula
- Matraz aforado
- Varilla de agitación

4.3.3. Materiales de campo

- Cultivo de *Allium cepa L.* instalado
- Estacas
- Piola
- Azadón
- Azadilla
- Libreta de apuntes
- Esferos
- Sacos o costales
- Balanza Romana
- Cuchillo

4.3.4. Reactivos

- Agua destilada
- *Trichoderma harzianum* (nombre comercial Tri – ko - fun)

4.4. Factores en estudio

Se ha considerado como factores de estudio a:

- Dosis de *Trichoderma harzianum*

D1 2.0 g/L

D2 4.0 g/L

D3 6.0 g/L

- Frecuencia de aplicación

F1 7 días

F2 14 días

F3 21 días

4.5. Tratamientos

Tabla 2 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Nº	TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	D1F1	2,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 7 días
2	D1F2	2,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 14 días
3	D1F3	2,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 21 días
4	D2F1	4,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 7 días
5	D2F2	4,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 14 días
6	D2F3	4,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 21 días
7	D3F1	6,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 7 días
8	D3F2	6,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 14 días
9	D3F3	6,0 g/L de <i>Trichoderma harzianum</i> cada 21 días
10	Testigo	Sin ninguna aplicación

4.6. Diseño experimental

Se utilizará el diseño de Bloques Completamente al Azar, (3x3+1 testigo), con tres repeticiones.

D2F1	D1F3	D3F2
D1F3	D2F1	D2F3
D1F1	D3F2	D2F2
D2F2	D2F2	D1F2
D3F2	D1F1	D3F3
D3F2	D3F1	D2F1
D1F2	D1F2	D3F1
D3F1	D3F3	Testigo
Testigo	D2F3	D1F3
D2F3	Testigo	D1F1

4.7. Variable respuesta

Evaluación de *Trichoderma harzianum* para el control de la pudrición blanca.

4.8. Procesamiento de la información

El procesamiento estadístico se realizará por medio del diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para los tratamientos, se procedió a realizar los Análisis Estadísticos; elaborando Análisis de Variancia (ADEVA), se realizó la Prueba de significación de Tukey al 5 %, utilizando el programa estadístico Infostat.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3 RESULTADOS DE LAS VARIABLES RESPUESTA

Tratamiento	Diámetro Polar (cm)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Severidad (%)	Rendimiento (lb)
D1F1	5,80 A	7,39 AB	0,30 E	11,37 AB
D1F2	5,52 A	7,42 AB	0,34 EF	10,81 AB
D1F3	5,90 A	6,88 AB	0,41 F	15,27 A
D2F1	5,93 A	7,89 A	0,17 CD	12,00 AB
D2F2	5,95 A	7,90 A	0,20 D	11,37 AB
D2F3	6,26 A	8,42 A	0,27 E	15,71 A
D3F1	6,03 A	7,32 AB	0,04 A	14,67 A
D3F2	6,39 A	8,19 A	0,10 AB	11,84 AB
D3F3	6,50 A	8,32 A	0,12 BC	11,48 AB
T	4,72 A	5,59 B	0,70 G	5,85 B
p-valor	0,1150	0,0087	<0,0001	0,0014
C.V.	10,88	10,05	9,07	17,71

Diámetro Polar

Podemos claramente observar en la tabla resumen que para la primera variable que corresponde al Diámetro Polar de los bulbos, no hay mayor significancia, alcanzando el mayor valor el tratamiento D1F1 con una media de 6,52 cm seguido del tratamiento D3F3 con una media de 6,50 cm. El testigo obtuvo las medias con los valores más bajos en cuanto al diámetro polar, siendo 4,72 cm su media.

Diámetro Ecuatorial

Algo similar sucede con el diámetro ecuatorial no presentando mayor significancia los tratamientos: D2F3, D3F3, D3F2, D2F2 y D2F1. La mejor media la presenta el tratamiento D2F2 con un valor de 8,42 cm, seguida por el tratamiento D3F3 con un 8,32 cm. Siendo de igual modo el testigo el que presenta el diámetro más bajo con 5,59 cm.

