

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema:

“DETERMINAR LA EFICIENCIA DE *Trichoderma harzianum* EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Bremia lactucae* EN EL CULTIVO DE LECHUGA *Lactuca sativa*”

Trabajo de Titulación

Previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Agroecología y Ambiente

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

Director: Ing. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Mg.

Ambato – Ecuador

2014

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El Tribunal de Defensa del trabajo de titulación presidido por el Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez Magister, Presidente del Tribunal e integrado por los señores: Ingeniero Saúl Eduardo Cruz Tobar Magíster, Ingeniero Segundo Euclides Curay Quispe Magíster e Ingeniero Luis Oswaldo Jiménez Esparza Magíster Miembros del Tribunal de Defensa, designados por el Consejo Académico de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: “DETERMINAR LA EFICIENCIA DE *Trichoderma harzianum* EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Bremia lactucae* EN EL CULTIVO DE LECHUGA *Lactuca sativa*”, elaborado y presentado por la señora Ingeniera Mónica Alexandra Galeas Miguez, para optar por el Grado Académico de Magíster en Agroecología y Ambiente.

Una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de titulación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. Saúl Eduardo Cruz Tobar, Mg
Miembro del Tribunal

Ing. Segundo Euclides Curay Quispe, Mg
Miembro del Tribunal

Ing. Luis Oswaldo Jiménez Esparza, Mg
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema: “DETERMINAR LA EFICIENCIA DE *Trichoderma harzianum* EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Bremia lactucae* EN EL CULTIVO DE LECHUGA *Lactuca sativa*”, le corresponde exclusivamente a la: Ingeniera Mónica Alexandra Galeas Miguez, Autora bajo la Dirección del Ingeniero Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán Magíster, Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Autora

Ing. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Mg
Director

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autoriza su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

c.c. 1718405580

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud y vida para culminar con éxito mis objetivos.

A mi padre César Galeas por ser el motor principal para la culminación de mi tesis, por su impulso y sus bendiciones.

A mi madre Piedad Miguez por el amor y la constancia a pesar de la distancia.

A mi esposo René Lasso y mi hijo Andrés por el amor infinito y el apoyo recibido.

A todas aquellas personas que contribuyeron a la culminación de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato y principalmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por acogerme en sus aulas y permitirme seguir la Maestría en Agroecología y Ambiente.

A los Ingenieros: Eduardo Cruz Tobar, Segundo Curay Quispe y Luis Jiménez Esparza por sus oportunos y acertados comentarios y sugerencias para mejora de la tesis.

Mi sincero agradecimiento a los Ingenieros Pedro Sánchez Cobo y Alberto Gutiérrez Albán, directores de tesis principal y suplente respectivamente, quienes con sus consejos y entrega constante permitieron desarrollar y llevar a un feliz término la presente investigación.

Al Ingeniero Fernando Naranjo Lalama, Prefecto del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua y al Ing. Luis Chungata por haberme permitido desarrollar el trabajo investigativo en la Granja de Píllaro.

Finalmente, hago ostensible mi agradecimiento a todos los catedráticos, empleados y compañeros, que de una u otra manera contribuyeron positivamente para la culminación de esta Maestría.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	2
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Tema	2
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes Investigativos.....	8
2.2. Fundamentación Filosófica	9
2.3. Fundamentación Legal	10
2.4. Categorías Fundamentales	11
2.5. Hipótesis	23
2.6. Variables de las hipótesis.....	23
CAPÍTULO III.....	25
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1 Enfoque de la investigación.	25
3.2. Modalidad de la investigación.....	25
3.3 Nivel o tipo de investigación.	25
3.4 Población y muestra.	25
3.5 Materiales experimentales.....	26
3.6. Caracterización del lugar.....	26
3.7. Factores en estudio.....	29
3.8. Diseño Experimental.....	30
CAPÍTULO IV.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Porcentaje de prendimiento.....	35

4.2.	Incidencia de enfermedad de <i>Bremia lactucae</i>	36
4.3.	Altura de las plantas.....	38
4.4.	Número de hojas por planta	39
4.5.	Peso de raíz	41
4.7.	Peso de cosecha.....	44
4.8.	Análisis Económico	45
4.9.	Comprobación de la Hipótesis	46
CAPÍTULO V		47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		47
5.1.	Conclusiones	47
5.2.	Recomendaciones	48
CAPÍTULO VI.....		49
LA PROPUESTA.....		49
6.1	Datos Informativos.....	49
6.2	Antecedentes de la propuesta.....	49
6.3	Justificación	50
6.4	Objetivos	50
6.5	Análisis de Factibilidad.....	50
6.6.	Fundamentación.....	51
6.7	Metodología	54
6.8	Administración.....	55
6.9	Previsión de la evaluación.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. VALOR NUTRICIONAL DE LECHUGA.....	22
CUADRO 2. VARIABLE INDEPENDIENTE: Eficiencia de Trichoderma harzianum.....	24
CUADRO 3. VARIABLE DEPENDIENTE: Control Biológico de Bremia lactucae en el cultivo de lechuga.....	24
CUADRO 4. PROMEDIOS DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA “PÍLLARO”.....	27
CUADRO 5. PROMEDIOS DE TEMPERATURA ESTACIÓN METEOROLÓGICA “PÍLLARO”.....	28
CUADRO 6. PROMEDIOS DE HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN METEOROLÓGICA “PÍLLARO”.....	29
CUADRO 7. FACTORES EN ESTUDIO.....	29
CUADRO 8. TRATAMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
CUADRO 9. ADEVA DEL EXPERIMENTO.....	31
CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 10 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	35
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDAD A LOS 40 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	36
CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDAD A LOS 55 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	37
CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 10, 25, 40 Y 55 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	38
CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA DE NÚMERO DE HOJAS A LOS 10, 25, 40 Y 55 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	40
CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO DE RAÍZ (g) A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	41
CUADRO 16. PUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE APLICACIÓN EN EL PESO DE RAÍZ A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	42

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DE VOLUMEN DE RAÍZ (ml) A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	43
CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO DE COSECHA A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	44
CUADRO 19. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO PARA LOS TRATAMIENTOS EN EL ESTUDIO DE EFICIENCIA DE CONTROL DE <i>Bremia lactucae</i> CON <i>Trichoderma harzianum</i> EN EL CULTIVO DE LECHUGA.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ciclo de vida de <i>Bremia lactucae</i>	19
FIGURA 2. Distribución mensual de precipitación estación meteorológica.....	27
FIGURA 3. Distribución mensual de temperatura estación meteorológica “PÍLLARO”.....	28
FIGURA 4. Valores promedios de altura de planta (cm) a los 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante.	39
FIGURA 5. Valores promedios de número de hojas por planta a los 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante.	40
FIGURA 6. Valores promedios de peso de raíz a los 70 días después del trasplante.....	42
FIGURA 7. Valores promedios de volumen de raíz a los 70 días después del trasplante.....	44
FIGURA 8. Valores promedios de peso de cosecha a los 70 días después del trasplante.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN DEL EXPERIMENTO EN EL CAMPO	65
ANEXO 2. DATOS DE LAS VARIABLES TOMADOS EN CAMPO.....	65
ANEXO 3. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE SUELOS	68
ANEXO 4. DETERMINACIÓN DE <i>Bremia lactucae</i> EN MUESTRAS FRESCAS.....	69
ANEXO 5. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL SUELO.....	70
ANEXO 6. COSTOS FIJOS	71
ANEXO 7. COSTOS VARIABLES	72
ANEXO 8. FOTOGRAFÍAS DEL EXPERIMENTO	72

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema: “DETERMINAR LA EFICIENCIA DE *Trichoderma harzianum* EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Bremia lactucae* EN EL CULTIVO DE LECHUGA *Lactuca sativa*”.

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

Director: Ing. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Mg

Fecha: 31 de Octubre del 2013

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se realizó en la Granja Agroecológica ubicada en el cantón Píllaro, propiedad del H. Gobierno Provincial de Tungurahua, en la que se evaluó la Eficiencia de *Trichoderma harzianum* en el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa*”. Como principales resultados se mencionan que *Bremia lactucae* se presentó a los 45 días después del trasplante en los tratamientos E0D2 (Aplicación al trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) con un 20 % de incidencia, E2D2 (Aplicación a los 22 días después del trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) con un 18 % de incidencia y E3D2 (Aplicación a los 42 días después del trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) con un 14 % de incidencia, estos bajos porcentajes se deben a que las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de la enfermedad no se presentaron en el campo. Se estableció que el tratamiento E0D2 (Aplicación al trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) obtuvo el mejor peso de cosecha y la mayor utilidad económica.

Descriptor: Agroecología, Análisis económico, *Bremia lactucae*, control biológico, enfermedad, hongo, incidencia, lechuga, mildiú, *Trichoderma harzianum*.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Subject: "DETERMINING THE EFFICIENCY OF *Trichoderma harzianum* IN BIOLOGICAL CONTROL OF *Bremia lactucae* GROWING LETTUCE *Lactuca sativa*".

Author : Eng. Mónica Alexandra Galeas Miguez

Directed by : Eng. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Mg

Date: October 31, 2013

EXECUTIVE SUMMARY

The research was conducted in the Agroecology Farm located in Píllaro, owned by H. Provincial Government of Tungurahua, in which the efficiency *Trichoderma harzianum* for biological control of *Bremia lactucae* in *Lactuca sativa* lettuce crop was assessed. The main results are mentioned to *Bremia lactucae* was presented at 45 days after transplantation in the treatment E0D2 (Application transplant *Trichoderma harzianum* 120 g / 20 liters of water) with a 20 % incidence, E2D2 (Application at 22 days posttransplant *Trichoderma harzianum* 120 g / 20 liters of water) with 18 % incidence and E3D2 (application at 42 days after transplantation of *Trichoderma harzianum* 120 g / 20 liters of water) with 14 % incidence , these low rates are due to the optimal development of the disease climatic conditions were not present in the field. It was established that the treatment E0D2 (Application transplant *Trichoderma harzianum* 120 g / 20 liters of water) had the best harvest weight and increased economic utility.

Descriptors: Agroecology, Economic analysis, *Bremia lactucae*, biological control, disease, fungus, incidence, lettuce, mildew, *Trichoderma harzianum*.

INTRODUCCIÓN

La Presente investigación consta de ocho capítulos descritos a continuación, en el primer capítulo se describe el planteamiento del problema, la justificación del tema y los objetivos de la investigación, enfocados a Determinar la eficiencia de *Trichoderma harzianun* en el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa*.

En el segundo capítulo se incluye el marco teórico con antecedentes investigativos, fundamentación filosófica, legal y las categorías fundamentales en donde se profundiza sobre los temas que ayudaran para la discusión y resultados, en este capítulo se tomó en cuenta a *Trichoderma harzianum*, *Bremia lactucae* y el cultivo de lechuga.

En el tercer capítulo se describe la metodología de la investigación con el detalle del enfoque, la modalidad y el nivel de la investigación. Además el material experimental utilizado, la caracterización del lugar en donde se realizó la investigación, los factores en estudio, el diseño experimental aplicado, el manejo del experimento y la toma de datos de las variables en estudio.

En el cuarto capítulo se contemplan los resultados y la discusión de las variables porcentaje de prendimiento, porcentaje de incidencia de enfermedad, altura de plantas, número de hojas, peso de raíz, volumen de raíz, peso de cosecha y el análisis económico. En el quinto capítulo se anotan las conclusiones en donde se presentan los mejores resultados obtenidos en cada variable y las recomendaciones para mejorar próximas investigaciones.

En el sexto capítulo se describe la propuesta que se desarrolla como un manual a partir del mejor tratamiento obtenido en campo. En el séptimo capítulo están las referencias bibliográficas en donde se anotan a todos los autores de los cuales se extrajo información para enriquecer la investigación, esto bajo las normas APA.

En el último capítulo están los anexos como fotografías, datos de campo, análisis de laboratorio, entre otros.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

DETERMINAR LA EFICIENCIA DE *Trichoderma harzianum* EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Bremia lactucae* EN EL CULTIVO DE LECHUGA *Lactuca sativa*.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Contextualización

Bremia lactucae se caracteriza por el desarrollo de manchas cloróticas irregulares en las hojas, en cuyo envés es posible observar un polvillo blanco grisáceo, muchas veces de aspecto aterciopelado, correspondiente a las estructuras de diseminación y micelio del patógeno, finalmente los tejidos se necrosan y ennegrecen (Apablaza, 1999).

A nivel mundial *Bremia lactucae* es considerado una de las enfermedades más importantes y devastadoras de la lechuga. En América se conoce de la enfermedad desde 1875 y cobra importancia a partir de 1982, cuando diferentes razas de mildiú causaron pérdidas considerables de lechuga en California (Brown et al., 2004).

En Ecuador esta enfermedad está ampliamente difundida, especialmente en los valles interandinos, donde se cultiva en mayor superficie el cultivo de lechuga. No existen estadísticas oficiales sobre incidencias y severidad de la enfermedad a nivel de país, al ser la lechuga un cultivo que no representa un ingreso significativo en ventas no se han generado estudios por parte del INIAP u otras instituciones estatales, sin embargo por parte de las universidades se ha investigado sobre *Bremia lactucae* con resultados reveladores de incidencia y severidad como los datos generados por Cabezas (2010) en el que se registró

un 5.1% de incidencia en la variedad Robinson. Los hongos fitopatógenos en el ambiente causan grandes pérdidas en las cosechas, deterioro y desmejoramiento de la calidad vegetal.

Para solucionar este problema se utilizan métodos que controlan el crecimiento de estos hongos; siendo el control químico uno de los métodos más utilizados a nivel comercial (Haran et. al., 1996).

El desconocimiento de las prácticas agroecológicas para el control de plagas y enfermedades provocan dependencia al uso de los pesticidas muchas veces con alta concentración de ingredientes activos tóxicos, incrementando los costos de producción.

Por otro lado las malas prácticas de uso y aplicación de plaguicidas provocan resistencia a plagas y enfermedades además una disminución de los microorganismos e insectos beneficiosos en el suelo y contaminación ambiental. Por medio del presente trabajo se pretende dar otra alternativa enfocada al control biológico de esta enfermedad utilizando a *Trichoderma harzianum*.

1.2.2 Análisis crítico del problema

El productor de lechuga para alcanzar elevados índices y obtener una buena rentabilidad, enfrenta problemas con las plantas desde el semillero, con un complejo de enfermedades (*Bremia*, *Peronospora*, *Phithyun*, etc.), ácaros y nematodos que afecta el desarrollo del cultivo, y la falta de conocimientos profundos de las prácticas de manejo que el cultivo requiere.

La lechuga necesita de semilleros para su germinación por vía sexual, esto provoca la susceptibilidad al ataque de enfermedades desde el primer momento del cultivo.

Debido a que *Bremia lactucae* posee una gran capacidad de mutación, no se puede hablar de variedades de lechuga resistentes, el control debe estar enfocado a llevar un buen manejo del cultivo y sobre todo utilizar practicas agroecológicas para reducir considerablemente las aplicaciones de agroquímicos, obteniéndose beneficios tanto en la economía del productor como

para el medio ambiente.

El ISF (Internacional Seed Federation 2003), afirma que *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga, es una de las enfermedades más frecuentes y temibles, ataca a variedades tanto en campo abierto como en invernadero, principalmente en zonas de prolongada humedad.

Las lesiones causadas por este hongo pueden ser puerta de entrada para el ataque de otros microorganismos elevando las pérdidas económicas, además es capaz de infectar en cualquier etapa de crecimiento de las plántulas a la planta madura.

El hongo causante de esta enfermedad es altamente sensible a cambios de temperatura, humedad y luz; así las condiciones óptimas para el desarrollo de esta patología son temperaturas nocturnas de 6°C a 10°C y diurnas de 12°C a 22°C, agua libre sobre las hojas, humedad relativa cercana al 100%, y nubosidad o baja intensidad lumínica, además el hongo no desarrolla estructuras de diseminación (esporangios) en días soleados y temperaturas nocturnas superiores a 15°C (González, 1998; Latorre, 2004).

Según Subbarao (2002), la infección puede llevar solamente tres horas en condiciones óptimas (10 – 22 °C) en presencia de agua corriente o humedad relativa próxima a la saturación (100%).

1.2.3 Prognosis

A nivel mundial el *Bremia lactucae* es considerado una de las enfermedades más importantes y devastadoras de la lechuga, ya que se encuentra presente en los sistemas de producción de campo y en invernadero, principalmente en regiones donde la temperatura es relativamente baja y las hojas de lechuga están con humedad. (Davis et al., 2002)

El presente trabajo de investigación, permitirá evaluar el control de *Bremia lactucae* mediante el uso de *Trichoderma harzianum*, el no realizar esta investigación provocaría la dependencia de los agricultores a los pesticidas para el control de esta enfermedad. Por lo tanto, los resultados de

dicha investigación, podrían ser una alternativa para mejorar los ingresos económicos de los agricultores, incrementando los rendimientos y disminuyendo la aplicación de agroquímicos en el cultivo de lechuga.

