



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO HYMEXAZOL Y DEL
PRODUCTO BIOLÓGICO *Trichoderma harzianum* PARA EL
CONTROL DE *Damping off* EN PLANTAS DE CEDRO (*Cedrela
montana* Moritz ex Turcz.)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA:

DIANA GABRIELA SEVILLA RAMOS

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO HYMEXAZOL Y DEL
PRODUCTO BIOLÓGICO *Trichoderma harzianum* PARA EL
CONTROL DE *Damping off* EN PLANTAS DE CEDRO (*Cedrela
montana* Moritz ex Turcz.)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: DIANA GABRIELA SEVILLA RAMOS

DIRECTORA: Dra. ROSA DEL PILAR CASTRO GÓMEZ

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Diana Gabriela Sevilla Ramos

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, DIANA GABRIELA SEVILLA RAMOS, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 2 de diciembre de 2022



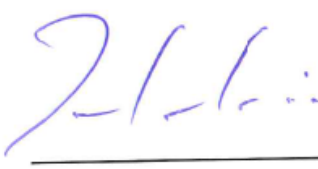
A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Diana Gabriela Sevilla Ramos', written over a faint circular stamp or watermark.

Diana Gabriela Sevilla Ramos

180543525-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO HYMEXAZOL Y DEL PRODUCTO BIOLÓGICO *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE *Damping off* EN PLANTAS DE CEDRO (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.)**, realizado por la señorita: **DIANA GABRIELA SEVILLA RAMOS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva M.Sc. PRESIDENTA DEL TRIBUNAL		2022-12-02
Dra Rosa del Pilar Castro Gómez DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-02
Ing. Rolando Fabián Zabala Vizuet ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-02

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en todo el proceso de formación como profesional con su sabiduría y su amor. A mi madre Silvana Ramos y a mi padre Medardo Sevilla por siempre haber estado apoyándome de manera incondicional y ser mi motivación diaria para vencer cada uno de los retos que se me han presentado durante este proceso, a mis hermanas Alison, Camila y Sarahí por que han sido parte de mi motivación para nunca rendirme y ser su ejemplo como hermana mayor. A mi familia en general por siempre creer en mis capacidades como persona y profesional. A Mishel Buenaño y Omar Rivadeneira quienes han sido parte de este proceso con su amistad y apoyo incondicional para así juntos alcanzar la meta por la cual hemos iniciado la universidad.

Diana

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida, el ser una profesional. Al tribunal de mi Trabajo de Integración Curricular, Ing. Rosa Castro e Ing. Rolando Zabala por haberme guiado con paciencia y amor para lograr culminar mi trabajo de integración curricular. Agradecer a mi querida Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por la educación de calidad que me ha brindado a través de los excelentes docentes que conforman la carrera de Ingeniería Forestal, para ser una Ingeniera que deje en alto a la Institución que la formó.

Diana

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.2. Antecedentes de investigación.....	5
1.3. Referencias teóricas.....	5
1.3.1. <i>Damping off</i>	5
1.3.2. <i>Tipos de Damping off</i>	6
1.3.3. <i>Control biológico a base de Trichoderma harzianum</i>	6
1.3.3.1. <i>Generalidades</i>	6
1.3.3.2. <i>Mecanismos de acción</i>	7
1.3.4. <i>Producto químico Hymexazol</i>	7
1.3.4.1. <i>Generalidades</i>	7
1.3.4.2. <i>Mecanismos de acción</i>	8
1.3.5. <i>Descripción botánica de la especie forestal Cedro (Cedrela montana)</i>	8
2.2.5.1 <i>Generalidades</i>	8
2.2.5.2 <i>Descripción macroscópica</i>	8
2.2.5.3 <i>Taxonomía</i>	8

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	9
2.1. Enfoque de investigación.....	9
2.2. Nivel de investigación.....	9
2.3. Diseño de investigación.....	9
2.4. Tipo de estudio.....	9
2.5. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra.....	9
2.6. Métodos técnicas e instrumentos de investigación.....	10

2.6.1.	<i>Localización</i>	10
2.6.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	10
2.6.3.	<i>Condiciones Climáticas</i>	10
2.7.	Materiales y Equipos	10
2.7.1.	<i>Materiales de campo</i>	10
2.7.2.	<i>Equipos de campo</i>	11
2.7.3.	<i>Materiales de laboratorio</i>	11
2.7.4.	<i>Equipos de laboratorio</i>	11
2.7.5.	<i>Reactivos e insumos</i>	11
2.7.6.	<i>Material biológico</i>	11
2.7.7.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	11
2.8.	Metodología	11
2.8.1.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	11
2.8.2.	<i>Tratamientos</i>	12
2.8.3.	<i>Factores en estudio</i>	12
2.8.4.	<i>Diseño experimental</i>	13
2.8.5.	<i>Toma de muestra del suelo para el posterior análisis</i>	13
2.8.6.	<i>Variables a evaluar</i>	13
2.8.6.1.	<i>Altura</i>	13
2.8.6.2.	<i>Brotes</i>	13
2.8.6.3.	<i>Hojas</i>	13
2.8.7.	<i>Fase de campo</i>	14
2.8.7.1.	<i>Aplicación del Trichoderma harzianum</i>	14
2.8.7.2.	<i>Aplicación del Hymexazol</i>	14
2.8.8.	<i>Severidad de la enfermedad</i>	14
2.8.9.	<i>Análisis económico</i>	15