Severidad

La presente investigación se enfocó especialmente en el análisis de incidencia y de severidad. Una vez tomados los datos y haciendo la tabla resumen tenemos satisfactoriamente que uno de los tratamientos tuvo un control bastante eficiente de *Sclerotium cepivorum*, siendo el tratamiento D3F1 el que presenta la mejor media con un valor del 4 %. Afirmando de este modo lo que menciona Zúñiga (2013), en su trabajo de investigación, luego de 15 días *Trichoderma harzianum* presenta un control eficiente de la enfermedad. De igual modo podemos citar a Higuera Pabón y Alvarado España (s/f), en su investigación hecha en el sector La Esperanza, Cantón Bolívar, Carchi – Ecuador, indica que los controladores biológicos (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*), se aplicaron cada 10 días. Ya que el rango de crecimiento de *Trichoderma harzianum* es de 10 a 15 días. Dando como válidos los valores obtenidos en mi investigación.

Como era de esperarse, el testigo absoluto presentó una severidad del 70 % siendo la parte más afectada por el patógeno seguida del tratamiento D1F3 con un 41%. Para corroborar la información obtenida en la presente investigación podemos citar a Obregón M. (2001), que en la ciudad de San José – Costa Rica, evaluó a *Trichoderma harzianum* contra *Sclerotium cepivorum* y encontró potencial antagónico para combatir la pudrición blanca de la cebolla causada por este patógeno debido a que presentó una invasión de 50 a 75%. Dando de este modo mayor validez a mi ensayo.

Rendimiento

En cuanto al rendimiento tenemos que el tratamiento D2F3 presenta la mayor eficiencia con una media que alcanza el valor de 15,71 lb. El tratamiento D3F1 tiene una media de 14,67 lb siendo bastante representativo. Obviamente el testigo tuvo el peor rendimiento llegando a una media de 5,85 lb.

CULTIVO INSTALADO

El cultivo fue instalado el día 11 de mayo del 2015 en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, tomamos tres camas las cuales fueron distribuidas anteriormente de la siguiente manera:

- distancia entre plántulas: 0,10 cm x 0,10 cm
- distancia entre hileras: 0,20 cm
- área por bloque: 2 m² (2m x 1m)



Figura 1 INSTALACION DEL CULTIVO

De acuerdo a la recopilación hecha por Zúniga Mendoza (2013), el proceso de germinación de los esclerocios de *Sclerotium cepivorum* ocurre una vez que las raíces de las plantas del genero *Allium* liberan los exudados, los cuales están compuestos de sustancias no volátiles de sulfóxidos, mismos que son metabolizados por la microflora del suelo, principalmente por bacterias de la rizósfera, para producir compuestos volátiles.



Figura 2. BULBO CONTAMINADO POR *Sclerotium cepivorum*



Figura 3. Ataque de *Sclerotium cepivorum* a la parte radicular

De acuerdo a Crowe, (1995), una vez que la raíz ha sido infectada se produce abundante micelio en la base del tallo, que dará origen a nuevos esclerocios, el micelio se propaga planta a planta por el contacto de raíces sanas y enfermas.