1.2.4 Formulación del problema

¿Será *Trichoderma harzianum* eficiente en el control biológico de *Bremia lactucae* en cultivo de lechuga?

1.2.5 Interrogantes (Subproblemas)

Según estudios realizados anteriormente y tomándolos como referencia para el presente trabajo de investigación planteamos las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál será la frecuencia de aplicación más apta para el control biológico?
- ¿Cuál será la dosis más efectiva para el control biológico?
- ¿Cuál será el tratamiento que permita tener el mejor beneficio económico?

1.2.6 Delimitación espacial

La presente investigación se realizó en la granja Agroecológica de Píllaro, perteneciente al Gobierno Provincial de Tungurahua, localizada en las siguientes coordenadas: ubicada a una altura de 2.825 msnm, cuyas coordenadas geográficas: 01°10' Latitud Sur y 78° 33' Longitud Oeste, ubicada al ingreso de la ciudad de Píllaro¹.

1.2.7 Delimitación temporal

La investigación se llevó a cabo desde el 05 de enero con el inicio del semillero al 6 de abril del 2013 con la cosecha.

1.3. Justificación

En la actualidad el Ecuador y el mundo afrontan una dura crisis alimentaria: cada día los productos provenientes de los campos escasean y para

¹ Chungata, L. 2013. Caracterización de la Granja Agroecológica de Píllaro, Píllaro – Ecuador (Información personal)

su producción se apela al uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes que afectan tanto al ser humano como al ambiente.

Las alternativas de producción orgánica poco a poco van introduciéndose en la vida de los campos, pero aun no es suficiente, las investigaciones que se realizan en el campo agrícola, a menudo buscan mejorar la producción en los cultivos, pero no procuran que esa producción respete al ambiente y a la salud del hombre. *Bremia lactucae* es una enfermedad que afecta principalmente la calidad del cultivo, las hojas presentan áreas blancas y posteriormente ocurre un amarillamiento gradual de las hojas adultas y se necrosan finalmente.

Por lo tanto estas hojas no se comercializan. Las pérdidas económicas por la enfermedad varían dependiendo de la región geográfica, la época del año y el tipo de lechuga (Smith, 1992).

Un artículo publicado en el diario El Hoy, mostró los resultados del informe anual del Sistema de información Geográfico Agropecuaria (SIGAGRO), durante 2005, en el Ecuador se destinaron unas 1 288 hectáreas para el cultivo de lechugas, lo que generó una producción aproximada de 7 680 toneladas métricas. La provincia que tiene la mayor producción es Tungurahua, con 3 256 Tm de lechuga cultivadas en un área de 640 hectáreas, seguida de Chimborazo con 2 560 Tm en una extensión de 366 hectáreas, Pichincha se coloca en tercer lugar con 68 hectáreas y una producción de 548 Tm, Carchi, Imbabura, Azuay y Loja mantiene promedios de entre 45 y 49 hectáreas de sembríos, mientras que Cotopaxi y Cañar registran 4 y 29 hectáreas, respectivamente. Estas cifras, según el estudio, no variaron en los primeros seis meses de 2006.

Según el III Censo Nacional Agropecuario, (2000) se identificaron a 1854 UPAS que corresponden a 874 ha de cultivo de lechuga en la provincia de Tungurahua. De esta forma se conoce la importancia del cultivo en la zona de estudio, por este motivo es significativa la realización de la presente investigación, cuyos resultados serán una alternativa ecológica al problema

del control de *Bremia lactucae*, una importante enfermedad del cultivo de lechuga y concientizar a los agricultores en el uso de alternativas orgánicas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia de *Trichoderma harzianum* en el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer la frecuencia de aplicación de *Trichoderma harzianum* más apta para el control biológico de *Bremia lactucae*.
- Identificar la dosis de aplicación de *Trichoderma harzianum* con mayor eficiencia en el control biológico de *Bremia lactucae*.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

Aceves, M. 2009, expresa que se han realizado varios experimentos para comprobar la eficiencia de *Trichoderma harzianum* en el control biológico, entre ellos se presentan los resultados del estudio realizado en México sobre “Control biológico in vitro de enfermedades fungosas en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill”, se obtuvieron 20 aislados de *Trichoderma* sp. El rango de porcentajes de inhibición del crecimiento micelial de los fitopatógenos por los aislados varió desde 38.8 a 81.3% en *A. solani*; y desde 16.3 a 85.5% en *P. infestans* Por su acción antagónica in vitro sobre *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, puede considerarse a *Trichoderma* sp. como agente promisorio en el control biológico de las enfermedades que ocasionan estos fitopatógenos.

Yossen ,2003 realizó la siguiente investigación “Material compostado y *Trichoderma harzianum* como supresores de *Rhizoctonia solani* y promotores del crecimiento de la lechuga”, la supresión del patógeno se evaluó a través de los síntomas de la enfermedad hasta los 20 días del cultivo. Los compost de madera de pino mostraron un mayor efecto supresor del patógeno y el de viruta de algarrobo favoreció su desarrollo. Todos los compost promovieron el crecimiento de las plantas, pero los de viruta de pino y algarrobo triplicaron el peso y aumentaron la altura de las mismas, en un suelo desinfectado con bromuro de metilo. La inoculación de los semilleros con *Trichoderma harzianum* disminuyó la incidencia de la enfermedad y restituyó o aumentó los valores de peso y altura de las plantas.

Cubillos, J.G.; Páez, A.; Mejía, L, 2011 en su investigación “Evaluación de la Capacidad Biocontroladora de *Trichoderma harzianum* Rifai contra *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Asociado al Complejo “Secadera” en Maracuyá,

Bajo Condiciones de Invernadero”, determinaron que la cepa nativa TCN-014 y la comercial TCC-005 de *Trichoderma harzianum* presentan efecto biocontrolador sobre *Fusarium solani*, causante de la marchitez del maracuyá, disminuyendo significativamente los síntomas, el número de plántulas enfermas, plantas con pudrición en corona y plántulas muertas, en condiciones de invernadero. Los mejores resultados se obtienen utilizando inóculos de 106 y 108 cel/ml de *Trichoderma harzianum* para las dos cepas evaluadas; se consiguió mejor control de *Fusarium solani* cuando se inocula primero *Trichoderma harzianum*, en comparación con su inoculación después de haber preinfectado las plántulas con el patógeno, esto permite pensar en el uso de *Trichoderma harzianum* para el control de la enfermedad como medida preventiva más que curativa, aun cuando su aplicación posterior a la presencia del fitopatógeno también logra disminuir el efecto del mismo.

Guédez, C et al. (2009) en el estudio del Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria* spp) indica que al comparar el crecimiento del biocontrolador con cada uno de los hongos patógenos, el análisis de varianza indicó que el crecimiento de *Trichoderma harzianum* difirió significativamente ($p < 0,01$) del crecimiento de *Rhizopus stolonifer*, *Mucor* sp., *Penicillium digitatum*, *Rhizoctonia solani*, *Aspergillus niger* y *Pythium* spp. Con respecto al control que ejerce *Trichoderma harzianum* sobre los hongos no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,01$), porque el crecimiento de este hongo fue similar en todas las placas de Petri.

Este resultado demostró que, debido a la rapidez del crecimiento de *Trichoderma harzianum* y la capacidad para reducir el crecimiento de *Rhizopus stolonifer*, *Mucor* spp., *Penicillium digitatum*, *Rhizoctonia solani*, *Aspergillus niger* y *Pythium* spp. en frutos de fresa, este hongo se considera un controlador biológico efectivo en enfermedades postcosecha de la fresa, pudiéndose aplicar antes de la cosecha para disminuir pérdidas durante el transporte y su estadía en las fruterías.

2.2. Fundamentación Filosófica

La investigación está fundamentada en el paradigma Crítico, se caracteriza no sólo por el hecho de indagar, obtener datos y comprender la realidad en la que se inserta la investigación, sino por provocar transformaciones sociales, en los contextos en los que se interviene.

La concepción crítica, recoge como una de sus características fundamentales, que la intervención o estudio sobre la práctica local, se lleve a cabo, a través de procesos de autorreflexión, que generen cambios y transformaciones de los actores protagonistas, a nivel social y educativo. (Melero, 2011)

2.3. Fundamentación Legal

En cuanto a la capacidad legal, el Ministerio del Ambiente en el 2003, dispone de la Ley de Gestión Ambiental y del Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos y el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos que se incluyen en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (Libro IV, anexo2)

Además en la Constitución de la República del Ecuador del 2008 en su Título II, Capítulo II, sección segunda, se incluyen dos artículos que tienen referencia al tema de estudio

Art. 14.- Derecho a un ambiente sano.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumac Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.-Uso de tecnologías limpias y no contaminantes.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho del agua.

2.4. Categorías Fundamentales

Para el presente estudio se han determinado tres categorías fundamentales detalladas a continuación:

- *Trichoderma harzianum*
- *Bremia lactucae*
- Cultivo de lechuga

2.4.1. *Trichoderma harzianum*

El género *Trichoderma* lo propuso Persoon en 1794 con 4 especies, Rifai en 1969 agrega 9 especies más; posteriormente, Bisset, J. (1984, 1991a, 1991b, 1991c) eleva algunas de las especies agregadas por Rifai a rango de sección, agrupándolas en 4 secciones: Longibrachiatum, Pachybasium, Trichoderma y Hypocreanum. Actualmente se tienen alrededor de 75 especies descritas (Samuels, 1996; Kuhls et. al., 1997).

2.4.1.1. Importancia

El uso de *Trichoderma* spp. para el control de enfermedades fungosas, es hoy día una práctica generalizada en la agricultura. Su empleo se justifica por las relaciones antagonistas que establece fundamentalmente, con los hongos fitopatógenos que viven en el suelo, además de la influencia que ejerce sobre el crecimiento vegetativo de algunas plantas de importancia económica (Windham et. al., 1986 & Andreú et. al., 1992).

Según Castro, 2007 *Trichoderma* sp., es un Bio-regulador que inhibe el desarrollo de fitopatógenos y contribuye con la nutrición en la planta al bio-transformar las celulosas y ligninas de los materiales orgánicos que se encuentran en el suelo. Crece y coloniza muy rápidamente el suelo, protegiendo las raíces de las plantas, quitándole espacio a los fitopatógenos por antagonismo.

Es un Bio- Regulador de las enfermedades en los lotes altamente contaminados y las disminuye en un mediano plazo.

2.4.1.2. Características Morfológicas

Colonia: Las especies de *Trichoderma spp.* puede formar colonias flojas o compactas, presentándose numerosas variaciones entre estos dos extremos; ocasionalmente pueden presentarse estas dos características sobre una misma colonia y parece que la compactación de las colonias está relacionada con la estructura de los conidióforos (Moya, 2001).

El color de las colonias se debe a la pigmentación de las filosporas, y a la coloración típica verde oscura de las colonias de *Trichoderma viridae*. Puede mostrar una coloración diferente, que varía desde amarillo, al amarillento o verde claro. Además los pigmentos de las filosporas es otro factor que afecta el color de las colonias, incidiendo directamente en su coloración la cantidad de esporas producidas. Algunos aislamientos pueden producir cristales o secretar un pigmento que decolore el medio, el pH del medio también influye en la coloración de las colonias. La presencia de elongaciones de las hifas estériles, sobre el penacho de los conidióforos de *Trichoderma hamatum*, hace que las colonias aparezcan blancuzcas o verde grisáceas.

Los pigmentos pueden ser excretados dentro del medio o al reverso de las colonias, permaneciendo sin alterar sus características. Así los aislamientos de algunas especies producen desprendimiento de color (Moya, 2001).

Micelio: El micelio se halla constituido por hifas hialinas, de paredes lisas u con abundante ramificación (Moya, 2001). Presentan la apariencia de una mota, que son ramificaciones del cuerpo del hongo, compuesto por hifas (Narváez, 2003).

Clamidiosporas: *Trichoderma spp.*, produce en el micelio unos ensanchamientos, que luego toman formas globosas u ovoides, las cuales son bastante tolerantes a condiciones ambientales adversas y son consideradas estructuras de sobrevivencia, ya que pueden perdurar a través del tiempo (Moya, 2001).

Conidióforos: Tienen una estructura compleja, caracterizada por su exuberante ramificación, son cónicos o piramidales.

Sobre las ramificaciones principales de los conidióforos se originan ramificaciones laterales cortas, individuales o en grupos de tres, otros se sitúan hacia afuera de las ramificaciones laterales cortas (Moya, 2001).

El ápice de cada rama finaliza en fiálide, excepto en *Trichoderma hanatum* y *Trichoderma polysporum*, en las cuales la rama principal de los conidióforos frecuentemente termina en una prolongación simple, curvada o recta con elongaciones de las hifas estériles a modo de látigo, por lo general, los conidióforos tienen apariencia similar a la forma de las coníferas (Moya, 2001).

Fiálides: Estas estructuras tienen forma de un frasco o a veces la forma de una pera o casi ovoide, por lo general reducida en su base con una hinchazón en la parte media, atenuado bruscamente cerca del ápice en un cono angosto y con cuello subcilíndrico. Las hifas se disponen en grupos irregulares de hasta cinco, alrededor del extremo de las penúltimas células de las ramificaciones o pueden originarse a lo largo de las mismas formas individuales o alternadamente o en pares opuestos (Moya, 2001).

Esporas: La mayoría de las cepas de *Trichoderma spp.*, no poseen etapa sexual, por lo que producen solamente esporas asexuales (Huachi, 2002). Las esporas son fialósporas producidas individualmente o sucesivamente acumuladas en el ápice de las fiálides, conformando una cabeza de esporas cuyo diámetro es inferior a 15 micras; raramente puede estar en cadenas cortadas.

A veces las esporas pueden ser de la pared lisa o rugoso, hialinas o verdes amarillentas a verdes oscuras, de forma subglobosa, ovoide, elíptica, cilíndrica, o casi oblonga, con apariencia angular y ocasionalmente truncada en su base (Moya, 2001).

2.4.1.3. Clasificación taxonómica

Según Kirk, Cannon, Minter & Stalpers (2008), la clasificación taxonómica de *Trichoderma harzianum*, es la siguiente:

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

2.4.1.4. Ecología

Este hongo crece y se ramifica en hifas que pueden medir entre 3 a 12 μm de diámetro, según las condiciones del sitio en donde se esté reproduciendo. La esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares de color verde, generalmente tienen 3 a 6 μm de diámetro. Como mecanismo de acción, *Trichoderma* sp. al aplicar a las raíces forma una capa protectora, hace una simbiosis: el hongo se alimenta de los exudados de las raíces y las raíces son protegidas por el hongo; al mismo tiempo, reduce o elimina las fuentes de alimento del patógeno, y actúa como una barrera para prevenir la entrada de patógenos a las raíces. Tiene una acción de hiperparasitismo, que es la acción del microorganismo que parasita a otro organismo de su misma naturaleza; es decir, lo utiliza como alimento y lo destruye. Compite por espacio y nutrientes con los hongos patógenos (Trabanino et al., 2003 citado por Hernández, 2009).

2.4.1.5 Mecanismo de Control Biológico

En general, los antagonistas no tienen un único modo de acción y la multiplicidad de estos es una característica importante para su selección como agentes de control biológico. Si el antagonista posee varios modos de acción reduce los riesgos de desarrollo de resistencia en el patógeno (Orietta et al., 2001., Lara et al., 2007 citado por Hernández, 2009.)

2.4.1.6. Antagonismo

Según Garza, 1996 todo organismo que se opone de alguna manera a la acción, presencia o supervivencia de otro se considera que es un organismo antagonista. Esta relación antagónica puede manifestarse por antibiosis, lisis,

reacciones inmunológicas, competencia, parasitismo y prelación, siendo los más importantes en el control biológico de fitopatógenos el hiperparasitismo, la antibiosis y la competencia. El antagonismo es un fenómeno que se observa en microorganismos de suelo y en la rizósfera, los antagonistas producen antibióticos, actúan en competencia por nutrientes y/o inducen resistencia.

2.4.1.7. Micoparasitismo

El micoparasitismo es la acción de un microorganismo parasitando a otro y puede ser definido como una simbiosis antagónica entre organismos. Este consiste en la utilización del patógeno como alimento por su antagonista. Generalmente, están implicadas enzimas extracelulares tales como quitinasa, celulosa, Beta-1-3- glucanasa y proteasa, que lisan (rompen) las paredes de las hifas, o esclerocios de hongos parasitados. *Trichoderma* sp. se ha reportado como hiperparásito de un gran número de hongos fitopatógenos al atacar directamente y producir la lisis de micelio y también de esclerocios de hongos (Garza, 1996).

Los hongos micoparasíticos fueron clasificados en dos grandes grupos: biotróficos (aquellos que mantienen una relación de equilibrio con el hospedero) y necrotróficos (llamados también destructivos). Las enzimas son un componente de gran importancia en el micoparasitismo. Los mecanismos involucrados en este fenómeno poseen enzimas denominadas constitutivas que forman parte de su morfología y metabolismo.

Existen otras que son reguladoras en el micoparasitismo. Estas degradan la pared celular del hospedero (Garza, 1996).