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	16
3.1.	Análisis del sustrato	16
3.2.	Variables	16
3.2.1.	<i>Variable 1: Altura a los 15 días</i>	16
3.2.2.	<i>Variable 2: Altura a los 30 días</i>	17
3.2.3.	<i>Variable 3: Altura a los 45 días</i>	18
3.2.4.	<i>Variable 4: Brotes a los 15 días</i>	18
3.2.5.	<i>Variable 5: Brotes a los 30 días</i>	19

3.2.6.	<i>Variable 6: Brotes a los 45 días</i>	19
3.2.7.	<i>Variable 7: Hojas a los 15 días</i>	20
3.2.8.	<i>Variable 8: Hojas a los 30 días</i>	20
3.2.9.	<i>Variable 9: Hojas a los 45 días</i>	21
3.2.10.	<i>Representación gráfica de la variable altura (cm) de la especie forestal Cedrela montana y tratamientos</i>	21
3.2.11.	<i>Representación gráfica de la variable brotes de la especie forestal Cedrela montana y tratamientos</i>	22
3.2.12.	<i>Representación gráfica de la variable hojas de la especie forestal Cedrela montana y tratamientos</i>	23
3.3.	Análisis económico	24
3.4.	Discusión	25
CONCLUSIONES		26
RECOMENDACIONES		27
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Tratamientos para el control de <i>Damping off</i>	12
Tabla 1-3:	Análisis físico químico del sustrato de suelo	16
Tabla 2-3:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 15 días.....	17
Tabla 3-3:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 30 días.....	17
Tabla 4-3:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 45 días.....	18
Tabla 5-3:	Análisis de varianza del número de brotes a los 15 días	18
Tabla 6-3:	Análisis de varianza del número de brotes a los 30 días	19
Tabla 7-3:	Análisis de varianza del número de brotes a los 45 días	19
Tabla 8-3:	Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días.....	20
Tabla 9-3:	Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días.....	20
Tabla 10-3:	Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días.....	21
Tabla 11-3:	Datos de la variable Altura (cm)	21
Tabla 12-3:	Datos de la variable Brotes.....	22
Tabla 13-3:	Datos de la variable Hojas.....	23
Tabla 14-3:	Costos de productos aplicados por tratamiento.	24

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-3:	Histograma de la variable altura de la planta a los 15, 30 y 45 días	22
Ilustración 2-3:	Histograma de la variable brotes de la planta a los 15, 30 y 45 días	23
Ilustración 3-3:	Histograma de la variable hojas de la planta a los 15, 30 y 45 días.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ASIGNACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO
- ANEXO B:** LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL ÁREA DEL TRABAJO (CAMA)
- ANEXO C:** ADQUISICIÓN DE PLANTAS
- ANEXO D:** UBICACIÓN DE PLANTAS EN EL ÁREA DE TRABAJO
- ANEXO E:** ROTULACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y BIOLÓGICO
- ANEXO F:** MEDICION DEL ÁREA DE TRABAJO
- ANEXO H:** PRIMERA APLICACIÓN
- ANEXO I:** SEGUNDA APLICACIÓN
- ANEXO J:** TERCERA APLICACIÓN

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficiencia del producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control del *Damping off* en la especie forestal *Cedrela montana*, la metodología aplicada fue a través de tres aplicaciones con las dosis correspondientes las cuales se realizaron a los 15, 30 y 45 días, evaluando número de hojas, brotes y la altura de la especie forestal. El enfoque de la investigación esta direccionado hacia la utilización de productos biológicos para el control de ciertas enfermedades fitopatógenas, realizando así su valor en la eficiencia frente a productos químicos, además de ser un trabajo experimental y comparativo antes de cada aplicación se procedió a tomar datos , es decir con ayuda de una regla se midió la altura de cada planta , luego se continuó con el conteo de hojas y brotes , para así proceder a la aplicación correspondiente usando las siguientes dosis : 30cm³ de *Trichoderma harzianum* en 3 Litros de agua y 20 cm³ de Hymexazol en 3 litros de agua , las mismas que fueron aplicadas en un periodo de 15 días a 90 plantas por cada tratamiento ya que el diseño estadístico usado fue un Diseño Completo al Azar. Como resultados se obtuvo que la incidencia del producto biológico *Trichoderma harzianum* y el producto químico Hymexazol fueron eficientes para el control del *Damping off* .En el tema económico el tratamiento T1R1 (*Trichoderma harzianum*) muestra un costo más bajo con respecto al T2R1 (Himexazol) con \$56,65. Por consiguiente el producto bilógico *Trichoderma harzianum* remplaza al producto químico Hymexazol, puesto que su eficiencia es notoria, recomendando así tomar en cuenta al producto biológico *Trichoderma harzianum* para posibles investigaciones sobre el control de enfermedades fitopatógenas y como bioestimulante en diversas especies forestales.