Figura 4. Presencia de esclerocios y micelios en la parte radicular del bulbo



Figura 5. Podemos observar la pudrición en la parte lateral del bulbo

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

- El diámetro polar, en varios casos se vio afectado por la presencia de la enfermedad (en algunos bulbos en forma de pudrición bastante pronunciada) tanto en la parte radicular como en las partes laterales de los bulbos tomados como muestra para la presente investigación de campo. Presentando el mejor diámetro polar los tratamientos D1F2 (dosis de 2g/L a los 14 días) y D3F3 (dosis de 6g/L a los 21 días) con 6,5 cm de diámetro en ambos casos.
- En cuanto al diámetro ecuatorial el tratamiento que presentó la mayor eficacia fue el D2F3 (dosis de 4g/L a los 21 días) con una media de 8,42 cm.
- Uno de las variables a medir fue la severidad, que se calculó basándonos en la muestra tomada (10 individuos/bloque) por cada bloque, llegando a la conclusión de que el mejor tratamiento fue D3F1 (dosis de 6g/L a los 7 días). En este tratamiento se presentó un porcentaje de severidad de 4%, seguido del tratamiento D3F2 (dosis de 6g/L a los 14 días) con un porcentaje del 10%.
- Por su parte el mejor rendimiento se presentó en el tratamiento D2F3 (dosis de 4g/L a los 21 días) con un total de 7,14 kg/m². Seguido del tratamiento D3F1 (dosis de 6g/L a los 7 días) con un promedio de 6,67 kg/m².
- Podemos concluir que la mejor dosis y frecuencia es el tratamiento D3F1 (dosis de 6g/L a los 7 días), ya que su nivel de severidad es aceptable y de igual modo si nos referimos a un rendimiento importante en comparación a los demás tratamientos.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO DIANA Y JOFFRE HIGUERA (2013). “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. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- ANDRÉS CASAS (s/f). El cultivo de la cebolla. Departamento de Horticultura. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. cda@lamolina.edu.pe. Lima – Perú.
- CARMEN MAGDALENA FREIRE QUINTANILLA (2012). “Aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de cebolla colorada (*Allium cepa*) a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo”. Documento presentado para la obtención del título de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- CICAD, (s/f). Fortalecimiento Institucional. Cantón Cevallos. Disponible en: http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/savia/PDF/Cant%C3%B3n%20Cevallos.pdf
- COLEY – SMITH, (1990). White rot disease of *Allium*. Problem of soil-borne diseases in microcosm. Plant Pathology. Volume 39. 214-222 pag.
- COLLEY – SMITH Y KING, (1996). The Production by species of *Allium* of alkyl sulphides and their effect on germination of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* Berk. Academic Press Inc. 318 pag.
- CROWE, F.J. (1995). White rot. Compendium of onion and garlic diseases. Minnesota. APS Press. 14-16 pag.
- ELEAZAR ZÚNIGA MENDOZA (2013). Efecto antagonista de *Trichoderma harzianum* contra *Sclerotium cepivorum* y *Sclerotium rolfsii* agentes causales de la pudrición blanca. Tesis para la obtención de Maestría. Instituto Politécnico Nacional de Michoacán.
- ENTWISTLE, A.R. (1990). *Allium* White rot and its control. Soil use and management. N° 6. 208 pag.
- FALCONÍ C. (2010). Manual de Taxonomía de *Trichoderma* spp. Microorganismo Agrícolas Ecuatorianos.

- FOUZIA YAQUB y SALEEM SHAHZAD (2010). Competitive colonization of wheat straw by *Trichoderma* species and *Sclerotium rolfsii*. Pest and diseases researches. Department of Agriculture and Agribusiness Management. University of Karachi. Karachi, Pakistan.
- GALMARINI C. (1997). Características botánicas y fisiológicas. Manual del cultivo de la cebolla. INTA. Centro regional Cuyo – Santiago de Chile.
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN CEVALLOS, (2013). Cevallos – Ecuador.
- GRANADOS MONTERO, MARÍA DEL MILAGRO (2004). Aislamiento, identificación y evaluación del efecto antagonista de hongos asociados a esclerocios de *Sclerotium cepivorum Berk.* causante de la pudrición blanca de la cebolla, en la zona alta de Cartago, Costa Rica. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Universidad de Costa Rica.
- HARMAN, G. et al (1998). “El *Trichoderma spp.* Deuteromycetes, Mnliales (El sistema de clasificación asexual).
- HUACA, G. (2011). Efecto de dos dosis de *Bacillus spp* y *Trichoderma spp*, para el control del Mildiu velloso (*Peronospora destructor*) en el Cultivo de Cebolla de Bulbo, en el en la Zona Cuesaca, cantón Bolívar, Provincia del Carchi. El Ángel. Tesis para la obtención de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- INEC (2010), Censo Poblacional. Ecuador.
- INFOAGRO, (2010). Manual de Cultivo. “Cebolla”. 16 de Marzo del 2010.
- INIAP, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (s/f). Manual Agrícola de los Principales Cultivos en el Ecuador. Disponible en: <http://www.crystal-chemical.com/cebolla.htm#CICLODEL CULTIVO>. 26.11.2014 21.10pm
- METLCAF, D.A. y WILSON, C.R. (1999). Histology of *Sclerotium cepivorum* infection of onion roots and the spatial relationship of pectinases in the infection process. Plant Pathology. 445-452 pag.
- MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR, (2013). Oficina Comercial de Ecuador en Brasil. Situación del Mercado de la Cebolla en Brasil. www.proecuador.gob.ec 26.11.2014 / 21.23pm