2.4.1.8. 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). La antibiosis se considera como uno de los principales mecanismos de biocontrol que tiene como base la producción de metabolitos tipo antibióticos. Estos se definen como “un grupo químicamente heterogéneo y

de bajo peso molecular, secretados por algunos microorganismos que, en bajas concentraciones, demeritan el crecimiento o las actividades metabólicas de otros organismos. El efecto de la antibiosis en los Oomycetos es por la inhibición del desarrollo al detener el crecimiento y deformación del tubo germinativo, lo que evita la proliferación de la enfermedad. La producción de antibióticos confiere a los microorganismos una ventaja selectiva en la competencia por nutrientes y espacio en cualquier nicho ecológico (Garza, 1996).

2.4.1.9. Compuestos volátiles

Trichoderma sp. poseen mecanismos fungistáticos que impiden el desarrollo de los hongos fitopatógenos, así como la capacidad de otras especies para sintetizar sustancias volátiles involucradas en el complejo responsable de ese fenómeno. Dichos componentes son: dióxido de carbono, etanol, acetaldehído, acetona, propanol, isobutanol e isopentanol, los cuales en diferentes concentraciones intervienen en la regulación del mecanismo fungistático (Garza, 1996).

2.4.1.10. Efectos de *Trichoderma harzianum*

Galeano, Méndez & Urbaneja, 2006. Indican que la aplicación de *Trichoderma harzianum* en los primeros estados de la planta para los cultivos hortícolas ha mostrado un aumento general del sistema radicular y de la parte aérea proporcionándole un mayor vigor y protección a las mismas a la hora del trasplante. El efecto de este hongo en los primeros estados del cultivo es pues claramente positivo, como muestran los resultados, ya que a la hora del trasplante la planta se haya más protegida ante los estados de estrés que sufre.

Sarabia, Vera, Vásquez & Escobar, 2006 indican que existen Efectos de *Trichoderma harzianum* en la fertilidad del suelo lo revelan así los análisis químicos realizados al suelo antes y dos meses después de la aplicación del compost con *Trichoderma harzianum*, muestran cambios importantes en los elementos nutritivos; en varios de ellos fueron muy altos, como en el caso de P, Cu y Zn, cuyo incremento fue superior al 600 %, en Fe fue del 154 % y en Mg de 91.7 %.

2.4.2. *Bremia lactucae*

2.4.2.1. Introducción

El mildiú de la lechuga, causado por *Bremia lactucae* es un patógeno de importancia económica en todo el mundo, tanto a cielo abierto como en invernadero. Fue reportada por primera vez en 1843 en Europa, por el investigador Regel (Walker, 1965 citado en Salazar, 2011) atacando a más de 200 especies de la familia Asteraceae.

2.4.2.2. Clasificación taxonómica

La clasificación de *Bremia lactucae* según Kirk et. al. (2001)

Dominio: Eucariota

Reino: Straminopila

Clase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Peronosporaceae

Género: *Bremia*

Especie: *Lactucae*

Nombre científico: *Bremia lactucae*

2.4.2.3. Importancia del patógeno

Bremia lactucae es una enfermedad que afecta principalmente la calidad del cultivo, las hojas presentan áreas blancas y posteriormente ocurre amarillamiento gradual de las hojas adultas y se necrosan finalmente. Por lo tanto estas hojas no se comercializan. Las pérdidas económicas por la enfermedad varían dependiendo de la región geográfica, la época del año y el tipo de lechuga (Salazar, 2011).

Salazar, (2011) señala que dichas pérdidas económicas alcanzan del 30 al 50%. En invernadero esta enfermedad es una de las más agresivas, atacando plantas jóvenes de manera que los primeros síntomas se pueden observar sobre los cotiledones, los cuales una vez infectados se ponen cloróticos, se secan y mueren prematuramente.

Aunque esta enfermedad no excluye plantas de todas las edades, presentando mayor severidad en las láminas y nervaduras de las hojas. Según Salazar (2011) las lesiones que causa *Bremia lactucae* predispone a la planta para que un segundo organismo pueda invadirlo (principalmente bacterias). Las pérdidas económicas varían de forma considerable, del 30 al 50%.

2.4.2.4. Características morfológicas

El género *Bremia* se distingue de otros miembros de la familia Peronosporaceae por poseer dilatados los extremos de sus esporangióforos, que se encuentran ramificados dicotómicamente (Mendoza, 1999; Agrios, 1991).

Uno a tres esporangióforos surgen de los estomas. Aunque el micelio es cenocítico, los esporangióforos son con frecuencia septados. La ramificación de los esporangióforos es dicótoma o raramente tricótoma. En las extremidades de cada rama se forman esterigmas, cada uno de ellos con un esporangio, estos tienen una longitud de 12 – 31 micras y 11 – 27,5 micras de ancho. (Subbarao, 2002).

Bremia lactucae es principalmente heterotálico, es decir necesita dos tipos de apareamiento B1 y B2 para la producción de oosporas, aunque también se han encontrado aislamientos homotálicos. Las oosporas son abundantemente producidas en los cotiledones u hojas artificialmente inoculadas con los dos tipos de apareamiento (Subbarao, 2002). Las oosporas son esféricas, con un diámetro de 27 a 30 μm y están rodeadas por una pared gruesa, la producción de oosporas conduce a la senescencia del hospedante (Davis et al. 2002).

2.4.2.5. Síntomas

Salazar, (2011) manifiesta que esta enfermedad es de importancia en los semilleros y en el campo en condiciones de temperaturas frescas y alta humedad. Se observan áreas irregulares de color verde claro y luego amarillas necróticas limitadas por las nervaduras de las hojas. Los primeros síntomas comienzan en las hojas viejas, se observa el crecimiento de un moho blanco en la parte inferior de la hoja asociada a estas manchas. En infecciones severas en

el follaje toma un color marrón y muere, éste hongo sobrevive en residuos de cosecha y las esporas son diseminadas por el viento.

24.2.6. Epidemiología

Según Wu, Subbarao & Van Brugen, (2005) las fuentes principales de infección son la semilla, residuos de cosecha, malezas hospederas y campos cercanos infectados. *Bremia lactucae* aparece en principio en focos pequeños que pasan desapercibidos con facilidad, en condiciones favorables el oomiceto se extiende por medio de esporas asexuales dispersadas por el viento o salpicaduras, causando ataques extensos de la noche a la mañana.

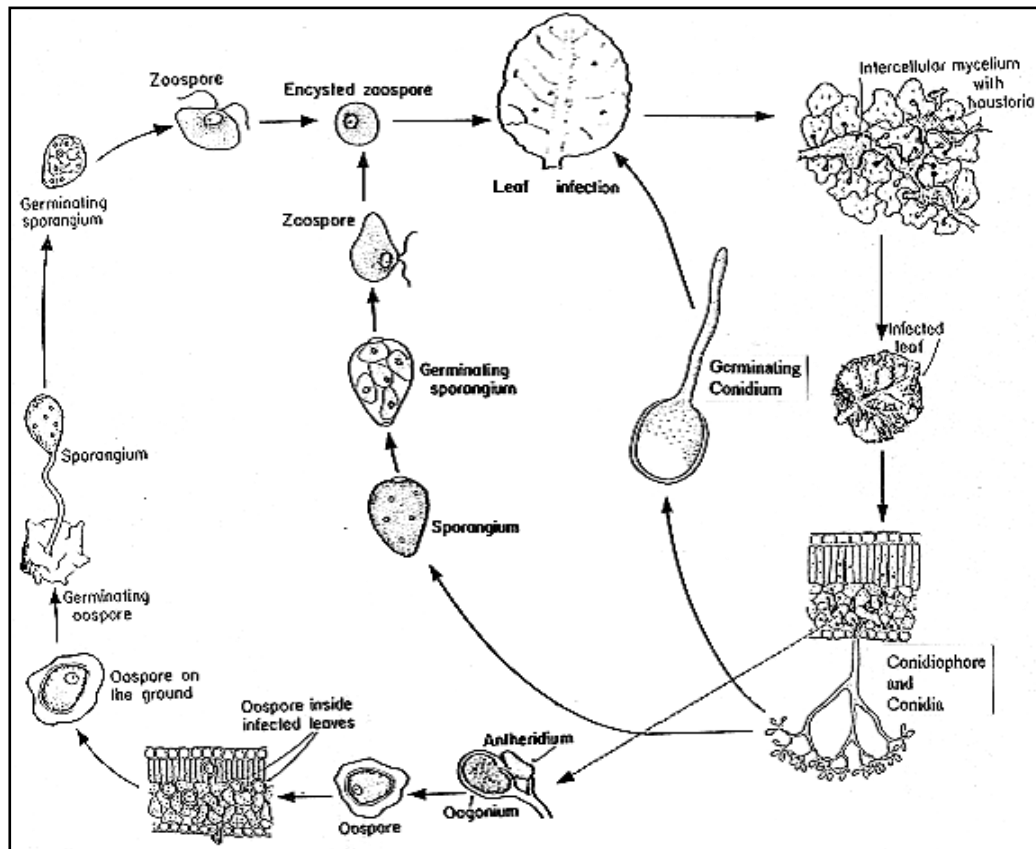


FIGURA 1. Ciclo de vida de *Bremia lactucae*

Fuente: Agrios (1991).

Davis et al. (2002) menciona que las principales fuentes de inóculo primario son: Semillas de lechuga, oosporas en desechos de plantas (Lebeda & Block 1990), inóculo que sobrevive en lechugas silvestres y esporangios de campos cercanos.

El hongo causa síntomas localizados en las hojas de lechuga; es un biotrófico obligado y el primer síntoma de infección en la lechuga en condiciones óptimas es una esporulación blanca, principalmente en el envés de la hoja, a menudo, la esporulación viene precedida por un cambio de coloración de verde pálido a amarillo del área afectada.

En las hojas jóvenes la esporulación puede ser difusa en todo el envés, mientras que en las hojas maduras las lesiones tienden a estar limitadas por la nervadura principal, al envejecer las lesiones, los tejidos se empardecen y pueden pudrirse o hacerse quebradizos. La germinación de los esporangios ocurre en películas de agua dando lugar a un tubo germinativo a temperatura de 0 y 21°C con un óptimo de 10°C cuando la duración de la humedad en las hojas es de 2 a 4 horas (Wu, Subbarao & Van Brugen, 2000).

La penetración, a las células epidérmicas a través de estomas, es rápida y puede ocurrir en solo 3 horas. Según la temperatura y la susceptibilidad de los tejidos, el oomyceto esporula en 5 – 14 días; la esporulación tiene lugar por la noche de 4 a 20 °C y requiere de 6 horas de oscuridad y una humedad relativa de aproximadamente de 95% (Smith, 1992). La alternancia de horas luz y oscuridad así como el grado de humedad provoca la esporulación.

La germinación de *Bremia lactucae* ocurre aproximadamente de 5 a 14 días posteriores a la infección, diversos experimentos han demostrado que las esporas de este sobreviven principalmente a una temperatura de 23°C y con una humedad relativa de 33 a 76%, mientras que una exposición a la luz solar entre el 50 y 100% reduce la germinación de esporas, siendo de esta manera la radiación solar el principal factor que determina la supervivencia de *Bremia lactucae*, esto sugiere que en días nublados o bajas intensidades de luz, sus esporas son más eficientes para germinar (Wu, Subbarao & Van Bruggen, 2000).

Según Subbarao (2002), la infección puede llevar solamente tres horas en condiciones óptimas (10 – 22 °C) en presencia de agua corriente o humedad relativa próxima a la saturación (100%).

2.4.3. Cultivo de lechuga

2.4.3.1. Taxonomía:

De una publicación de USDA, NRCS. 2006 se tomó la siguiente clasificación.

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta* (Plantas vasculares)

Superdivisión: *Spermatophyta* (Plantas con semilla)

División: *Magnoliophyta* (Plantas con flores)

Clase: *Magnoliopsidae* (Dicotiledoneas)

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Asterales*

Familia: *Asteraceae*

Género: *Lactuca* L.

Especie: *Lactuca sativa* L.

Nombre común: Lechuga

2.4.3.2. Descripción de la planta

Pérez & Martínez (1994), manifiestan que es una planta anual. Su raíz pivotante, corta y con ramificaciones, no llega a sobrepasar los 25 cm. de profundidad. En cuanto a sus hojas cuyos limbos pueden ser lisos, ondulados o aserrados, están dispuestas en roseta, en unos casos se desarrollan de forma suelta durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde.

Su tallo es cilíndrico y ramificado. Y sus flores se presentan en capítulos amarillos dispuestos en racimos o corimbos. Sus semillas están provistas de un vilano plumoso para favorecer su dispersión mediante el viento.

2.4.3.3. Valor nutricional

Jaramillo & Díaz, (1995), dice que, la lechuga es considerada una fuente importante de vitaminas y minerales, acompañado de un alto contenido de celulosa y proteínas.

En 100 g de lechuga, se producen 19 calorías, por lo que la lechuga es el

ingrediente básico en dietas incalóricas.

CUADRO 1. VALOR NUTRICIONAL DE LECHUGA.

Composición de la Lechuga por cada 100 g de parte comestible cruda	
Calorías	11 kc
Agua	96 g
Proteína	0.8 g
Grasa	0.1 g
Azúcar total	2.2 g
Otros carbohidratos	0.1 g
Vitamina A (UI)	300 mg
Tiamina	0.07 mg
Riboflavina	0.03 mg
Niacina	0.30 mg
Carbono	5.0 mg
Calcio	13.0 mg
Hierro	1.5 mg
Fósforo	25.0 mg
Potasio	100 mg

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

Fuente: Jaramillo & Díaz, (1995)

2.4.3.4. Variedad Green Salad Bowl

Suquilanda, (2003), explica que las características son Roseta de tamaño mediano a grande, de hojas profundamente lobuladas, de color verde muy claro, la semilla es de color negro, tolerante al calor, la textura y el sabor son buenos. En el Ecuador esta variedad tiene una gran aceptación por parte de los consumidores.

2.4.3.5. Requerimientos edafoclimáticos

Según Pérez & Martínez (1994), las condiciones adecuadas para este cultivo son:

Temperatura: La temperatura óptima de germinación oscila entre 18- 20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18°C por el día y 5-8°C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche.

Humedad: La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 70 al 90 %.

Suelo: Los suelos preferidos por la lechuga son franco arcillosos o franco limoso, ricos en materia orgánica, con baja salinidad, buen drenaje, el pH óptimo entre 5.2 y 5.8.

Requerimiento de Agua: El cultivo requiere precipitaciones que fluctúan entre los 1200 y 1500 mm/año, necesitando 250 a 350 mm durante su periodo vegetativo. El exceso de humedad es negativo, pues favorece la aparición de enfermedades fungosas y bacterianas.

Altitud: La lechuga se desarrolla en a una altitud de 1800 a 2800 m.s.n.m. La variedad Green Salad Bowl se produce bien entre los 2200 a 2600 m.s.n.m.

2.5. Hipótesis

- Ho: Con la aplicación de *Trichoderma harzianum* NO se realizará el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga.
- Ha: Con la aplicación de *Trichoderma harzianun* se realizará el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga.

2.6. Variables de las hipótesis

- Variable independiente: Eficiencia de *Trichoderma harzianum*
- Variable dependiente: Control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga

2.6.1 Operacionalización de variables

Se determinaron indicadores ecológicos que se han monitoreando durante el tiempo de ejecución y la investigación tales como el desarrollo del cultivo y el control biológico de *Bremia lactucae*.

CUADRO 2. VARIABLE INDEPENDIENTE: Eficiencia de *Trichoderma harzianum*.

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ESCALA	TÉCNICAS
Eficiencia de <i>Trichoderma harzianum</i>	Reducción de la cantidad de un patógeno con sus mecanismos de acción de biocontrolador. Mediante aplicación de varias dosis.	Análisis poblacional (dosis de aplicación)	Control de <i>Bremia lactucae</i>	Plantas sin <i>Bremia lactucae</i>	Unidades	Observación del ensayo

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: Garza, (1996)

CUADRO 3. VARIABLE DEPENDIENTE: Control Biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga.

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSION	CATEGORIAS	INDICADORES	ESCALA	TÉCNICAS
Control biológico de <i>Bremia lactucae</i> en lechuga	Regulación de <i>Bremia lactucae</i> utilizando un hongo antagonista como una alternativa orgánica para manejo del cultivo de lechuga sin deteriorar el ecosistema.	Manejo orgánico de <i>Bremia lactucae</i>	Calidad del cultivo	Altura de planta	de cm	Observación del ensayo
				Número de hojas	de Unidades	
		Control biológico	Monitoreo de la enfermedad	Producción	Kg/Ha	Observación del ensayo
				Plantas enfermas	Porcentaje	
				Hojas contaminadas	Unidades	
				Volumen de raíz	de ml	

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: Garza, (1996)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación.

El enfoque básico de la investigación es cuali – cuantitativo porque se cuantifica los resultados de las variables cuantitativas y cualitativas.

3.2. Modalidad de la investigación.

3.2.1 De campo.- La investigación se realizó a campo abierto y se pudo obtener información por medio de la observación, facilitando la recolección de datos con ayuda de registros, fotos, libreta de campo.