Palabras clave: <HYMEXAZOL>, <CEDRO (*Cedrela montana*)>, < ENFERMEDADES FITOPATÓGENAS >, < PRODUCTO BIOLÓGICO>, < PRODUCTO QUÍMICO>

**D.B.R.A.J.**
Ing. Cristian Castillo




0061-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the efficiency of the chemical product Hymexazol and the biological product *Trichoderma harzianum* for the control of Damping off in the forest species *Cedrela montana*. The applied methodology was through three applications with the corresponding doses which were carried out at 15, 30, and 45 days, evaluating the number of leaves, shoots, and the height of the forest species. The research approach is directed towards the use of biological products for the control of certain phytopathogenic diseases, by realizing their value in efficiency against chemical products. In addition, data was collected to be an experimental and comparative work before each application. It means that with the help of a rule, the height of each plant was measured, then the counting of leaves and buds was continued in order to proceed with the corresponding application using the following dose: 30cm³ of *Trichoderma harzianum* in 3 liters of water and 20 cm³ of Hymexazol in 3 liters of water. They were applied in a period of 15 days to 90 plants for each treatment since the statistical design used was a Complete Random Design. As result, it was obtained that the biological incidence of the product *Trichoderma harzianum* and the chemical product Hymexazol were efficient for the control of Damping off. In the economic issue, the treatment T1R1 (*Trichoderma harzianum*) shows a lower cost with respect to T2R1 (Himexazol) at \$56.65. Therefore, the biological product *Trichoderma harzianum* replaces the chemical Hymexazol, since its efficiency is notorious. It was recommended that the biological product *Trichoderma harzianum* was for possible research on the control of phytopathogenic diseases and as a biostimulant in various forest species.

Keywords: <HYMEXAZOL>, <CEDAR (*Cedrela montana*)>, <PHYTOPATHOGENIC DISEASES>, <BIOLOGICAL PRODUCT>, <CHEMICAL PRODUCT>.

Riobamba, January 9th, 2023



Ph.D. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los productos químicos están tomando realce ya sea como fungicidas, herbicidas e insecticidas, debido a su actuación inmediata sobre el problema que deseamos controlar en nuestra planta, pero ¿Hasta qué punto resulta factible usar estos productos químicos como primera opción?, la verdad como ya se había mencionado anteriormente, debido a la rapidez en que eliminan a nuestro problema si resulta ser factible, pero debemos mencionar que no es amigable con nuestro planeta.

Los productos químicos no son amigables con nuestro planeta es por ello que se impulsa la utilización y manejo de productos con origen biológico, para así minimizar su impacto en el ambiente pero que resulte con la misma efectividad sobre el control del problema al igual que los productos químicos.

En esta ocasión se analizará la evaluación de un producto químico el cual es el Himexazol y un producto biológico denominado *Trichoderma harzianum* , para el control de *Damping off* en plantas de *cedrela montana* (cedro) , el cual se espera que sirvan como punto de partida para revertir el uso excesivo de productos químicos, se analizará el *Damping off* en *Cedrela montana* puesto que es una especie forestal de gran importancia ya que se denota por ser una de las especies maderables que más demanda tienen en la industria forestal, resaltando su potencialidad de rehabilitación ecológica y al valor comercial de su madera.

El presente trabajo de investigación denominado “EVALUACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO HYMEXAZOL Y DEL PRODUCTO BIOLÓGICO *Trichoderma harzianum* PARA CONTROLAR EL *Damping off* EN PLANTAS DE CEDRO (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.)”, se desarrollará en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en donde se propaga plantas de *Cedrela montana*, las mismas que se enfrentan a dicha enfermedad , por lo cual a través de la incidencia de un producto químico “HYMEXAZOL” y uno biológico *Trichoderma harzianum* se pretende controlar el *Damping off* para mejorar el desarrollo de la planta y por ende establecer mejoras económicas a nivel de vivero.

Planteamiento del problema

El Damping-off está considerado como el complejo fitopatológico que produce más bajas en los viveros e invernaderos forestales. *Cedrela montana* es de gran importancia en la actualidad a nivel de vivero, pero cabe mencionar que está siendo atacada comúnmente por la enfermedad de

Damping off, causando pérdidas económicas considerables. Es por ello que en el presente trabajo se evaluará la eficiencia de un producto químico y un biológico para el control de *Damping off*, puesto que la especie es de gran importancia ya que se denota por ser una de las especies maderables que más demanda tienen en la industria forestal.