- OBREGÓN M. (2001). Evaluación in-vitro del poder antagónico de *Trichoderma harzianum* con respecto al hongo Fitopatógeno *Sclerotium cepivorum* Berkeley causante del “Torbo en cebolla”. Tesis de Grado. San José – Costa Rica.
- RICARDO LARDIZABAL, (2007). Entrenamiento y desarrollo de agricultores (EDA). Manual de Producción, el cultivo de la cebolla. Mayo del 2007. La Lima, Honduras.
- RIFAI, M.A. (1969). Revision of the genus *Trichoderma*. Mycological Papers, 116 – 156.
- RODRÍGUEZ, E., et al (2002). Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias termofílicas aeróbicas, con actividad proteolítica, a partir de pilas de compost en fase termofílicas.
- STONE, H.E. y ARMENTROUT, V.N. (1985). Production of oxalic acid by *Sclerotium cepivorum* during infection of onion. Mycology. N° 4. 526-530 pag
- WELLINGS D, DURANGO (2001). Evaluación de fungicidas y biocontroladores en el manejo de enfermedades de la mazorca de cacao. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil.

6.3. ANEXOS

Diámetro Polar (cm)

REPETICIONES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	Promedios
D1F1	6,65	5,34	5,4	5,80
D1F2	6,5	6,7	6,37	5,52
D1F3	6,29	5,91	5,49	5,90
D2F1	6,78	4,79	6,22	5,93
D2F2	5,84	5	7	5,95
D2F3	6,55	5,03	7,19	6,26
D3F1	5,85	5,39	6,84	6,03
D3F2	6,79	5,08	7,3	6,39
D3F3	7	6,01	6,49	6,50
T	4,5	5,05	4,6	4,72

Diámetro Ecuatorial (cm)

REPETICIONES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	Promedios
D1F1	7,02	9,12	6,03	7,39
D1F2	7,21	7,54	7,52	7,42
D1F3	6,79	7,23	6,63	6,88
D2F1	6,49	9,26	7,92	7,89
D2F2	6,12	8,63	8,94	7,90
D2F3	8,03	9,21	8,02	8,42
D3F1	6,35	8,06	7,56	7,32
D3F2	6,64	9,88	8,06	8,19
D3F3	8,4	8,93	7,62	8,32
T	5,23	6,01	5,54	5,59

Severidad (%)

REPETICIONES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	Promedios
D1F1	0,31	0,31	0,29	0,30
D1F2	0,36	0,32	0,35	0,34
D1F3	0,4	0,43	0,39	0,41
D2F1	0,2	0,15	0,16	0,17
D2F2	0,19	0,2	0,2	0,20
D2F3	0,27	0,25	0,3	0,27
D3F1	0,03	0,05	0,04	0,04
D3F2	0,08	0,09	0,12	0,10
D3F3	0,15	0,1	0,12	0,12
T	0,7	0,65	0,75	0,70

Rendimiento (libras)

REPETICIONES				
TRATAMIENTOS	I	II	III	Promedios
D1F1	12,6	11,65	9,87	11,37
D1F2	10,5	10,02	11,9	10,81
D1F3	13,5	15,8	16,5	15,27
D2F1	12,8	10,3	12,9	12,00
D2F2	11,98	10,74	11,4	11,37
D2F3	19,87	14,76	12,5	15,71
D3F1	15,5	10,5	18	14,67
D3F2	13,34	12,65	9,54	11,84
D3F3	10,23	12,9	11,3	11,84
T	5,42	6,8	5,32	5,85

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Trichoderma harzianum como controlador de la pudrición blanca en cebolla de bulbo

Instituciones Involucradas:

- Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica.