3.2.2 Bibliográfica - Documental.-Constituyó el punto de partida para la realización de todos los procesos de esta investigación, facilitando el análisis y evaluación de aquello que se obtuvo en libros, revistas, folletos, artículos en internet.

3.2.3 Experimental.- Permitió delimitar y definir el objeto de la investigación o problema, manejando las variables dependientes e independientes. Plantear una hipótesis de trabajo, elaborando un diseño experimental, luego analizar resultados, obtener conclusiones y así elaborar el texto de la investigación.

3.3 Nivel o tipo de investigación.

3.3.1 Explicativo.- Permitió reconocer y explicar el efecto de la variable independiente *Trichoderma harzianum* sobre el desarrollo del cultivo y el grado de control de *Bremia lactucae*.

3.4 Población y muestra.

Este es un estudio experimental, por lo tanto no se determinó muestra alguna.

3.5 Materiales experimentales.

- Semillas de lechuga variedad Green Salad Bowl.
- Cepa de *Trichoderma harzianum*.
- Análisis de laboratorio para determinación de *Trichoderma harzianum* y *Bremia lactucae*.

3.6. Caracterización del lugar

3.6.1 Suelo

Para la caracterización del suelo, se envió una muestra de suelo al Laboratorio de suelos del INIAP para su análisis, con los siguientes resultados. El suelo de esta zona tienen un pH de 7,53 es prácticamente neutro, tiene un porcentaje de materia orgánica de 2,6% que es bajo, los macronutrientes N, P, K se encuentran en cantidad adecuada, son suelos profundos con una textura franco arcillosa y corresponden al orden Andeps, los mismos que se caracterizan por la presencia de materiales amorfos y cenizas (ver Anexo 3).

3.6.2 Agua

El agua captada para el riego proviene del sistema de riego del canal Píllaro, toma # 4 sector Sta. Teresita (12.0 l/s.) presenta gran cantidad de sólidos en suspensión, tiene un alto porcentaje en microorganismos dañinos que posiblemente son focos para la contaminación de plagas y enfermedades. El pH del agua de riego es de 7.4 es decir bastante aceptado para la agricultura, no se han detectado materiales pesados, de acuerdo al análisis².

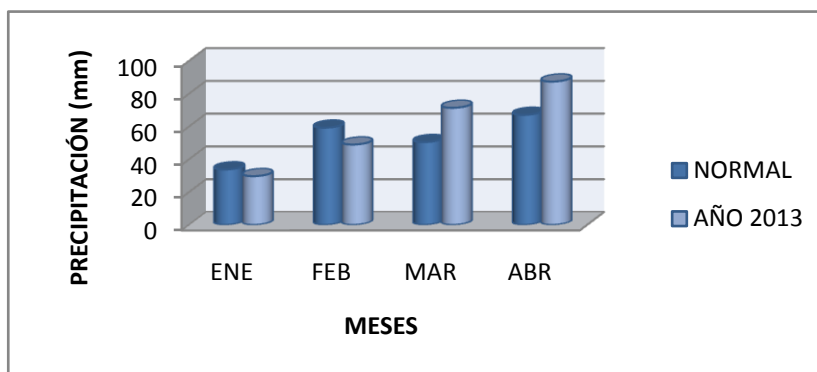
3.6.3 Clima

Para el análisis del clima, se procedió a tomar los datos de la Estación Meteorológica de Píllaro, ubicada en el Colegio Nacional “Jorge Álvarez” puesto que proporciona los datos más cercanos a la zona de estudio. Se analizaron las variables precipitación, temperatura y humedad relativa de la estación.

² Chungata, L. 2013. Caracterización de la Granja Agroecológica de Píllaro, Píllaro – Ecuador (Información personal)

3.6.3.1. Precipitación

Según el INAMHI (2010) la precipitación consiste en la caída de lluvia, llovizna, nieve, granizo, hielo granulado, etc. desde las nubes a la superficie de la tierra. Se mide la altura de la precipitación en mm, que equivale a la altura obtenida por la caída de un litro de agua sobre la superficie de un metro cuadrado.



Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: INAMHI, 2013

FIGURA 2. Distribución mensual de precipitación estación meteorológica “Píllaro”.

El mínimo de agua que debe recogerse para que se considere un día con precipitación varía de un país a otro, en nuestro caso, es de 0.1 mm. Como se observa en el cuadro 4 y figura 2, la precipitación para los meses de enero y febrero se registraron precipitaciones menores a las esperadas mientras que en marzo y abril fue mayor que lo normal.

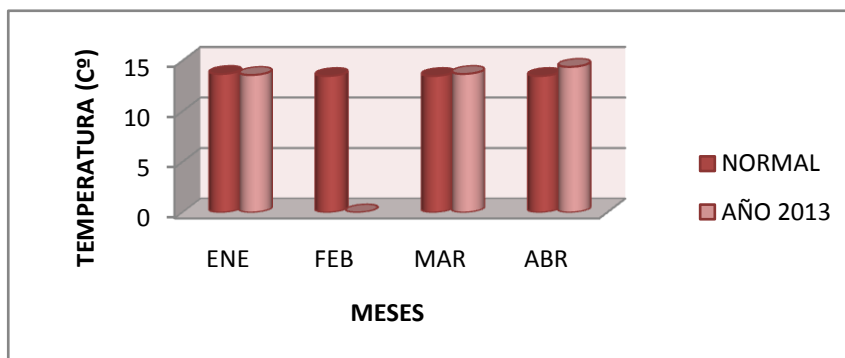
CUADRO 4. PROMEDIOS DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA “PÍLLARO”

			ENE	FEB	MAR	ABR
PROMEDIO ANUAL HISTÓRICO)	(NORMAL)	(mm)	33,8	59,3	50,5	67,1
PROMEDIO MENSUAL	(2013)	(mm)	29,7	49,0	71,4	87,4
PROMEDIO DIARIO		(mm)	0,95	1,75	2,3	2,9

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: INAMHI, 2013

3.6.3.2. Temperatura

En cuanto a la temperatura se puede observar en el cuadro 5 y figura 3 que el mes de enero existió una mínima disminución respecto a la temperatura normal, en el mes de febrero no se registró valores en la estación y en los meses de marzo y abril existió un incremento en la temperatura.



Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: INAMHI, 2013

FIGURA 3. Distribución mensual de temperatura estación meteorológica “PÍLLARO”.

El número de días con temperatura superior a 15 C° indica las posibilidades de que se haya creado un microclima favorable para el desarrollo de *Bremia lactucae*.

CUADRO 5. PROMEDIOS DE TEMPERATURA ESTACIÓN METEOROLÓGICA “PÍLLARO”

	ENE	FEB	MAR	ABR
PROMEDIO ANUAL (NORMAL) (C°)	13,7	13,5	13,5	13,5
PROMEDIO MENSUAL (2013) (C°)	13,6	-	13,7	14,4
DÍAS CON TEMPERATURA > 15 C°	1	5	5	2

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: INAMHI, 2013

3.6.3.3. Humedad Relativa

Según INAMHI (2010), es un parámetro que determina el grado de saturación de la atmósfera. Está definido por la relación existente entre la tensión de vapor actual y la tensión de vapor saturante a una determinada temperatura,

multiplicada por cien. Su unidad de medida es el porcentaje, mientras más alto sea el porcentaje, mayor es el grado de saturación de la atmósfera.

CUADRO 6. PROMEDIOS DE HUMEDAD RELATIVA ESTACIÓN METEOROLÓGICA “PÍLLARO”.

	ENE	FEB	MAR	ABR
HUMEDAD RELATIVA media diaria %	85	86	77	73
HUMEDAD RELATIVA máxima diaria %	98	98	94	91
Días con humedad relativa alta	1	1	1	1

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: INAMHI, 2013

En el cuadro 6 se observa que el promedio de la humedad relativa más bajo se registró en el mes de abril y el más alto en el mes de febrero. Mientras que en cada mes existió un día con humedad relativa superior a 90%. En enero y febrero 98 % las más altas y en abril 91 %.

3.7. Factores en estudio

La investigación tiene dos factores en estudio: Épocas de aplicación y Dosis de aplicación, los cuales se presentan en el cuadro 7.

CUADRO 7. FACTORES EN ESTUDIO

FECHAS DE APLICACIÓN	
TRATAMIENTO	ÉPOCA DE APLICACIÓN
Testigo	Sin aplicación
E0	Aplicación al trasplante de <i>Trichoderma harzianum</i>
E1	Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> 10 días después del trasplante
E2	Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> 25 días después del trasplante
E3	Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> 40 días después del trasplante
DOSIS DE APLICACIÓN	
TRATAMIENTO	Dosis
D1	100 g / 20 litros
D2	120 g / 20 litros

Autora: Ing. Mónica Galeas
Fuente: La investigación

3.8. Diseño Experimental

La investigación se llevó a cabo bajo un Diseño de bloques completos al azar DBCA con arreglo factorial 4x2 (4 épocas de aplicación x 2 dosis) y el testigo con tres repeticiones, con un total de veinte y siete unidades experimentales. Los tratamientos se presentan en el cuadro 8.

CUADRO 8. TRATAMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Descripción	Símbolo
Testigo (Sin aplicación)	T
Aplicación de 100 g de <i>T. harzianum</i> / 20 litros de agua al trasplante.	E0D1
Aplicación de 120 g de <i>T. harzianum</i> / 20 litros de agua al trasplante.	E0D2
Aplicación de 100 g de <i>T. harzianum</i> / 20 litros de agua a los 10 días después del trasplante.	E1D1
Aplicación de 120 g de <i>T. harzianum</i> / 20 litros de agua a los 10 días después del trasplante.	E1D2
Aplicación de 100 g de <i>T. harzianum</i> / 20 litros de agua a los 25 días después del trasplante.	E2D1
Aplicación de 120 g de <i>T. harzianum</i> / 20 litros de agua a los 25 días después del trasplante.	E2D2
Aplicación de 100 g de <i>T. harzianum</i> / 20 litros de agua a los 40 días después del trasplante.	E3D1
Aplicación de 120 g de <i>T. harzianum</i> / 20 litros de agua a los 40 días después del trasplante.	E3D2

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

Fuente: La investigación

3.8.1 Características del experimento

- Repeticiones: 3
- Tratamientos: 9
- Unidades experimentales: 27
- Área de la unidad experimental: 2,6 m² (1,6 m x 1,6 m)
- Distancia entre plantas e hileras: 0,40 m
- Número de plantas por parcela (unidad experimental): 16 plantas
- Número de plantas por parcela neta (unidad neta): 4 plantas
- Número total de plantas en el experimento: 480 plantas
- Distancia entre caminos: 0,5 m

- Distancia entre repeticiones: 1 m
- Área del total del experimento: 154 m²

3.8.2. Análisis de Varianza

El esquema de la varianza del experimento se presenta en el cuadro 9.

CUADRO 9. ADEVA DEL EXPERIMENTO

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	26
Tratamientos	8
Dosis (D)	1
Épocas (E)	3
Épocas x Dosis	3
Factorial vs. testigo	1
Repeticiones	2
Error experimental	16

Autora: Ing. Mónica Galeas
Fuente: La investigación

3.8.3. Análisis funcional

Los datos obtenidos en esta investigación se analizaron mediante la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos que presentaron significancia estadística.

3.8.4 Variables evaluadas

- Porcentaje de prendimiento a los 10 días después del trasplante.
- Altura de planta a los 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante.
- Número de hojas aprovechables promedio por planta a los 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante.
- Incidencia de la enfermedad a los 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante.
- Peso a la cosecha.
- Volumen de raíz

3.9 Manejo de la investigación

3.9.1 Elaboración de semillero.

Se realizó un semillero en bandejas plásticas con turba en la granja para que las plántulas se aclimaten a la zona de estudio, el riego se realizó en horas de la tarde. Este proceso inició del 05 al 26 de enero de 2013 (Fase de semillero 21 días).

3.9.2. Selección y dimensiones del área experimental.

La presente investigación se la realizó en la localidad de Píllaro. El sitio seleccionado tuvo una superficie de 154 m². Se formaron 27 parcelas de 2,56 m² (1,6 m x1, 6 m), y a cada parcela se consideró una unidad experimental.

3.9.3 Preparación del suelo.

Se pasó el tractor con el arado, luego la rastra, se niveló manualmente, eliminando, piedras y terrones, seguidamente se procedió a trazar las 27 parcelas experimentales. Además se procedió a la toma de muestras de suelo para los análisis químicos, físicos y microbiológicos (Anexos 3 y 4).

3.9.4. Trasplante.

Antes del trasplante definitivo se incorporó en toda la parcela 10 sacos compost para estimular el crecimiento de las raíces. El trasplante se realizó en horas de la mañana, con el suelo en capacidad de campo, y cuando las plántulas tenían 3 a 5 hojas verdaderas, a raíz desnuda. La distancia de siembra fue 0.4 m x 0.4 m entre plántulas y 0.4 m entre surcos.

3.9.5. Prácticas Culturales.

Se efectuaron labores de deshierba manual y de rascadillo con herramientas de mano, para eliminar malezas y a la vez promover aireación del suelo.

3.9.6. Aplicación de tratamientos de *Trichoderma harzianum*

La aplicación de tratamientos se realizó en cuatro ocasiones, para tal

efecto, se procedió a pesar en tarrinas plásticas las dos dosis requeridas para cada aplicación luego mezclarlas en una bomba de aspersión con 20 litros de agua.

Antes de la aplicación se procedió a regar las parcelas a capacidad de campo, primero se aplicó la dosis 1 (100 g de *Trichoderma harzianum*/ 20 litros de agua) y luego la dosis 2 (120 g de *Trichoderma harzianum*/ 20 litros de agua).

3.9.7. Toma de muestras

Las muestras colectadas con los síntomas típicos de la enfermedad se colocaron dentro de bolsas de papel previamente etiquetadas con la ubicación de la parcela, variedad e intensidad y fueron introducidas en hieleras para mantener el tejido fresco y ser transportadas al laboratorio para realizar la identificación del patógeno.

3.9.8. Cosecha

La cosecha se inició a los 70 días transcurridos desde el trasplante, en cada unidad experimental, cuando las lechugas alcanzaron tamaño comercial: Para el efecto, el corte se realizó en las primeras horas de la mañana. Se tomó la variable peso fresco, peso y volumen de raíz por parcela neta, en 108 plantas.

3.10 Toma de datos

Se registraron los siguientes datos:

3.10.1. Porcentaje de prendimiento.

Se midió a los 10 días después del trasplante, se encontraron dos plantas muertas en la tercera repetición, mismas que fueron reemplazadas.

3.10.2. Altura de planta.

Se midió las plantas a partir del trasplante definitivo, se lo realizó en cuatro ocasiones: 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante, utilizando una cinta métrica, desde la base de la planta hasta la parte del ápice de las hojas, se registró en cm en las cuatro plantas de la parcela neta.

3.10.3. Número de hojas aprovechables.

Para esta variable se procedió a contar las hojas de las cuatro plantas de la parcela neta desde la base de la planta siguiendo el sentido de la agujas del reloj por cuatro ocasiones, en las mismas fechas de la variable altura de planta.

3.10.4 Incidencia de *Bremia lactucae*.

Esta variable fue tomada mediante observación directa en las hojas para buscar síntomas o signos de la enfermedad analizada cuatro veces, en las mismas fechas de la variable altura de planta. Para lo cual se recurrió a la fórmula utilizada en el estudio de Guamán, (2010).

$$\% \text{ DE INCIDENCIA} = \frac{\text{NÚMERO DE HOJAS AFECTADAS}}{\text{NÚMERO TOTAL DE HOJAS}} \times 100$$

Además se procedió a tomar muestras de las hojas enfermas y enviarlas al laboratorio para determinar la presencia del patógeno.

3.10.5 Peso a la cosecha.

Se tomó al momento de la cosecha (70 días) de las cuatro plantas de cada parcela neta pesando cada una de ellas. Se expresó en kg/planta.

3.10.6 Volumen de raíz.

Se procedió a cortar la raíz de las cuatro plantas de cada parcela neta y lavarlas al momento de la cosecha (70 días) para luego introducirlas en un vaso de precipitación con un volumen conocido registrado en ml, y el volumen de agua desplazado sirvió para ponderar su equivalencia. (Método volumétrico).

3.10.7 Análisis Económico

El análisis económico se efectuó luego de la cosecha, para tal efecto se procedió a calcular los costos totales por tratamiento (fijos + variables) y el precio al productor de las lechugas que al multiplicarlas por su peso se obtuvo el ingreso por tratamiento en kg/ha. Finalmente se restan de los ingresos los costos totales y se conoce el beneficio o ganancia por cada tratamiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de prendimiento

Esta variable fue tomada únicamente a los 10 días después del trasplante, se registró como porcentaje. El promedio general es de 98.15 % de prendimiento, mientras que el coeficiente de variación es de 6.48%.