La falta de información y el desconocimiento sobre productos biológicos para controlar el *Damping-off* es la principal causa que se plantea y es por esto que se pretende evaluar la incidencia tanto del producto químico y del biológico.

Limitaciones y delimitaciones

Limites

Los límites que se plantean en la siguiente investigación es una comparación de la incidencia entre el Himexazol y el *Trichoderma harzianum* sobre el control del *Damping off*.

Delimitaciones

Las delimitaciones para la establecer la incidencia tanto del producto químico y del biológico son las siguientes: Altura de la planta, número de brotes y foliolos.

Problema general de la investigación

En la Actualidad el *Damping off* es una enfermedad que está tomando realce a nivel de vivero puesto que generalmente, el mismo se muestra en las primeras semanas del almácigo, una vez que las plántulas comienzan a emerger. Los indicios que se muestran son una coloración amarilla de las puntas del follaje, luego marchites y al final, muerte de las plantas, lo cual genera y representa una pérdida económica para los viveros al momento de propagar plantas, es por ello que se generó el siguiente tema de investigación “EVALUACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO HYMEXAZOL Y DEL PRODUCTO BIOLÓGICO *Trichoderma harzianum* PARA CONTROLAR EL *Damping off* EN PLANTAS DE CEDRO (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.)”.

Problema específico de la investigación

Falta de información y el desconocimiento sobre productos biológicos para controlar el *Damping-off*.

Comparación de la incidencia del producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum* para controlar el *Damping-off*.

Objetivos

General

- Evaluar el producto químico HYMEXAZOL y el producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control de *Damping off* en plantas de cedro (*Cedrela montana*).

Específicos

- Determinar la incidencia del producto químico Hymexazol para el control del *Damping off*.
- Analizar la incidencia del producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control del *Damping off*.
- Comparar el valor económico del uso del producto químico y el producto biológico.

Justificación

La presente investigación se enfocará en la evaluación de un producto químico Hymexazol y un producto biológico el cual es *Trichoderma harzianum* para el control de *Damping-off* en la especie forestal *Cedrela montana*.

Este trabajo permitirá mostrar los cambios y la eficiencia tanto del producto químico como del biológico sobre el *Damping-off* puesto que se pretende alcanzar niveles altos referentes al tema económico evitando pérdidas en el vivero por falta de control de dicha enfermedad.

Justificación teórica

La presente investigación busca evaluar el producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control del *Damping off* en plantas de *cedrela montana*, por lo cual es importante mencionar que significa cada uno de los productos a ser utilizados en la investigación.

Trichoderma harzianum es un hongo beneficioso para las plantas, ampliamente utilizado como agente de control biológico contra diversos patógenos vegetales. Se utiliza en aplicaciones

foliares, tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos (Cubillos, 2009, pp.11-13).

HYMEXAZOL estimula la producción de raíces, mejorando la toma de nutrientes además promueve el desarrollo foliar y el vigor del cultivo en estado de plántula recalando que contribuye a la sanidad previniendo el ataque por hongos del suelo, y cuenta con alta compatibilidad con el cultivo y organismos del suelo (Gonzales, 2019, p.5).

Justificación metodológica

La metodología empleada se basó en un diseño completo al azar para analizar nuestros resultados y comparar la eficiencia de los productos a ser utilizados, se desarrollará un análisis de suelo en donde se determinarán parámetros como el pH, la conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, humedad, macro y micro nutrientes.

Justificación práctica

La presente investigación tiene como proceso la aplicación de 3 dosis del producto químico Hymexazol, el producto biológico *Trichoderma harzianum* y el testigo que es el agua para el control del *Damping off*, en un periodo de 15, 30 y 45 días, en los cuales de igual forma se tomaran datos de la altura de la planta, numero de brotes y foliolos.

Hipótesis

Nula

Ninguno de los tratamientos es eficiente para el control de *Damping off* en las plantas de *Cedrela montana* (*Cedro*).

Alternativa

Al menos uno de los tratamientos es eficiente para el control de *Damping off* en las plantas de *Cedrela montana* (*Cedro*).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.2. Antecedentes de investigación

Según (Guerrero, 2013: pp. 1-7) en el trabajo titulado “Control de Damping off en arveja (*Pisum sativum*.), utilizando *Trichoderma harzianum*, fosfito potásico, CaCO₃ y Proganic Mega” obtuvo que de las alternativas evaluadas para controlar Damping off en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*.) El tratamiento 1 (*Trichoderma harzianum*) registró la más baja incidencia de enfermedad con 1,98 % a los 115 días.

Según (Andrade, 2012: p. 80) en el trabajo titulado “Evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* para el control de Marchitez en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en el cantón Pillaro, provincia de Tungurahua.” Concluyó que el *Trichoderma harzianum* tiene muchas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo, a parte produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos, su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y hábitad donde los hongos causan enfermedad le permiten ser eficiente agente de control, de igual forma puede sobrevivir e medios con contenidos significativos de pesticidas y otros químicos, además su gran variabilidad se constituye en un reservorio de posibilidades de control biológico bajo diferentes sistemas de producción y cultivos.