Responsables administrativos:

- Ing. Mg. Hernán Zurita
- Ing. Mg. Marco Pérez
- Ing. Mg. Olger León

Responsable técnico:

- Jacinto David Muñoz Tahua

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

7.3. JUSTIFICACIÓN

La agricultura orgánica constituye una parte cada vez más importante del sector agrícola por sus ventajas ambientales y económicas, lo cual nos lleva a pensar que día a día más personas se dan cuenta de lo importante que es consumir alimentos sanos, libres de residuos que la agricultura convencional no les proporciona. De igual manera los agricultores han visto que en un corto plazo sus sistemas tradicionales de cultivo pueden llegar a ser cada vez menos sostenibles debido a su alta dependencia de insumos, por lo que la agricultura orgánica se presenta como una opción

interesante, en la que sin embargo es fundamental una adecuada fertilidad del suelo para asegurar una producción de calidad. (Muñoz, 2015)

En tal sentido, una alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos pueden ser los Microorganismo Eficientes, los mismos que son un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculados al suelo contribuyen a restablecer el equilibrio microbiano, muchas veces deteriorado por las malas prácticas de manejo agronómico; estos a su vez contribuyen a acelerar la descomposición de los desechos orgánicos en el suelo, lo cual incrementa también la disponibilidad de nutrientes para las plantas. (Muñoz, 2015)

De acuerdo con datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca –MAGAP, (2013). Tungurahua es una de las provincias que ha sido beneficiada con el apoyo financiero del Banco Nacional de Fomento (BNF) para el cultivo de esta hortaliza, con la siguiente distribución:

		AÑOS/Cifras en dólares					
CEBOLLA	Tungurahua	2012	2011	2010	2009	2008	2007
		254,798	71,002	174,205	124,993	169,56	33,041

Tabla 1. Fuente MAGAP, 2013

Como podemos observar en la tabla, el apoyo financiero ha ido creciendo; lo que demuestra que cada vez más y más agricultores optan por el cultivo de esta hortaliza. De aquí la importancia de la presente investigación.

7.4. OBJETIVOS

- Proveer al agricultor de *Trichoderma harzianum* para el control biológico de su cultivo de *Allium cepa L.*
- Incentivar al agricultor en el uso de tratamientos más amigables con el medio ambiente, en contra del deterioro y erosión del suelo agrícola.

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Con la utilización de *Trichoderma harzianum* el agricultor podrá tener mayor eficiencia y rendimiento al momento de la cosecha, ya que con esta alternativa biológica se va a disminuir la incidencia y severidad de *Sclerotium cepivorum*. Por lo tanto esta técnica va a bajar los costos de producción y a su vez habrá mayor rentabilidad en la producción de *Allium cepa L.*

Esto se podrá llevar a cabo con la participación de los agricultores y con el asesoramiento oportuno de los técnicos y profesionales de la Universidad Técnica de Ambato.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

La pudrición blanca que ataca a la cebolla de bulbo, es una enfermedad de gran importancia a nivel agronómico, sabemos que acaba casi con el 100% del cultivar cuando su control es ineficiente, y esto acarrea pérdidas económicas para el agricultor.

En la presente investigación se utilizó *Trichoderma harzianum* para el control de la pudrición blanca, obteniendo resultados satisfactorios. *Trichoderma harzianum* presenta varios beneficios en el desarrollo del diámetro polar y diámetro ecuatorial, además de mayor eficacia al controlar la enfermedad presentando bajos índices de severidad e incidencia, y finalmente determinamos que el rendimiento es mucho mejor frente al rendimiento del testigo.

7.7. METODOLOGÍA

Para la aplicación de este tratamiento vamos a necesitar de los siguientes materiales indispensables:

- *Trichoderma harzianum* (Tri-ko-fun, contiene 2,5 x 1”UPC/g de producto)
- Bombas manuales

La dosificación será a razón de 6g de Tri-ko-fun/L, y la frecuencia de aplicación será cada 7 días.

La aplicación será en Drench, esto quiere decir que el producto se lo suministrará hacia el cuello de la planta de cebolla de bulbo, puesto que de este modo le será más fácil al microorganismo biológico penetrar hacia el sistema radicular y combatir al patógeno que en este caso es *Sclerotium cepivorum*.

7.8. ADMINISTRACIÓN

Se va a trabajar con los agricultores y con el asesoramiento de los técnicos de la Universidad Técnica de Ambato.