Para lograr una buena adaptación de las plántulas de lechuga al clima de la zona se decidió hacer un semillero en el invernadero de la granja como resultado se obtuvo un alto porcentaje de prendimiento, además al colocar en el suelo la plántula con el pan de tierra y con una buena humedad, se asegura un éxito en el prendimiento. Pues ésta cuenta con los nutrientes necesarios para su desarrollo que permite un rápido enraizamiento.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 10 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F CAL
Repeticiones	185.19	2	92.59	2.29 ^{ns}
Tratamientos	324.07	8	40.51	1.00 ^{ns}
Épocas	78.13	3	26.04	0.64 ^{ns}
Dosis	26.04	1	26.04	0.64 ^{ns}
Épocas*Dosis	78.12	3	26.04	0.64 ^{ns}
Testigo vs. Resto	141.78	1	141.78	3.50 ^{ns}
Error Experimental	648.15	16	40.51	
Total	1157.41	26		

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

CV% = 6.48 \bar{X} = 98.15 %

Fuente: La investigación

Como se observa en el cuadro 10, no existen diferencias significativas para tratamientos, dosis, épocas y su interacción. En el estudio realizado por Cabezas (2010) en donde se estudió la aclimatación de 15 cultivares de lechuga se presentan los resultados, para el porcentaje de

prendimiento a los 7 y 14 días sin diferencias significativas para los cultivares. El coeficiente de variación para el porcentaje de prendimiento a los 7 días fue 4,96% y para los 14 días fue 7,24% mismos que se encuentran en el intervalo encontrado en esta investigación. Sin duda la aclimatación o acomodación se refiere al conjunto de modificaciones morfológicas y fisiológicas transitorias no heredables, que se producen por exposición a un cambio en el medio y que también resultan positivas para la supervivencia. (Reigosa, Petrol & Sánchez, 2003).

4.2. Incidencia de enfermedad de *Bremia lactucae*.

Esta variable fue verificada desde la primera toma de datos, los primeros síntomas de la enfermedad se presentaron a los 40 días, al ser analizada como porcentaje de observación directa, se realizó una transformación de datos para poder realizar el análisis estadístico mediante $\sqrt{x+1}$, con el objetivo de bajar el coeficiente de variación se procedió a realizar dos veces el artificio.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDAD A LOS 40 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F CAL
Repeticiones	0.16	2	0.08	0.88 ^{ns}
Tratamientos	0.55	8	0.07	0.74 ^{ns}
Épocas	0.10	3	0.03	0.33 ^{ns}
Dosis	0.30	1	0.30	3.33 ^{ns}
Épocas*Dosis	0.10	3	0.03	0.33 ^{ns}
Testigo vs. Resto	0.03	1	0.03	0.33 ^{ns}
Error Experimental	1.47	16	0.09	
Total	2.18	26		

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez CV% = 15.50 \bar{X} = 1.93 %

Fuente: La investigación

Según el cuadro 10, se observa que no existen diferencias significativas para tratamientos, se puede decir que no existió una presencia agresiva de la enfermedad en el cultivo, únicamente en tres parcelas se pudo encontrar síntomas de *Bremia lactucae*, posiblemente porque se generó un microclima favorable para el desarrollo del hongo con la posterior aparición de síntomas en la planta.

Bremia lactucae es altamente sensible a cambios de temperatura, humedad y luz; así las condiciones óptimas para el desarrollo de esta patología son temperaturas nocturnas de 6°C a 10°C y diurnas de 12°C a 22°C, agua libre sobre las hojas, humedad relativa cercana al 100%, y nubosidad o baja intensidad lumínica, además el hongo no desarrolla estructuras de diseminación (esporangios) en días soleados y temperaturas nocturnas superiores a 15°C (González, 1998; Latorre, 2004).

Con esta información se explica la baja incidencia de la enfermedad en el cultivo, debido a que la humedad relativa no fue la óptima para el desarrollo del cultivo a pesar de existir la temperatura y la precipitación necesarias para el desarrollo del hongo, según se observa en el cuadro 6.

Según el cuadro 12 se observa que no existen diferencias significativas, los datos se presentaron en las mismas plantas que se analizaron a los 40 días.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE ENFERMEDAD A LOS 55 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F CAL
Repeticiones	0.81	2	0.4	0.58 ^{ns}
Tratamientos	2.25	8	0.28	0.20 ^{ns}
Épocas	0.42	3	0,14	0.38 ^{ns}
Dosis	1.26	1	1.26	3.41 ^{ns}
Épocas*Dosis	0.42	3	0.42	1.14 ^{ns}
Testigo vs. Resto	0.14	1	0.14	0.38 ^{ns}
Error Experimental	5.93	16	0.37	
Total	8.99	26		

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Míguez CV% = 6.10 \bar{X} = 10.04 %
Fuente: La investigación

Camas (2007) y Yaucen (2006), en estudios de evaluación de abonos orgánicos en lechuga, manifiestan medias generales de incidencia del 7,5% y 6,86%. Sin embargo Cabezas (2010) en su estudio de aclimatación de 15

cultivares de lechuga, obtuvo una media general de incidencia del 1,94%, muy parecido al resultado encontrado en esta investigación.

Además el resultado de laboratorio realizado a tres muestras del suelo indica que existió una baja población de *Trichoderma harzianum* en el suelo (Anexo 4).

4.3. Altura de las plantas

El análisis de varianza para la variable altura de planta a los 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante no reportó diferencias significativas entre tratamientos en la evaluación realizada.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE ALTURA DE PLANTA (cm) A LOS 10, 25, 40 Y 55 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

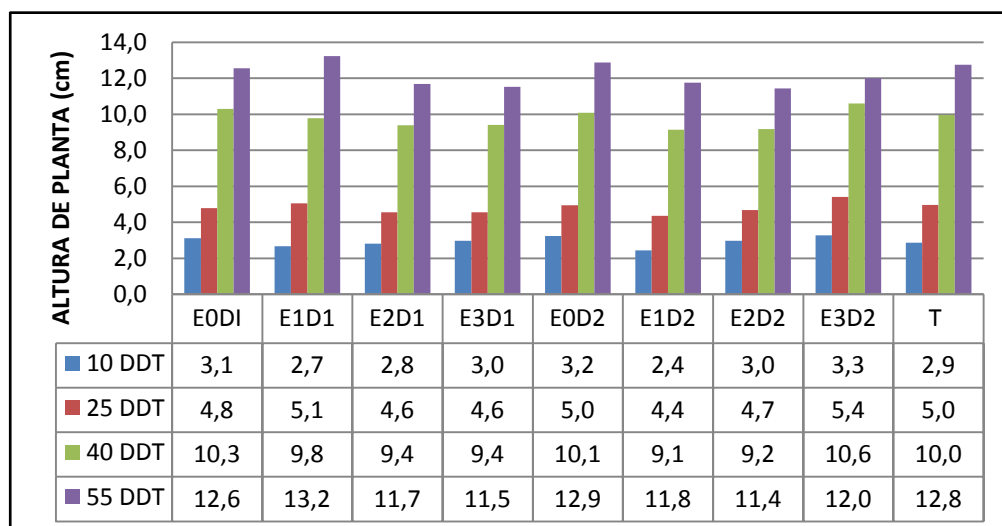
Fuentes de variación	GL	F cal			
		10 días	25 días	40 días	55 días
TOTAL	26				
REPETICIONES	8	1.48 ^{ns}	0.68 ^{ns}	1.89 ^{ns}	1.99 ^{ns}
TRATAMIENTOS	1	1.39 ^{ns}	1.34 ^{ns}	1.05 ^{ns}	0.47 ^{ns}
EPOCAS (E)	3	3.13 ^{ns}	0.73 ^{ns}	1.50 ^{ns}	0.68 ^{ns}
DOSIS (D)	3	0,13 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.13 ^{ns}
ÉPOCAS x DOSIS	1	0.53 ^{ns}	2.52 ^{ns}	1.22 ^{ns}	0.42 ^{ns}
TESTIGO vs. RESTO	2	0.06 ^{ns}	0.41 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.36 ^{ns}
ERROR EXPERIMENTAL	16				
PROMEDIO		2.6 cm	4.3 cm	8.8 cm	11 cm
CV %		13.25	9.59	9.21	13.66

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

Fuente: La investigación

A pesar de no existir diferencias significativas entre tratamientos, se observan diferencias entre promedios como se muestra en la figura 4, se puede ver que a los 10, 25 y 40 días después del trasplante el tratamiento E3D2 tiene el mayor promedio, mientras que el tratamiento E1D2 tiene el menor promedio.

Para los 55 días después del trasplante el tratamiento E1D1 tiene el mayor promedio mientras que el tratamiento E2D2 tiene el menor promedio.



Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: La investigación

FIGURA 4. Valores promedios de altura de planta (cm) a los 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante.

Los mejores tratamientos evidencian esos resultados a las épocas de aplicación de *Trichoderma harzianum*, mismo que estimula el desarrollo de las plantas. Según Castro, 2007 *Trichoderma* sp., es un Bio-regulador que inhibe el desarrollo de fitopatógenos y contribuye con la nutrición en la planta al bio-transformar las celulosas y ligninas de los materiales orgánicos que se encuentran en el suelo. Hay que tomar en cuenta que las plantas al momento del trasplante no fueron homogéneas y esto hace que no se inicie con una altura similar.

Torres, C, et. al. (2002), señala que las plantas logran un crecimiento adecuado a una temperatura óptima y desarrollan todo su potencial, llamado óptimo térmico, particular para cada tipo de planta, pero si las plantas llegan a temperaturas extremas, de frío o de calor, estas detienen su crecimiento debido al estrés. La altura de planta está directamente relacionada con la capacidad fotosintética, por medio de la elongación de las hojas para buscar la luz solar, este fenómeno se evidencia con mayor claridad en áreas de alta densidad de plantas (Valladares, 2001).

4.4. Número de hojas por planta

El análisis de varianza para número de hojas por planta a los 10, 25, 40 y 55

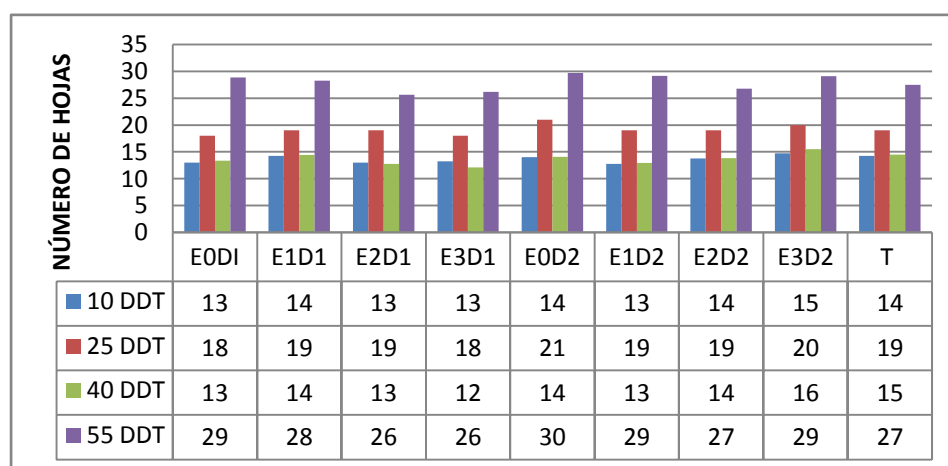
días después del trasplante no reportó diferencias significativas entre tratamientos en la evaluación realizada.

CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA DE NÚMERO DE HOJAS A LOS 10, 25, 40 Y 55 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

Fuentes de variación	GL	F cal			
		10 días	25 días	40 días	55 días
TOTAL	26				
REPETICIONES	8	1.55 ^{ns}	0.07 ^{ns}	7.03**	0.58 ^{ns}
TRATAMIENTOS	1	0.45 ^{ns}	0.58 ^{ns}	1.53 ^{ns}	0.20 ^{ns}
EPOCAS (E)	3	0.08 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.28 ^{ns}
DOSIS (D)	3	0.08 ^{ns}	2.08 ^{ns}	2.46 ^{ns}	0.53 ^{ns}
ÉPOCAS x DOSIS	1	1.08 ^{ns}	0.76 ^{ns}	2.96 ^{ns}	0.07 ^{ns}
TESTIGO vs. RESTO	2	0.01 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.008 ^{ns}
ERROR EXPERIMENTAL	16				
PROMEDIO		4 hojas	6 hojas	12 hojas	25 hojas
CV %		14.55	11.05	9.21	19.11

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: La investigación

Como se puede observar todos los tratamientos que recibieron la dosis baja tienen menor número de hojas mientras que los tratamientos con la dosis alta tienen mayor número de hojas en diferentes épocas.



Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: La investigación

FIGURA 5. Valores promedios de número de hojas por planta a los 10, 25, 40 y 55 días después del trasplante.

A pesar de no existir diferencias significativas entre tratamientos, se observan diferencias entre promedios como se muestra en la figura 5, se puede

ver que los mejores promedios los obtuvieron los siguientes tratamientos; a los 10 días E3D2 con 4.92 hojas, a los 25 días E0D2 con 7 hojas, a los 40 días E3D2 con 15.5 hojas y a los 55 días E0D2 con 29.67 hojas, mientras que el menor número de hojas a los 10 días E1D2 con 4.25 hojas, a los 25 días los tratamientos E0D1 y E3D1 con 6 hojas cada uno, a los 40 días E3D1 con 12.8 hojas y a los 55 días E2D1 con 25.67 hojas.

Según Yossen, (2003) *Trichoderma harzianum* disminuyó la incidencia de las enfermedades y restituyó o aumentó los valores de peso, número de hojas y altura de las plantas.

Se puede notar que a partir de los 40 días después del trasplante se incrementa la producción de hojas debido a que inicia su etapa de desarrollo por lo que es necesario aumentar su área fotosintética para la producción de carbohidratos y de esta manera alcanzar mayor vigor.

4.5. Peso de raíz

Esta variable se analizó al momento de la cosecha, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas entre tratamientos en la evaluación realizada. El coeficiente de variación fue 27.85 %.

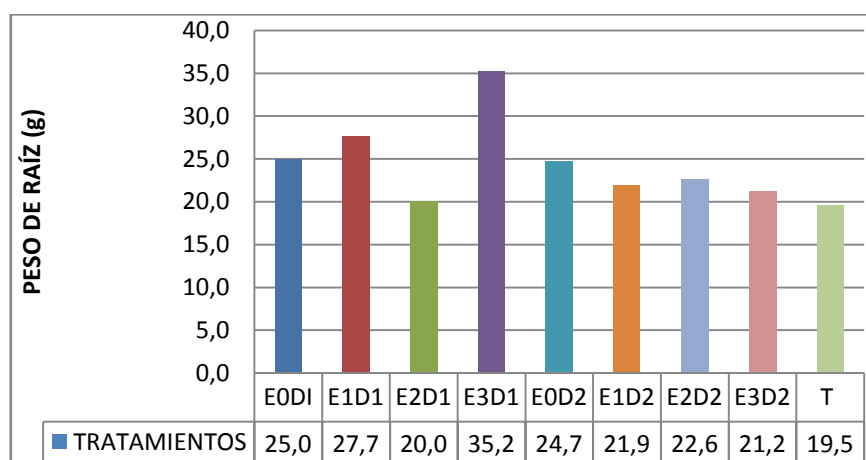
CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO DE RAÍZ (g) A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	FCAL
Repeticiones	9.38	2	4.69	0.11 ^{ns}
Tratamientos	690.69	8	86.34	2.05 ^{ns}
Épocas	114.50	3	38.17	0.91 ^{ns}
Dosis	245.95	1	245.95	5.85 ^{**}
Épocas*Dosis	282.66	3	94.22	2.24 ^{ns}
Testigo vs. Resto	47.57	1	47.57	1.13 ^{ns}
Error Experimental	673.03	16	42.06	
Total	1373.10	26		

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez CV% = 29.70 \bar{X} = 21.80 g
Fuente: La investigación

A pesar de no existir diferencias significativas entre tratamientos, se observan diferencias entre promedios como se muestra en la figura 6, se puede ver que el tratamiento E3D1 tiene el mayor promedio, mientras que

el tratamiento Testigo tiene el menor promedio. Se observan diferencias altamente significativas para dosis de aplicación.



Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: La investigación

FIGURA 6. Valores promedios de peso de raíz a los 70 días después del trasplante.

Como se puede observar la mejor respuesta se generó el tratamiento con aplicación de *Trichoderma harzianum*, mientras que el testigo presentó la menor respuesta lo que indica sus propiedades bioestimulantes del crecimiento mediante un mejor desarrollo radicular que aumentó los valores de peso y altura de las plantas (Galeano, Méndez & Urbaneja, 2006).

CUADRO 16. PUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DOSIS DE APLICACIÓN EN EL PESO DE RAÍZ A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

DOSIS	Promedio (gramos)	Rango
D1 (100 g / 20 litros de agua)	26,96	a
D2 (120 g / 20 litros de agua)	20,56	b

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
Fuente: La investigación

La prueba de Tukey al 5% muestra que existen dos rangos en las dosis para el peso de raíz, el primer rango está la dosis 1 con 26,96 gramos y en segundo rango la dosis 2 con 20,56 gramos. Galeano, Méndez &

Urbaneja (2006) indican que la aplicación de *Trichoderma harzianum* en los primeros estados de la planta para los cultivos hortícolas ha mostrado un aumento general del sistema radicular y de la parte aérea proporcionándole un mayor vigor.