1.3. Referencias teóricas

1.3.1. *Damping off*

El *Damping off* es una enfermedad polífaga que afecta a plantas en estadio juvenil. Esta, es ocasionada por un conjunto de organismos del suelo entre los que se encuentran *Phytophthora*, *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia*. La patología es particularmente seria en viveros, especialmente en el momento del trasplante.

Damping off también es conocido como marchitamiento fúngico y ahogamiento, es el efecto que provocan un conjunto de hongos presentes en el suelo, afectando las semillas, semillas en germinación y plántulas.

El ahogamiento de las plántulas es una enfermedad que se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo. Aparece en valles y suelos forestales, en climas tropicales y templados, y en invernaderos. Esta enfermedad afecta semillas, plántulas y plantas adultas de casi todos los tipos de hortalizas, cereales y muchos árboles frutales y forestales. Sin embargo, en cualquiera de los casos, los daños más importantes son las que sufren las semillas y las raíces de las plántulas durante su germinación, ya sea antes o después de que emerjan del suelo (Fernández, 2013: p. 23).

Agentes causales (Guerrero, 2013, p. 22):

- *Pythium sp.*
- *Phytophthora sp.*
- *Fusarium sp.*
- *Rhizoctonia sp.*

1.3.2. Tipos de Damping off.

- En pre emergencia.

Los microorganismos atacan a las semillas y a las plantas antes de que emerjan del sustrato, manifestándose por la necrosis del hipocótilo y de los cotiledones. Este tipo de infección es difícil de diagnosticar porque no hay sintomatología visible, puede sospecharse su presencia cuando los porcentajes de germinación son más bajos que los obtenidos corrientemente (Guerrero, 2013: p. 22).

Es la ausencia total de la germinación debida a la excesiva contaminación por hongos patógenos que destruyen el embrión, o bien como consecuencia de los ataques primarios a los jóvenes radiculares, no permitiendo que la plántula alcance el suficiente desarrollo para atravesar la superficie del suelo (Guerrero, 2013: p. 22).

- En post emergencia.

Es la penetración de los hongos fitopatógenos en los tejidos tiernos, todavía no lignificados de las raíces y el eje del hipocótilo (Guerrero, 2013: p. 22).

1.3.3. Control biológico a base de *Trichoderma harzianum*.

1.3.3.1. Generalidades

Se ha demostrado que el *Trichoderma spp.* Actúa contra un amplio rango de hongos fitopatógenos transmitidos por suelo y aire. Ha sido usado contra pudriciones en un amplio rango de especies,

causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* y patógenos formadores de esclerocios como *Sclerotinia* y *Sclerotium* (Chiriboga et al., 2015: p. 14).

Trichoderma spp. Tiene diversas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo. Aparte de esto produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos. Puede desarrollarse en una amplia gama de sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y a hábitats donde los hongos causan enfermedades, le permiten ser un eficiente bioagente de control.

De igual forma, puede sobrevivir en medios con contenidos significativos de agrodefensivos y otros químicos. Aparte, su gran variabilidad se constituye en un reservorio de posibilidades de control biológico, bajo diferentes sistemas de producción y cultivo (Chiriboga, 2019: p.3).

Se ha demostrado que el *Trichoderma spp.* Actúa contra un amplio rango de hongos fitopatógenos transmitidos por suelo y aire. Ha sido usado contra pudriciones en un amplio rango de especies, causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*; y patógenos formadores de esclerocios como *Sclerotinia* y *Sclerotium*. (Chiriboga, 2019: p.3).

1.3.3.2. Mecanismos de acción.

Se puede encontrar en diferentes materiales orgánicos y suelos, estos microorganismos son ampliamente conocidos por su rápida colonización de cepas, el color del micelio es blanco y eventualmente desarrolla un color verde oscuro después de la esporulación (Martínez, 2015: pp.11-12).

La aplicación de *Trichoderma harzianum*, en los estados de la planta ayuda en el incremento del sistema radicular y la parte aérea indicando mayor vigor y protección a la hora del trasplante, es muy utilizado para proveer hongos fitopatógenos del suelo (Donoso, et al., 2008: pp.52-57).

1.3.4. Producto químico Hymexazol

1.3.4.1. Generalidades

Hymexazol estimula la producción de raíces, mejorando la toma de nutrientes además promueve el desarrollo foliar y el vigor del cultivo en estado de plántula recalando que contribuye a la

sanidad previniendo el ataque por hongos del suelo, y cuenta con alta compatibilidad con el cultivo y organismos del suelo (Gonzales, 2019: p.5).

1.3.4.2. Mecanismos de acción

Actúa inhibiendo el crecimiento de los hongos al interferir con la síntesis de ácidos nucleicos, en el ADN y ARN; así mismo estimula la producción de fitohormonas reguladoras del crecimiento en las plantas y de fitohormonas de defensa a patógenos fungosos (Gonzales, 2019: p.5).

1.3.5. Descripción botánica de la especie forestal Cedro (*Cedrela montana*)

2.2.5.1 Generalidades

Árbol de 25 m, corteza café muy fisurada. Hojas compuestas, alternas paripinadas, 7–9 folíolos de bases marcadamente asimétricas, con borde entero; caducifolio. La inflorescencia que presenta es un racimo compuesto de 20-25 cm., las flores son bisexuales, pequeñas, con 4-5 pétalos, de color blanco azulado, con cáliz y corola presente. El fruto es una cápsula, abiertos (en dispersión de las semillas) parecen flores de madera; semillas aladas (sámaras), ortodoxa (Eras, 2012: p. 27).

2.2.5.2 Descripción macroscópica

- Poros: Visibles a simple vista a ligeramente visibles. Pueden predominar los múltiples radiales de 2-6 poros, como solitarios, de forma redonda; porosidad semicircular, la concentración cambia regularmente de anillo a anillo. Muy pocos menos de 5 por mm². Pueden contener inclusiones como gomas de color rojizo.

- Parénquima: Visible a simple vista, en bandas marginales y escaso alrededor de los poros, es decir, paratraqueal vasicéntrico (Eras, 2012: p. 32).

2.2.5.3 Taxonomía

ORDEN: Sapindales

FAMILIA: Meliaceae

GÉNERO: *Cedrela*

ESPECIE: *montana*

NOMBRE COMÚN: Cedro, cedro blanco (Eras, 2012: p. 28).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación esta direccionado hacia la utilización de productos biológicos para el control de ciertas enfermedades fitopatógenas, realizando así su valor en la eficiencia frente a productos químicos, los cuales no generan un aporte ambiental positivo, es así que se pretende comparar la eficiencia del producto químico Hymexazol frente a un producto biológico denominado *Trichoderma harzianum* en la especie forestal *Cedrela montana*.

2.2. Nivel de investigación

El presente trabajo cuenta con una investigación experimental y comparativa ya que se pretende controlar el *Damping off* a través de la eficiencia de los productos tanto químico como biológico en un lapso de 15, 30 y 45 días en variables como la altura, numero de brotes y foliolos, lo cual, al obtener los resultados, se sugerirá el uso del producto que mejor eficiencia haya reflejado.

2.3. Diseño de investigación

El Diseño de investigación usado en el presente trabajo es un (DCA) Diseño Completo al Azar puesto que la influencia de posibles fuentes de variación se encontrará controlada para así asegurarse del efecto de nuestro factor de estudio que en este caso es el producto químico y el producto biológico.

2.4. Tipo de estudio

El tipo de estudio de la presente investigación es considerado de campo ya que se recolectó los datos de una manera directa y real en relación al problema de investigación.

2.5. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

En la presente investigación se utilizó tres tratamientos en 3 repeticiones obteniendo como resultado 9 unidades experimentales.

2.6. Métodos técnicas e instrumentos de investigación

2.6.1. Localización

El proyecto se llevó a cabo en el Umbráculo situado en el vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales el cual se encuentra ubicado en la Panamericana Sur, Km 1½ de la ciudad de Riobamba.

2.6.2. Ubicación Geográfica

El proyecto se llevó a cabo en el Umbráculo del vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales.

Provincia: Chimborazo

Cantón: Riobamba

Institución: ESPOCH

Instalación: Umbráculo del vivero

Coordenadas geográficas

- UTM WGS 84 Zona 17 S
- X: 757915.59 m E
- Y: 9817422.91 m S

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

2.6.3. Condiciones Climáticas

La temperatura más alta es de 28,3 °C y se presenta generalmente en el mes de diciembre, mientras que la temperatura mínima es de 3,6 °C. La temperatura más bajas se presentan en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre (Caizaluisa y López, 2020: p. 29).

2.7. Materiales y Equipos

2.7.1. Materiales de campo

- Libreta de campo, lápiz, regadera, estacas, metro, letreros, clavos, bomba de mano, baldes, guantes quirúrgicos, probeta, regla, rótulos de identificación.

2.7.2. Equipos de campo

- Cámara fotográfica.

2.7.3. Materiales de laboratorio

- Envases plásticos, muestra de suelo, cápsula de porcelana, cucharas plásticas, papel filtro, embudo

2.7.4. Equipos de laboratorio

- Balanza analítica, mufla, tamizador.

2.7.5. Reactivos e insumos

- Agua destilada, Bicarbonato de Sodio, EDTA, SUPERFLOC, Hidróxido de sodio, Clorox, Tartrato de potasio y antimonio, Ácido sulfúrico, Molibdato de amonio, Goma arábica, Ácido ascórbico, Óxido de lantano, Ácido clorhídrico, Hymexasol.