4.6. Volumen de raíz

Esta variable se analizó al momento de la cosecha (70 días), el análisis de varianza no reportó diferencias significativas entre tratamientos en la evaluación realizada. El coeficiente de variación fue 35.85%.

A pesar de no existir diferencias significativas entre tratamientos, se observan diferencias entre promedios como se muestra en la figura 7, se puede ver que el tratamiento E0D2 tiene el mayor promedio, mientras que el tratamiento E2D1 tiene el menor promedio.

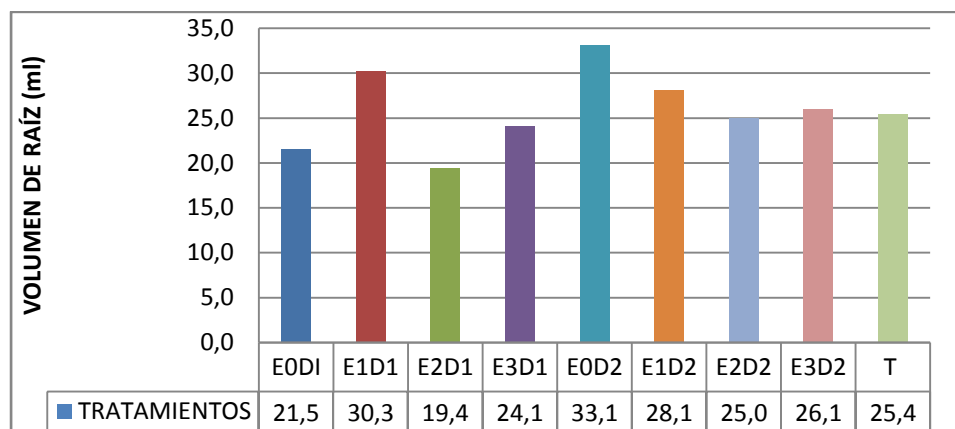
Si bien el peso es proporcional al volumen, esto depende de la densidad que es el grado de compactación de un cuerpo. Es por esto que no se presentan diferencias significativas en dosis como en el peso de raíz.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DE VOLUMEN DE RAÍZ (ml) A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F CAL
Repeticiones	334.38	2	167.19	2.12 ^{ns}
Tratamientos	245.05	8	30.63	0.39 ^{ns}
Épocas	180.46	3	60.15	0.76 ^{ns}
Dosis	16.57	1	16.57	0.21 ^{ns}
Épocas*Dosis	46.48	3	15.49	0.20 ^{ns}
Testigo vs. Resto	1.54	1	1.54	0.02 ^{ns}
Error Experimental	1260.57	16	78.79	
Total	1839.99	26		

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez CV% = 38.10 \bar{X} = 23.3 ml
Fuente: La investigación

La aplicación de *Trichoderma harzianum* favorece el aumento en el crecimiento de las raíces que se genera por la secreción de fitohormonas, creando una tolerancia al estrés hídrico (Galeano, Méndez & Urbaneja, 2006).



Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

Fuente: La investigación

FIGURA 7. Valores promedios de volumen de raíz a los 70 días después del trasplante.

4.7. Peso de cosecha

Esta variable se analizó al momento de la cosecha el análisis de varianza no reportó diferencias significativas entre tratamientos en la evaluación realizada. El coeficiente de variación fue 34.53 %.

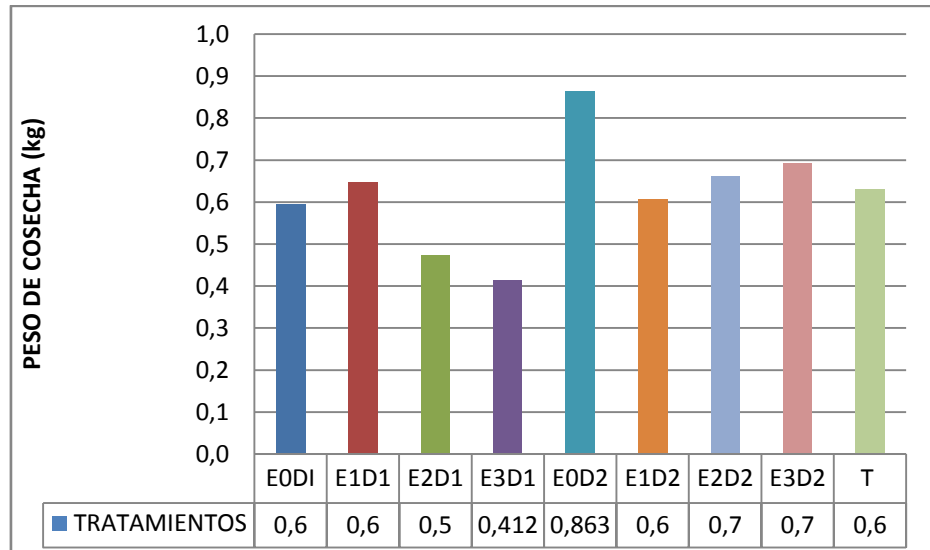
CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO DE COSECHA A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F CAL
Repeticiones	0.25	2	0.12	2.87 ^{ns}
Tratamientos	0.27	8	0.03	0.78 ^{ns}
Épocas	0.01	3	0.005	0.13 ^{ns}
Dosis	0.09	1	0.09	2.25 ^{ns}
Épocas*Dosis	0.15	3	0.05	1.25 ^{ns}
Testigo vs. Resto	0.0038	1	0.0038	0.09 ^{ns}
Error Experimental	0.69	16	0.04	
Total	1.20	26		

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez CV% = 33.33 \bar{X} = 0.6 kg

Fuente: La investigación

A pesar de no existir diferencias significativas entre tratamientos, se observan diferencias entre promedios como se muestra en la figura 8, se puede ver que el tratamiento E0D2 tiene el mayor promedio, mientras que el tratamiento E2D1 tiene el menor promedio.



Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez
 Fuente: La investigación

FIGURA 8. Valores promedios de peso de cosecha a los 70 días después del trasplante.

Se puede observar que el tratamiento que recibió la primera aplicación en la dosis más alta obtiene el mejor peso, debido a la presencia de *Trichoderma harzianum* en el suelo, pues al tener la mayor altura, número de hojas y desarrollo radicular genera una mejor producción (Galeano, Méndez & Urbaneja, 2006).

4.8. Análisis Económico

El análisis económico se efectuó luego de la cosecha, para tal efecto se procedió a calcular los costos totales por tratamiento (fijos + variables) y el precio al productor de las lechugas que al multiplicarlas por su peso se obtuvo el ingreso por tratamiento en kg/ha. Finalmente se restan de los ingresos los costos totales y se conoce el beneficio o ganancia por cada tratamiento.

El mayor costo de producción se presentó en todos los tratamientos con la aplicación de la dosis 2 (120 g/ 20 litros de agua) con 584.65 USD/ha, y el menor valor con el testigo, con 581.05 USD. La mayor utilidad económica equivalente a 4813,1 USD/ha, lo alcanzó el tratamiento E0D2.

CUADRO 19. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO PARA LOS TRATAMIENTOS EN EL ESTUDIO DE EFICIENCIA DE CONTROL DE *Bremia lactucae* CON *Trichoderma harzianum* EN EL CULTIVO DE LECHUGA

Trat.	Dosis (l/20 l)	Época de aplicación	Rend.	B N	Costo de Producción USD /ha			BN/C USD
		Días después del trasplante	(kg/ha)	USD	Costos fijos	Costos variables	Total	
E0D1	100g/20 l agua	Al trasplante	3716.9	3716.9	581.05	3	584.05	3132.8
E1D1		10 DÍAS	4048.3	4048.3	581.05	3	584.05	3464.2
E2D1		25 DÍAS	2959.3	2959.3	581.05	3	584.05	2375.2
E3D1		40 DÍAS	2580.5	2580.5	581.05	3	584.05	1996.4
E0D2	120g/20 l agua	Al trasplante	5397.7	5397.7	581.05	3.6	584.65	4813.1
E1D2		10 DÍAS	3787.9	3787.9	581.05	3.6	584.65	3203.2
E2D2		25 DÍAS	4127.2	4127.2	581.05	3.6	584.65	3542.6
E3D2		40 DÍAS	4332.4	4332.4	581.05	3.6	584.65	3747.7
T	TESTIGO	TESTIGO	3941.8	3941.8	581.05	0	581.05	3360.7

Autora: Ing. Mónica Alexandra Galeas Miguez

Fuente: La investigación

4.9. Comprobación de la Hipótesis

Se acepta la hipótesis nula “Con la aplicación de *Trichoderma harzianun* NO se realizará el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga”, debido a que no existieron diferencias significativas para los tratamientos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al terminar la investigación titulada “Determinar la eficiencia de *Trichoderma harzianun* en el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa*” realizada en la Granja Agroecológica de “Píllaro” se llegó a las siguientes conclusiones:

5.1. Conclusiones

- En el porcentaje de prendimiento el promedio general fue de 98.15 %, los tratamientos E3D2 y testigo mostraron los menores resultados ambos con 75%.
- En el porcentaje de incidencia de enfermedad los primeros síntomas se registraron a los 42 días después del trasplante el promedio general fue de 1.93 %, en los tratamientos E0D2 (20%), E2D2 (18%) y E3D2 (14%) presentaron *Bremia lactucae*.
- Para altura de planta a los 10 días después del trasplante se observó que E3D2 (3,3 cm) obtuvo el mayor promedio y E1D2 menor el promedio (2,4 cm) , a los 22 días se registró que E3D2 (5,4 cm) obtuvo el mayor promedio y E1D2 menor el promedio (4,4 cm), a los 42 días se encontró la siguiente tendencia E3D2 (10,6 cm) obtuvo el mayor promedio y E1D2 menor el promedio (9,1 cm), mientras que a los 57 días después del trasplante se observó, E1D1 mayor promedio (13,2 cm) y E2D2 menor promedio (11,4 cm).
- Para número de hojas por planta a los 10 días se encontró que E3D2 obtuvo el mayor promedio (5hojas) y E1D2 menor promedio (4,3 hojas), a los 22 días E0D2 mayor promedio (7 hojas) y E3D1 menor promedio (6 hojas), a los 42 días E3D2 mayor promedio (15,5

hojas) y E3D1 menor promedio (12,0 hojas) y 57 días después del trasplante se encontró que E0D2 mayor promedio (29,7 hojas) y E2D1 menor promedio (26 hojas).

- Para peso de raíz el tratamiento E3D1 mostró el mayor resultado (35,2 g) y el testigo el menor resultado (18,4 g). Se encontró diferencias altamente significativas para dosis, la dosis 1 (100 g de *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) se encuentra en el primer rango y la dosis 2 (120 g de *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) en el segundo rango.
- En volumen de raíz se encontró de E0D2 generó la mejor respuesta (30,3 ml) y E2D2 la menor (19,5 ml).
- En cuanto a peso de cosecha, E0D2 obtuvo el mayor valor (0,8 kg) y E3D1 el menor (0,4 kg).
- La mayor utilidad económica se obtuvo utilizando el tratamiento E0D2 (4813,1 USD / ha).

5.2. Recomendaciones

- Utilizar *Trichoderma harzianum* como un coadyuvante en el crecimiento y vigor de las plantas pues se comprobó que mejora peso de cosecha y utilidad económica además de proteger al cultivo de *Bremia lactucae*, con estos antecedentes se plantea la propuesta “Control biológico preventivo de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* variedad Green Salad Bowl, mediante la aplicación de *Trichoderma harzianum*”
- Repetir la investigación en esta zona de manejo agroecológico en otra época para poder tener resultados para todo el año y recomendar con mayor certeza el tratamiento de mejor respuesta para los agricultores.

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

Tema: Control biológico preventivo de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* variedad Green Salad Bowl, mediante la aplicación de *Trichoderma harzianum*

Ejecutor:	Ing. Mónica Galeas M.
Institución:	Granja Agroecológica de
Píllaro. Localización Geográfica:	Provincia: Tungurahua.
	Cantón: Píllaro.
Participantes Beneficiarios.	Productores Hortícolas Sierra Centro.

6.2 Antecedentes de la propuesta

El cultivo de lechuga está ampliamente extendido debido a sus conocidas cualidades alimenticias principalmente para el control de peso. Jaramillo & Díaz (1995), dicen que, la lechuga es considerada una fuente importante de vitaminas y minerales, acompañado de un alto contenido de celulosa y proteínas.

Al mismo tiempo el ataque de plagas y enfermedades a los cultivos es una realidad que acompaña a los agricultores desde tiempos ancestrales. En el caso de la lechuga la plaga que mayor daño causa es *Bremia lactucae*.

Dixon (1981, citado en Salazar, 2011) señala que dichas pérdidas económicas alcanzan del 30 al 50%. En invernadero esta enfermedad es una de las más agresivas, atacando plantas jóvenes de manera que los primeros síntomas se pueden observar sobre los cotiledones, los cuales una vez infectados se ponen cloróticos, se secan y mueren prematuramente.

Aunque esta enfermedad no excluye plantas de todas las edades, presentando mayor severidad en las láminas y nervaduras de las hojas.

6.3 Justificación

Los agricultores en su interés para controlar a esta enfermedad altamente destructiva han recurrido principalmente al control químico, cuyas consecuencias van desde producción contaminada con agro tóxicos hasta daños en su salud por mal manejo de los mismos.

En la investigación realizada se ha probado las potencialidades de aplicaciones de *Trichoderma harzianum* encontrando que disminuyó la incidencia de *Bremia lactucae* y restituyó o aumentó los valores de peso y altura de las plantas.

Con esta propuesta se pretende dar una alternativa ecológica para el manejo de *Bremia lactucae* e incentivar a los agricultores al uso de prácticas agroecológicas de esta zona del país.

6.4 Objetivos

- Elevar la producción y la calidad del cultivo de lechuga orgánica, mediante la prevención de *Bremia lactucae*.
- Prevenir *Bremia lactucae* mediante la aplicación *Trichoderma harzianum* en dosis de 120 g /20 litros.

6.5 Análisis de Factibilidad

6.5.1 Socio cultural

La continua evolución en procesos de mejoramiento de la calidad de pequeños y grandes productores de lechuga en la Sierra centro, ponen de manifiesto una vez más la preocupación por el sector para ir mejorando continuamente y poder incursionar en mercados con niveles de oportunidad más beneficiosa y de esta manera poder mejorar condiciones de vida tanto de productores como las de sus familias.

6.5.2. Técnico

El apoyo que brindan los técnicos de la Granja Agroecológica de Píllaro a los productores interesados en conocer de las prácticas agroecológicas es un pilar importante en la transferencia de conocimientos para su correcta aplicación en el campo.

6.5.3 Ambiental

El interés que genera esta propuesta de una alternativa ecológica para el control biológico es un servicio ambiental de gran valor, pues esta opción desplaza el uso de agroquímicos disminuyendo la contaminación ambiental.

6.5.4 Económico – Financiero

El beneficio económico se mide en el incremento de la producción y mejor calidad que obtiene el productor al utilizar la propuesta ecológica versus utilizar los productos agroquímicos. Pues al utilizar *Trichoderma harzianum* mejoramos el suelo y con un correcto manejo se puede incrementar este hongo beneficioso, por el contrario la aplicación de agroquímicos elimina muchos de los microorganismos benéficos del suelo.

6.6. Fundamentación

6.6.1 Control biológico con *Trichoderma harzianum*

El uso de *Trichoderma* spp. para el control de enfermedades fungosas, es hoy día una práctica generalizada en la agricultura. Su empleo se justifica por las relaciones antagonistas que establece fundamentalmente, con los hongos fitopatógenos que viven en el suelo, además de la influencia que ejerce sobre el crecimiento vegetativo de algunas plantas de importancia económica (Windham et. al., 1986 & Andreú et. al., 1992).

Según Castro, 2007 *Trichoderma* sp., es un Bio-regulador que inhibe el desarrollo de fitopatógenos y contribuye con la nutrición en la planta al bio-transformar las celulosas y ligninas de los materiales orgánicos que se encuentran en el suelo. Crece y coloniza muy rápidamente el suelo, protegiendo las raíces de las plantas, quitándole espacio a los fitopatógenos por antagonismo.

Es un Bio- Regulador de las enfermedades en los lotes altamente contaminados y las disminuye en un mediano plazo.

6.6.2. Mecanismo de Control Biológico

En general, los antagonistas no tienen un único modo de acción y la multiplicidad de estos es una característica importante para su selección como agentes de control biológico. Si el antagonista posee varios modos de acción reduce los riesgos de desarrollo de resistencia en el patógeno (Orietta et al., 2001., Lara et al., 2007citado por Hernández, 2009.)