2.7.6. Material biológico

- *Trichoderma harzianum*, 90 plantas de Cedro.
- Muestra de sustrato

2.7.7. Materiales y equipos de oficina

- Computadora, impresora, hojas, libreta, lápiz, borrador.
- Programas Informáticos: Word 2019, Excel 2019

2.8. Metodología

2.8.1. Especificaciones del campo experimental

- **Adquisición de las plántulas de *Cedrela montana* (Cedro):** Se realizó la designación del área de trabajo en el Umbráculo del Vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por parte de la Ing. Jenny Núñez, en donde se realizó la adquisición de un total de 100 plántulas

de *Cedrela montana* (Cedro), se eligieron las plantas con características similares para que el ensayo tenga homogeneidad.

- **Limpieza y desinfección del área de trabajo dentro del umbráculo:** Se realizó la limpieza del área designada en el umbráculo, retirando todos los residuos sólidos de la cama designada, para la desinfección se utilizó cal, la misma que se esparció por toda la cama de una manera homogénea.
- **Instalación del ensayo:** se realizó la instalación del ensayo con las siguientes especificaciones del campo experimental:

Número de tratamientos:	3
Número de repeticiones:	3
Números de total de unidades experimentales:	9
Forma	Rectangular
Largo	383 cm
Ancho	120 cm

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

2.8.2. *Tratamientos*

Tabla 1-2: Tratamientos para el control de *Damping off*.

Tratamiento	Código	Descripción
1	T1	<i>Cedrela montana</i> X <i>Trichoderma harzianum</i>
2	T2	<i>Cedrela montana</i> X Hymexazol.
3	T3	<i>Cedrela montana</i> X agua

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

- **Aleatorización, rotulación de las plantas**

Se realizó un sorteo para la ubicación correspondiente de los tres tratamientos y posteriormente se procedió a rotular los tratamientos y sus respectivas repeticiones.

2.8.3. *Factores en estudio*

Los factores en estudio fueron el producto biológico *Trichoderma harzianum*, el producto químico Hymexazol, y la especie *Cedrela montana*.

2.8.4. *Diseño experimental*

El experimento fue desarrollado considerando un diseño completo al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones, por cada repetición se emplearon 10 plantas de *Cedrela montana*. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza.

2.8.5. *Toma de muestra del suelo para el posterior análisis*

Se procedió a tomar 3 plántulas al azar, se colocó el sustrato encima de una superficie limpia (funda), luego se mezcló el sustrato de las tres fundas de las plántulas de manera homogénea, se procedió a formar un cuadrado con el sustrato, se lo dividió en cuatro partes iguales y se tomó dos partes en forma diagonal como muestra de suelo.

2.8.6. *Variables a evaluar*

2.8.6.1. *Altura*

La altura se evaluó cada 15 días utilizando una regla, la cual la ubicamos desde la base de la planta hasta el primer brote, se realizó por orden de tratamiento y repetición, los datos se anotaron en la libreta de campo.

2.8.6.2. *Brotos*

Se llevó un conteo minucioso de cada brote emergido, de cada planta en orden de tratamiento y repetición, los datos se anotaron en la libreta de campo. Las mediciones se realizaron a los 15, 30 y 45 días.

2.8.6.3. *Hojas*

Se llevó un conteo de los folíolos que eran parte de la planta en el transcurso de cada 15 días de cada planta en orden de tratamiento y repetición, los datos se anotaron en la libreta de campo.

2.8.7. Fase de campo

2.8.7.1. Aplicación del *Trichoderma harzianum*

Cálculos: Se realizaron los cálculos pertinentes con respecto a la aplicación del producto biológico *Trichoderma harzianum*, para ellos se tomó la referencia de las dosis ya establecidas en los productos por la casa comercial de 1,5 a 2 l/ha, obtenemos lo siguiente:

Dosis necesaria para aplicación del *Trichoderma harzianum* sobre las plantas de cedro.

10 cm³ → 1 planta

30 cm³ → 30 plantas

Entonces:

30cm³ *Trichoderma harzianum* → 3 Litros de agua

Aplicación: Se realizó la mezcla de la dosis calculada para el tratamiento y se aplicó a las plantas utilizando una bomba de mano, tratando de ser homogéneos en la aplicación. Se evaluó el efecto del *Trichoderma harzianum* en el control del *Damping off*, con el indicador de dosis de *Trichoderma harzianum* / litro de agua, mediante la observación y con ayuda de fichas técnicas y libros.

2.8.7.2. Aplicación del Hymexazol

Cálculos: Se realizaron los cálculos pertinentes con respecto a la aplicación del producto químico Hymexazol para ellos se tomó la referencia de las dosis ya establecidas en los productos, obtenemos lo siguiente:

Dosis necesaria para aplicación del Hymexazol sobre las plantas de cedro.

20 cm³ Hymexazol → 3 Litros de agua

Aplicación: Se realizó la mezcla de la dosis calculada para el tratamiento y se aplicó a las plantas utilizando una bomba de mano, tratando de ser homogéneos en la aplicación.