- Antagonismo

Según Garza, 1996 todo organismo que se opone de alguna manera a la acción, presencia o supervivencia de otro se considera que es un organismo antagonista. Esta relación antagónica puede manifestarse por antibiosis, lisis, reacciones inmunológicas, competencia, parasitismo y prelación, siendo los más importantes en el control biológico de fitopatógenos el hiperparasitismo, la antibiosis y la competencia. El antagonismo es un fenómeno que se observa en microorganismos de suelo y en la rizósfera, los antagonistas producen antibióticos, actúan en competencia por nutrientes y/o inducen resistencia.

- Micoparasitismo

El micoparasitismo es la acción de un microorganismo parasitando a otro y puede ser definido como una simbiosis antagónica entre organismos. Este consiste en la utilización del patógeno como alimento por su antagonista. Generalmente, están implicadas enzimas extracelulares tales como quitinasa, celulosa, Beta-1-3- glucanasa y proteasa, que lisan (rompen) las paredes de las hifas, o esclerocios de hongos parasitados. *Trichoderma* sp. se ha reportado como hiperparásito de un gran número de hongos fitopatógenos al atacar directamente y producir la lisis de micelio y también de esclerocios de hongos (Garza, 1996).

Los hongos micoparasíticos fueron clasificados en dos grandes grupos:

biotróficos (aquellos que mantienen una relación de equilibrio con el hospedero) y necrotróficos (llamados también destructivos). Las enzimas son un componente de gran importancia en el micoparasitismo. Los mecanismos involucrados en este fenómeno poseen enzimas denominadas constitutivas que forman parte de su morfología y metabolismo. Existen otras que son reguladoras en el micoparasitismo. Estas degradan la pared celular del hospedero (Garza, 1996).

- 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). La antibiosis se considera como uno de los principales mecanismos de biocontrol que tiene como base la producción de metabolitos tipo antibióticos.

Estos se definen como “un grupo químicamente heterogéneo y de bajo peso molecular, secretados por algunos microorganismos que, en bajas concentraciones, demeritan el crecimiento o las actividades metabólicas de otros organismos. El efecto de la antibiosis en los Oomycetos es por la inhibición del desarrollo al detener el crecimiento y deformación del tubo germinativo, lo que evita la proliferación de la enfermedad. La producción de antibióticos confiere a los microorganismos una ventaja selectiva en la competencia por nutrientes y espacio en cualquier nicho ecológico (Garza, 1996).

- Compuestos volátiles

Trichoderma sp. poseen mecanismos fungistáticos que impiden el desarrollo de los hongos fitopatógenos, así como la capacidad de otras especies para sintetizar sustancias volátiles involucradas en el complejo responsable de ese fenómeno. Dichos componentes son: dióxido de carbono, etanol, acetaldehído, acetona, propanol, isobutanol e isopentanol, los cuales en diferentes concentraciones intervienen en la regulación del mecanismo fungistático (Garza, 1996).

6.7 Metodología

6.7.1 Elaboración de semillero.

Realizar un semillero en bandejas plásticas con turba para que las plántulas se aclimaten a la zona, regar en horas de la tarde para aprovechar la humedad.

6.7.2. Preparación del suelo.

Pasar el tractor con el arado, luego la rastra, aplicar compost u otro abono orgánico para elevar la cantidad de materia orgánica del suelo, la cantidad recomendada es $2 \text{ kg} / \text{m}^2$, el compost es al mismo tiempo humus y fertilizante, por lo tanto no hace falta abonar la tierra (el abono excesivo puede contaminar las aguas subterráneas y los ríos), el compost no hay que enterrarlo, sino hay que dispersarlo.

6.7.3. Trasplante.

Antes del trasplante definitivo nivelar el área de cultivo eliminando piedras y terrones además la aplicación previa de compost estimulará el crecimiento de las raíces.

El trasplante se debe realizar en horas de la mañana, con el suelo en capacidad de campo, y cuando las plántulas tengan de 3 a 5 hojas verdaderas. La distancia de siembra recomendada es $0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$ entre plántulas y $0,4 \text{ m}$ entre surcos debido a que es una variedad de hoja no de repollo.

6.7.4. Aplicación de tratamiento de *Trichoderma harzianum*

Para la aplicación del tratamiento se debe pesar la dosis requerida de 120 g de *Trichoderma harzianum* y diluirla en 20 litros de agua y aplicarla con una bomba de mochila una vez culminado el trasplante. Dependiendo de la presentación de *Trichoderma harzianum* hay que cernir la mezcla para evitar que la bomba se tapone si viene en cascarilla de arroz.

De esta manera se obtendrá un mejor desarrollo del cultivo por sus características como son: mejora la tolerancia al estrés por parte de la

planta, ayuda para solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos y a la vez se obtiene un tratamiento preventivo y de control de *Bremia lactucae*.

6.7.5. Prácticas Culturales.

Realizar labores de deshierba manual y de rascadillo con herramientas de mano, para eliminar malezas y a la vez promover aireación del suelo.

6.7.6. Lámina de Riego.

El primer riego realizarlo la noche anterior al trasplante utilizando el sistema de riego por aspersión para que se encuentre a capacidad de campo, luego, si la época de trasplante es invierno, posiblemente no haga falta regar pues se puede incurrir en problemas de encharcamiento que a posterior puede afectar el correcto desarrollo del cultivo.

6.7.7. Cosecha

Esta variedad puede ser cosechada con éxito entre los 60 - 70 días después del trasplante, para el efecto, el corte se debe realizar en las primeras horas de la mañana para evitar una deshidratación de las mismas.

6.7.8. Postcosecha

Dependiendo de cuál sea el mercado de destino se dará el tratamiento específico, hay que considerar que al ser lechugas orgánicas tienen un mejor valor comercial por lo que hay que procurar mejorar la presentación en cuanto a la limpieza y el empaque.

6.8 Administración

Ésta propuesta en manos del administrador de la Granja Agroecológica de Píllaro, servirá como insumo de capacitación a los agricultores de la Sierra centro, quienes por medio de días de campo y capacitaciones podrán conocer de esta opción de control biológico de *Bremia lactucae* mediante un cronograma establecido para las visitas de campo.

6.9 Previsión de la evaluación

Varios mecanismos se aplicarán para la evaluación de la aplicación de la propuesta, entre ellos se puede señalar los siguientes:

- Encuestas a productores
- Número de asistentes a días de campo en la Granja Agroecológica de Píllaro
- Aplicabilidad de la propuesta en granjas de productores
- Índices de calidad de producción
- Relación beneficio/costo de la producción orgánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ACEVES, M. 2009. Control biológico in vitro de enfermedades fungosas en tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. México, p. 55-57. Disponible en <http://www.ucol.mx/revaia/anteriores/PDF%20DE%20REVISTA/2008/sept/AIA%20No.%203%202008%20%28Michel%20et%20al.%29.pdf>
2. AGRIOS, G. 1991. Fitopatología. Editorial Limusa. 1era. Edición, México.
3. APABLAZA, G. 1999. Patología de cultivos. Epidemiología y control holístico. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 347 p.
4. ARTÍCULO. La lechuga apunta al exterior (02 de enero del 2007).
5. Tungurahua es "la mata" en siembra de lechugas. Diario Hoy. Consultado en Octubre de 2012. Disponible en <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-lechuga-apunta-al-exterior-255080.html>
6. BISSETT, J. 1984. A revision of the genus *Trichoderma*. I. Sect. *Longibrachiatum* sect. nov. Can J Bot. 62:924–931.
7.1991.a. A revision of the genus *Trichoderma*. II. Infrageneric classification. Can J Bot.;69:2357–2372.
8.1991.b. A revision of the genus *Trichoderma*. III. Sect. *Pachybasium*. Can J Bot.;69:2373–2417.

9.1991.c. A revision of the genus *Trichoderma*. IV. Additional notes on section *Longibrachiatum* . Can J Bot.;69:2418–2420.

10. BROWN, S., et al 2004. Insensitivity to the fungicide fosetyl-aluminum in California Isolates of the Lettuce Downy Mildew pathogen, *Bremia lactucae*. Planta Disease 88: 502-508.

11. CABEZAS, O. 2010. Aclimatación de 15 cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*), Ing. Agr. Riobamba, ESPOCH, FIA. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/671/1/13T0694%20CABEZAS%20OMAR.pdf>. Consultado en agosto 2013.

12. CAMAS, B. 2007. Tesis titulada “Evaluación de Abonos Orgánicos en la Producción de Lechuga (*Lactuca sativa*) en el cantón Cañar”. Tesis Ing. Agr. Riobamba, ESPOCH, FIA. 125 p. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/313/1/TESIS.pdf>. Consultado en Octubre 2013.

13. CASTRO R. 2007. Unidad de producción de microorganismos antagonistas y entomopatógenos. Departamento de Sanidad Vegetal. ESPOCH. Riobamba-Ecuador.

14. CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR. R.O. 449 20 de octubre del 2008. Título II, Capítulo II, Sección segunda, Art.14 y 15.

15. CUBILLOS, J., PAEZ, A., MEJÍA, L. 2011. Evaluación de la Capacidad Biocontroladora de *Trichoderma harzianum* Rifai contra *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Asociado al Complejo “Secadera” en Maracuyá, Bajo Condiciones de Invernadero. Disponible en : <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a08v64n01.pdf>. Consultado en Octubre de 2012.

16. DAVIS, M. et. al., 2002. Plagas y enfermedades de la lechuga. The American Phytopathological Society. 75 p.

17. DIXON, G. 1981. Vegetable crop disease. Horticultura. Division School of Agricultura. Aberden. O.K. 215-221 p.
18. GARZA G. 1996. Fitopatología General, Facultad de Agronomía, imprenta Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 4 p.
19. GALEANO, M., MÉNDEZ, F. & URBANEJA, A. 2006. Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai (cepa t-22) sobre cultivos hortícolas. Murcia, España. Disponible en http://www.koppert.nl/fileadmin/user_upload/Overig/Koppert/Koppert.nl/P_DF/ES/trianum/HORTICOLAS_SEMILLEROS.pdf. Consultado en Octubre de 2012.
20. GONZÁLEZ, R. 1998. Manejo de enfermedades de la lechuga (*Lactuca sativa*). Montevideo, Uruguay.
21. GUAMAN, R. 2010. Estudio bioagronómico de 10 cultivares de lechuga de cabeza (*Lactuca sativa*), utilizando dos tipos de fertilizantes orgánicos, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Tesis Ing. Agr. Riobamba, ESPOCH, FIA. Disponible en <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/313/1/TESIS.pdf>. Consultado en agosto 2013
22. GUÉDEZ, C et. al. 2009. Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria* spp). Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología 2009; 29:34-38. Disponible en <http://www.scielo.org.ve/pdf/rsvm/v29n1/art07.pdf>. Consultado en Octubre de 2012.
23. HARAN, S. et.al. 1996. Differential expression of *Trichoderma harzianum* chitinases during mycoparasitism. Phytopathology 86:980-985
24. HERNANDEZ, O. 2009. *Trichoderma* spp, una alternativa para el

control de hongos fitopatógenos. Consultado en Octubre de 2012.
Disponible en
<http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC17/cc17trichoderma.html>. Consultado en Octubre de 2012.

25. HUACHI, L. 2002 Microorganismos Biofertilizantes y *Trichoderma* Como Mejoradores de Suelo, Tesina, Presentada Previa a la Obtención de título de Especialista en Suelos y Nutrición de Plantas. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto de Posgrado. 55 p.
26. INAMHI. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2010. Anuario meteorológico. Quito – Ecuador.
27. INAMHI. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2013. Datos climáticos de Estación Meteorológica “Píllaro”.
28. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos); SICA (Servicio de Información Agropecuaria); MAGAP (Ministerio de Agricultura, Acuicultura, Ganadería y Pesca). 2000. *III Censo Nacional Agropecuario*.
29. INTERNACIONAL SEED FEDERATION. 2003. Biology and control of *Bremia lactucae*. Disponible en http://www.worldseed.org/isf/ibeb_3.html. Consultado en Octubre de 2012
30. JARAMILLO, J & DÍAZ, R. 1995. Producción de hortalizas en el departamento de Antioquia, Bogotá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 35 p.
31. KIRK, P. et al. 2001. Dictionary of the Fungi 9th Edition Great Britain. 18 p.
32. KIRK, P., CANNON, P., MINTER, D. & STALPERS, J. (2008).

Dictionary of the Fungi. 10th Edition. CABI Publishing. Wallingford, UK.

33. KUHLS, K. et. al. 1997. Revision of *Trichoderma* sect. Longibrachiatum including related teleomorphs based on analysis of ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences. *Mycologia*, 89, 442-460 p.
34. LATORRE, B. 2004. Enfermedades de las plantas cultivadas. Sexta edición ampliada. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 638 p.
35. LEBEDAA, &BLOKI. 1990. Sexual compatibility types of *Bremia lactucae* isolates originating from *Lactuca serriola*. In: *Neth.J.Pl.* 96 p.
36. MELERO, N. 2011. El paradigma crítico y los aportes de la investigación acción participativa en la transformación de la realidad social: un análisis desde las ciencias sociales. Disponible en:
37. http://institucional.us.es/revistas/cuestiones/21/art_14.pdf. Consultado en Octubre de 2012.
38. MENDOZA, Z.1999. Diagnóstico de Enfermedades Fungosas. Departamento. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo. 168 p.
39. MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2003. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Ley de Gestión Ambiental y del Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos. Libro Libro IV, anexo2.
40. MOYA, N. 2001. Evaluación de Dos Fungicidas y Tres Dosis en el Control de (*Rizoctonia solani*) en Papa (*Solanum tuberosum* L. Var. Esperanza). Tesis. Ing. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 160 p.
41. NARVÁEZ, Z. 2003. Entomología Agrícola Venezolana. 1^{ra} edición,

Maracay, VE. 168 p.

42. PERSON, Ch. 1794. Dispositio Methodica Fungorum in Classes, Ordines, Familias et Genera. In: Römer JJ, editor. Neues Magazin für Botanik. Zürich: Ziegler und Söhne. 63–128 p.
43. PEREZ, F. & MARTINEZ, J. 1994. Introducción a la fisiología vegetal, Mundi Prensa, Madrid-España, 51 – 59 p.
44. REIGOSA. M, PEDROL. N, SÁNCHEZ. A. 2003. La Ecofisiología Vegetal Una ciencia de síntesis Internacional. THOMSON Editores Spain Paraninfo S.A 1ra ed. edición reimpresión 2004.
45. RIFAI, M. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycological Papers*, 116: 1156 p.
46. SALAZAR, L. 2011. Identificación de razas *Bremia lactucae* y caracterización de variedades de lechuga. México. Disponible en: http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/376/Salazar_Ordaz_L_MC_Fitosanidad_2011.pdf?sequence=1. Consultado en Octubre de 2012.
47. SAMUELS, G. 1996. *Trichoderma*: a review of biology and systematic of the genus. *Mycological Research*, 100, 923-935 p.
48. SMITHI.1992. Manual de enfermedades de las plantas. Trad. Francisco García Arenal. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 265-267 p.
49. SARABIA, M., VERA D., VÁSQUEZ, M. & ESCOBAR, M., 2006. Efecto de *Trichoderma harzianun* en el mejoramiento del compost de la parte de río frío (Floridablanca, Santander, Colombia) y en el comportamiento de plantas de lechuga *Lactuca sativa*. Universidad de Santander. Colombia. 5p.

50. SUBBARAO, K. 2002. Principal diseases of lettuce. *Phytopathology*. 17-19 p.
51. SUQUILANDA, M. 2003. Producción orgánica de hortalizas en la sierra norte y central del Ecuador. Quito, Universidad Central del Ecuador., MAG, PROMSA, UEFC, 143-173 p.
52. TORRES, C.et.al.2002. “Manual Agropecuario Tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente”. Editorial Limerín. Primera reimpression. Bogotá-Colombia. 86, 88 p.
53. USDA, NRCS. 2006. The Plants Database (<http://plants.usda.gov/>). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.
54. VALLADARES, F. 2001. Luz y evolución vegetal. *Investigación y Ciencia* 303: 73-79 p.
55. WALKER, C. 1965. *Patología Vegetal*. Trad. Antonio Aguirre. Azpeitia. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España, 231-238 p.
56. WINDHAM M., et. al. 1986. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology*. 76:518-521 p.
57. WU, B., SUBBARAO, K., & VAN BRUGGEN A. 2000. Factors affecting the survival of *Bremia lactucae* sporangia deposited on lettuce leaves. *Phytopathology* 90:827–833 p.
58. WU, B., SUBBARAO, K., & VAN BRUGGEN A. 2005. Analyses of the relationships between lettuce downy mildew and weather variables using geographic information system techniques. *Plant Dis*. 89:90-96 p.
59. YAUCEN, A. 2006. Tesis titulada: “Evaluación de abonos orgánicos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo un sistema agroforestal. Tesis Ing. Agr. Riobamba, ESPOCH, FIA. 176 p.
60. YOSSEN, 2003. Material compostado y *Trichoderma harzianum*

como supresores de *Rhizoctonia solani* y promotores del crecimiento de la lechuga, Disponible en [http://www.catie.ac.cr/BancoConocimiento/R/revistas_mipa_68_articulo1/revistas_mipa_68_articulo1.asp?CodIdioma=ESP&CodMagazin=27&CodigoSeccion=349&IntMenu=12&MagSigla=\)](http://www.catie.ac.cr/BancoConocimiento/R/revistas_mipa_68_articulo1/revistas_mipa_68_articulo1.asp?CodIdioma=ESP&CodMagazin=27&CodigoSeccion=349&IntMenu=12&MagSigla=))

ANEXOS

ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN DEL EXPERIMENTO EN EL CAMPO

DISEÑO EXPERIMENTAL								
Repetición I			Repetición II			Repetición III		
E0D1		E2D2		E0D2		E2D1		E3D1
T		E3D1		E0D1		E3D1		E1D1
E3D2		E1D1		E3D2		T		E2D2
E2D1				E1D1		E1D2		E0D2
E1D2		E0D2				E2D2		E0D1
Dosis 1 (100 g /20 l)				Testigo				
Dosis 2 (120 g/ 20 l)				E0, E1, E2, E3 = día 0, día 10, día 22, y día 42				

ANEXO 2. DATOS DE LAS VARIABLES TOMADOS EN CAMPO.

ALTURA DE PLANTAS 10 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	3,0	2,7	3,7	9,3	3,1
E1D1	2,7	2,9	2,5	8,0	2,7
E2D1	2,4	2,6	3,5	8,4	2,8
E3D1	3,0	3,1	2,9	8,9	3,0
E0D2	2,9	3,1	3,7	9,7	3,2
E1D2	2,2	2,6	2,5	7,3	2,4
E2D2	3,2	2,2	3,5	8,9	3,0
E3D2	3,5	3,4	2,9	9,8	3,3
TESTIGO	2,9	2,9	2,9	8,6	2,9
Σ repeticiones	25,7	25,3	28,1	79,0	2,6

NUMERO DE HOJAS 10 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	5	5	4	13	4
E1D1	6	5	4	14	5
E2D1	4	5	4	13	4
E3D1	4	4	5	13	4
E0D2	5	4	5	14	5
E1D2	4	5	4	13	4
E2D2	5	4	5	14	5
E3D2	6	5	4	15	5
TESTIGO	5	5	4	14	5
Σ repeticiones	43	42	39	123	4

ALTURA DE PLANTAS 25 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	5,0	4,6	4,9	14,4	4,8
E1D1	5,4	5,3	4,6	15,2	5,1
E2D1	4,8	4,0	4,9	13,7	4,6
E3D1	4,6	4,4	4,8	13,7	4,6
E0D2	5,7	3,9	5,3	14,9	5,0
E1D2	4,2	4,9	4,1	13,1	4,4
E2D2	4,6	4,4	5,1	14,1	4,7
E3D2	5,5	5,6	5,1	16,2	5,4
TESTIGO	4,9	5,3	4,8	14,9	5,0
Σ repeticiones	44,4	42,1	43,5	130,0	4,3

NUMERO DE HOJAS 25 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	7	5	6	18	6
E1D1	6	7	6	19	6
E2D1	6	6	7	19	6
E3D1	6	6	6	18	6
E0D2	7	6	8	21	7
E1D2	6	7	6	19	6
E2D2	6	6	7	19	6
E3D2	7	7	6	20	7
TESTIGO	6	7	6	19	6
Σ repeticiones	57	57	58	172	6

ALTURA DE PLANTAS 40 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	10,5	9,4	11,1	30,9	10,3
E1D1	10,3	10,6	8,5	29,4	9,8
E2D1	10,2	8,6	9,3	28,2	9,4
E3D1	10,3	9,2	8,8	28,2	9,4
E0D2	11,1	8,7	10,5	30,3	10,1
E1D2	9,0	10,2	8,2	27,4	9,1
E2D2	9,6	9,2	8,7	27,5	9,2
E3D2	11,2	11,1	9,6	31,8	10,6
TESTIGO	9,3	11,2	9,4	29,9	10,0
Σ repeticiones	91,4	88,1	84,1	263,6	8,8

NUMERO DE HOJAS 40 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	17	10	13	40	13
E1D1	16	15	13	43	14
E2D1	15	12	11	38	13
E3D1	14	11	11	36	12
E0D2	16	11	15	42	14
E1D2	14	14	11	39	13
E2D2	15	13	14	42	14
E3D2	17	15	15	47	16
TESTIGO	14	16	13	44	15
Σ repeticiones	138	117	116	370	12

ALTURA DE PLANTAS 55 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	14,0	11,6	12,2	37,7	12,6
E1D1	13,3	14,7	11,8	39,7	13,2
E2D1	14,4	10,3	10,4	35,1	11,7
E3D1	13,4	11,8	9,4	34,6	11,5
E0D2	15,4	10,4	12,8	38,6	12,9
E1D2	13,0	11,8	10,5	35,3	11,8
E2D2	9,1	13,2	12,1	34,3	11,4
E3D2	11,0	13,6	11,4	36,0	12,0
TESTIGO	13,2	13,0	12,1	38,3	12,8
Σ repeticiones	116,6	110,3	102,6	329,5	11,0

NUMERO DE HOJAS 55 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	31	22	33	87	29
E1D1	32	31	21	85	28
E2D1	30	24	24	77	26
E3D1	29	25	24	79	26
E0D2	33	23	33	89	30
E1D2	29	37	21	88	29
E2D2	20	32	29	80	27
E3D2	29	29	30	87	29
TESTIGO	29	31	23	82	27
Σ repeticiones	261	254	238	753	25



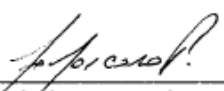

INCIDENCIA DE ENFERMEDAD 40 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E1D1	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E2D1	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E3D1	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E0D2	0,0	20,0	0,0	20	6,67
E1D2	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E2D2	18,0	0,0	0,0	18	6,00
E3D2	14,0	0,0	0,0	14	4,67
TESTIGO	0,0	0,0	0,0	0	0,00
Σ repeticiones	32	20	0	52	1,93

INCIDENCIA DE ENFERMEDAD 55 DÍAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E1D1	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E2D1	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E3D1	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E0D2	0,0	71,0	0,0	71	23,67
E1D2	0,0	0,0	0,0	0	0,00
E2D2	100,0	0,0	0,0	100	33,33
E3D2	100,0	0,0	0,0	100	33,33
TESTIGO	0,0	0,0	0,0	0	0,00
Σ repeticiones	200	71	0	271	10,04

PESO DE COSECHA 70 DIAS					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	0,8	0,4	0,6	1,78	0,59
E1D1	0,7	0,8	0,4	1,94	0,65
E2D1	0,7	0,3	0,4	1,42	0,47
E3D1	0,6	0,4	0,3	1,24	0,41
E0D2	0,9	0,3	0,8	1,95	0,65
E1D2	0,5	0,8	0,3	1,65	0,55
E2D2	0,5	0,9	0,6	1,98	0,66
E3D2	1,0	0,8	0,5	2,26	0,75
TESTIGO	0,7	0,8	0,4	1,89	0,63
Σ repeticiones	6,4	5,3	4,4	16,13	0,60

PRENDIMIENTO (%)					
	I	II	III	Σ trat	\bar{x} trat
E0D1	100	100	100	300	100,00
E1D1	100	100	100	300	100,00
E2D1	100	100	100	300	100,00
E3D1	100	100	100	300	100,00
E0D2	100	100	100	300	100,00
E1D2	100	100	100	300	100,00
E2D2	100	100	75	275	91,67
E3D2	100	100	100	300	100,00
TESTIGO	100	100	75	275	91,67
Σ repeticiones	900	900	850	2650	98,15

ANEXO 3. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE SUELOS

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	 <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA LOJA</small>																																																																																																																																							
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																																																																																																									
<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : MÓNICA GALEAS Dirección : PILLARO Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : G. AGROECOLÓGICA DE PILLARO Provincia : TUNGURAHUA Cantón : PILLARO Parroquia : PILLARO Ubicación :																																																																																																																																								
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : Cultivo Anterior : ZANAHORIA AMAR. Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE 1	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 29.806 N° Muestra Lab. : 92060 Fecha de Muestreo : 08/03/2013 Fecha de Ingreso : 08/03/2013 Fecha de Salida : 14/03/2013																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>35.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>314.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>24.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>1.90</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>11.40</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>3.60</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>6.70</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>6.90</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>137.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>10.80</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>1.90</td><td>ppm</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	35.00	ppm	P	314.00	ppm	S	24.00	ppm	K	1.90	meq/100 ml	Ca	11.40	meq/100 ml	Mg	3.60	meq/100 ml	Zn	6.70	ppm	Cu	6.90	ppm	Fe	137.00	ppm	Mn	10.80	ppm	B	1.90	ppm	<p style="text-align: center;">INTERPRETACION</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>BAJO</th> <th>MEDIO</th> <th>ALTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>P</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>S</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>K</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>Ca</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>Mg</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>Zn</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>Cu</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>Fe</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>Mn</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>B</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">BAJO MEDIO ALTO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>BAJO</th> <th>MEDIO</th> <th>ALTO</th> <th>TOXICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>pH</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">BAJO MEDIO ALTO TOXICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Acido</th> <th>Lig. Ac.</th> <th>Práctic. Neutro</th> <th>Lig. Alc.</th> <th>Alcalino</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>Al</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td>Na</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">ADECUADO LIGERAMENTE TOXICO TOXICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>No Salino</th> <th>Lig. Salino</th> <th>Salino</th> <th>Muy Salino</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CE</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>BAJO</th> <th>MEDIO</th> <th>ALTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>MO</td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> </tbody> </table>		BAJO	MEDIO	ALTO	N				P				S				K				Ca				Mg				Zn				Cu				Fe				Mn				B					BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	pH						Acido	Lig. Ac.	Práctic. Neutro	Lig. Alc.	Alcalino	Acidez Int. (Al+H)						Al						Na							No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino	CE						BAJO	MEDIO	ALTO	MO			
Nutriente	Valor	Unidad																																																																																																																																							
N	35.00	ppm																																																																																																																																							
P	314.00	ppm																																																																																																																																							
S	24.00	ppm																																																																																																																																							
K	1.90	meq/100 ml																																																																																																																																							
Ca	11.40	meq/100 ml																																																																																																																																							
Mg	3.60	meq/100 ml																																																																																																																																							
Zn	6.70	ppm																																																																																																																																							
Cu	6.90	ppm																																																																																																																																							
Fe	137.00	ppm																																																																																																																																							
Mn	10.80	ppm																																																																																																																																							
B	1.90	ppm																																																																																																																																							
	BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																																																																						
N																																																																																																																																									
P																																																																																																																																									
S																																																																																																																																									
K																																																																																																																																									
Ca																																																																																																																																									
Mg																																																																																																																																									
Zn																																																																																																																																									
Cu																																																																																																																																									
Fe																																																																																																																																									
Mn																																																																																																																																									
B																																																																																																																																									
	BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																																																																																																																																					
pH																																																																																																																																									
	Acido	Lig. Ac.	Práctic. Neutro	Lig. Alc.	Alcalino																																																																																																																																				
Acidez Int. (Al+H)																																																																																																																																									
Al																																																																																																																																									
Na																																																																																																																																									
	No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino																																																																																																																																					
CE																																																																																																																																									
	BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																																																																						
MO																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>(meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Σ Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,2</td> <td>1,9</td> <td>7,9</td> <td>16,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural			Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	3,2	1,9	7,9	16,9						<div style="text-align: center;">  RESPONSABLE LABORATORIO </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  LABORATORISTA </div>																																																																																																													
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural																																																																																																																																			
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																																																																																																																	
3,2	1,9	7,9	16,9																																																																																																																																						

ANEXO 4. DETERMINACIÓN DE *Bremia lactuca* EN MUESTRAS FRESCAS



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA
RIOBAMBA - ECUADOR
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½ Telefax 032303330

DATOS INFORMATIVOS

SOLICITANTE: Ing. Mónica Galeas
MUESTRA: Hojas frescas de lechuga
LOCALIDAD: Granja Agroecológica de Pillaro
FECHA DE INGRESO: 18 de Marzo del 2013
FECHA DE ENTREGA: 2 de Abril del 2013
MOTIVO DE ANALISIS: Determinación de la población de *Bremia lactuca*.

CODIGO: E0D2

Bremia lactuca 3.2 X 10³ **upc/g de muestra fresca**

CODIGO: E1D2

Bremia lactuca 2.5 X 10² **upc/g de muestra fresca**

CODIGO: E3D2

Bremia lactuca 2.7 X 10² **upc/g de muestra fresca**

CONCLUSION

- El hongo *Bremia lactuca* se encuentran en nivel poblacional bajo en las tres muestras analizadas.

Atentamente,

Ing. Fernando Rivas
ANALISTA FITOPATOLOGO

ANEXO 5. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL SUELO.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA
RIOBAMBA – ECUADOR
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½ Telefax 032303330

DATOS INFORMATIVOS

SOLICITANTE: Ing. Mónica Galeas

MUESTRA: suelo

LOCALIDAD: Granja Agroecológica de Pillaro

FECHA DE INGRESO: 18 de Marzo del 2013

FECHA DE ENTREGA: 26 de Marzo del 2013

MOTIVO DE ANALISIS: Determinación de las características Microbiológicas y conteo de nemátodos del suelo.

RESULTADOS:

CÓDIGO: T1 Testigo

BACTERIAS 1.4 X 10⁶ ufc/g de suelo

HONGOS

<i>Penicillium sp.</i>	1.0 X 10 ⁶	upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	6.0 X 10 ³	upc/g de suelo
<i>Fusarium sp.</i>	6.0 X 10 ³	upc/g de suelo
<i>Pythium sp.</i>	1.0 X 10 ³	upc/g de suelo
<i>Rhizopus sp.</i>	3.0 X 10 ²	upc/g de suelo
<i>Acremonium sp.</i>	1.0 X 10 ³	upc/g de suelo

Nemátodos 328 nemátodos/ g de suelo

CÓDIGO: T2 (100 g/20 litros de agua)

BACTERIAS 1.2 X 10⁵ ufc/g de suelo

HONGOS

<i>Penicillium sp.</i>	1.0 X 10 ⁴	upc/g de suelo
<i>Fusarium sp.</i>	7.0 X 10 ²	upc/g de suelo
<i>Rhizopus sp.</i>	1.0 X 10 ³	upc/g de suelo

Nemátodos 309 nemátodos/ g de suelo

CÓDIGO: T3 (120 g/20 litros de agua)

HONGOS

<i>Penicillium sp.</i>	1.2 X 10 ⁴	upc/g de suelo
<i>Fusarium sp.</i>	9.0 X 10 ²	upc/g de suelo
<i>Pythium sp.</i>	2.0 X 10 ³	upc/g de suelo
<i>Rhizopus sp.</i>	1.0 X 10 ³	upc/g de suelo
<i>Acremonium sp.</i>	1.0 X 10 ³	upc/g de suelo
<i>Paecilomyces sp.</i>	2.0 X 10 ³	upc/g de suelo

Ufc: unidad formadora de colonia

Upc: unidad propagadora de colonia

Nemátodos 287 nemátodos/ g de suelo

ANEXO 6. COSTOS FIJOS

COSTOS FIJOS				
Descripción	Unidade	Medid	Valor Parcial USD	Valor Total USD
Terreno				
Análisis de Suelo	1	U	25	25
Fundas Análisis de Suelo	10	U	0.05	0.5
Arada	2	U	15	30
Rastra	1	U	15	15
Nivelación	2	jornales	6	12
Labores de campo				
Semilla (1 kg)	1	kg	1.55	1.55
Palas	3	u	6	18
Rastrillo	3	u	8	24
Azadones	3	u	5	15
Carretilla	2	u	20	40
Turba	2	saco	18.2	36.4
Bandejas	3	u	2	6
Trasplante	5	jornales	6	30
Repique	3	jornales	6	18
Alquiler Bomba (20 l)	1	u	20	20
Jarra	1	u	4	4
Control biológico				
<i>Trichoderma harzianum</i>	1	kg	30	30
Otros				
Aplicación	2	jornales	6	12
Deshierbas	2	jornales	6	12
Aporques	2	jornales	6	12
Cosecha (Gavetas)	50	u	2	100
Mano de obra	6	jornales	6	36
Postcosecha (Fundas)	400	u	0.01	4
Mano de obra	4	jornales	6	24
Subtotal				525.45
Administración 10%				55.6
Total				581.05

ANEXO 7. COSTOS VARIABLES

TRATAMIENTOS	DOSIS (l/ 20 l)	COSTO <i>Trichoderma harzianum</i>
E0D1	100g/20 l agua	3
E1D1		3
E2D1		3
E3D1		3
E0D2	120g/20 l agua	3.6
E1D2		3.6
E2D2		3.6
E3D2		3.6
T	TESTIGO	0

ANEXO 8. FOTOGRAFÍAS DEL EXPERIMENTO

- Preparación del terreno y trasplante



- Aplicación de tratamientos



- Primera toma de datos (10 días después del trasplante)



- Segunda toma de datos (25 días después del trasplante)



- Tercera toma de datos (45 días después del trasplante)



- Cuarta toma de datos (55 días después del trasplante)



- Peso y Volumen de raíces (70 días después del trasplante)