2.8.8. Severidad de la enfermedad

Para la implementación del ensayo se utilizó 100 plantas de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, las cuales presentaban la incidencia de *Damping off*.

Luego de haber evaluado por un periodo de 45 días, la investigación presentó mayor porcentaje de sobrevivencia de las plantas bajo el tratamiento de *Trichoderma harzianum* con un 100 %, a comparación del tratamiento químico que de igual forma se reflejó una sobrevivencia del 100 % pero cabe recalcar que se

presentaba marchitez en las plantas ya que sus hojas empezaban a secarse, lo cual no sucedía en el tratamiento biológico.

2.8.9. *Análisis económico*

Para el análisis económico se realizó la relación beneficio/costo para determinar la rentabilidad de la aplicación de los tratamientos evaluados, calculando los costos de aplicación de cada producto evaluado, costos que varían, beneficio bruto y beneficio neto, además se realizó el análisis según Perrin (1972) citado por (Quinche, 2009: p. 34).

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Análisis del sustrato

En la Tabla 1-3 se puede observar los resultados del análisis físico-químico del sustrato de la especie forestal *Cedrela montana* obteniendo como resultados lo siguiente: cuenta con un pH de 7.24 lo que corresponde a un suelo con un pH neutro, respecto a la conductividad eléctrica se muestra un 671.0 μS es decir es un suelo No Salino, referente a la materia orgánica representa el 6,81 % es decir existe alta cantidad de materia orgánica puesto que ya es un sustrato preparado, referente a NH_4 es Bajo con una cantidad de 10.30 mg/L, el fósforo (P) es medio con un valor de 23.41 mg/L, y K es normal con un valor de 0.59 Meq/100g.

Tabla 1-3: Análisis físico químico del sustrato de suelo

Identificación	pH	Conductividad Eléctrica (μS)	M.O (%)	NH_4 (mg/L)	P (mg/L)	K (Meq/100g)
TIC	7.24 N	671.0 No salino	6.81 A	10.30 B	23.41 M	0.59 M

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2. Variables

Se determinó a través de una prueba de normalidad que los datos obtenidos de las distintas variables, altura, número de brotes y número de hojas, se encuentran distribuidos normalmente ($p > 0,05$).

3.2.1. Variable 1: Altura a los 15 días

En el análisis de varianza para la variable altura (cm) a los 15 días (Tabla 2-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 7,56% y obteniendo una media de 12,071 cm en altura.

Tabla 2-3: Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 15 días

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	F
Tratamiento	2	3,307	1,653	1,983 N.S.
Error	6	5,002	0,834	
Total	8	8.309		
N.S.	No Significativo			
C.V (%)	7,56			
\bar{x} (cm)	12,071			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.2. Variable 2: Altura a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable altura (cm) a los 30 días (Tabla 3-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 5,99% y obteniendo una media de 13,273 cm en altura.

Tabla 3-3: Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 30 días

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	F
Tratamiento	2	3,878	1,939	3,066 N.S.
Error	6	3,795	0,633	
Total	8	7,673		
N.S.	No Significativo			
C.V (%)	5,99			
\bar{x} (cm)	13,273			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.3. Variable 3: Altura a los 45 días

En el análisis de varianza para la variable altura (cm) a los 45 días (Tabla 4-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 7,9 % y obteniendo una media de 14,007cm en altura.

Tabla 4-3: Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 45 días

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	F
Tratamiento	2	8,357	4,178	3,41 N.S.
Error	6	7,351	1,225	
Total	8	15,708		
N.S.	No Significativo			
C.V (%)	7,9			
\bar{x} (cm)	14,007			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.4. Variable 4: Brotes a los 15 días

En el análisis de varianza para la variable brotes a los 15 días (Tabla 5-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 26,52 % y obteniendo una media de brotes de 2.

Tabla 5-3: Análisis de varianza del número de brotes a los 15 días

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	F
Tratamiento	2	0,222	0,111	0,5 N.S.
Error	6	1,333	0,222	
Total	8	1,556		
N.S.	No Significativo			
CV (%)	26,52			
\bar{x} (cm)	1,778			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.5. Variable 5: Brotes a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable brotes a los 30 días (Tabla 6-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 17,65 % y obteniendo una media de brotes de 2.

Tabla 6-3: Análisis de varianza del número de brotes a los 30 días

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	F
Tratamiento	2	0,222	0,111	1 N.S.
Error	6	0,667	0,111	
Total	8	0,889		
N.S.	No Significativo			
CV (%)	17,65			
\bar{x} (cm)	1,889			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.6. Variable 6: Brotes a los 45 días

En el análisis de varianza para la variable brotes a los 45 días (Tabla 7-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 0,00 % y obteniendo una media de brotes de 2.

Tabla 7-3: Análisis de varianza del número de brotes a los 45 días

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	F
Tratamiento	2	0,000	0,000	999,99 N.S.
Error	6	0,000	0,000	
Total	8	0,000		
N.S.	No Significativo			
CV (%)	0,00			
\bar{x} (cm)	2,000			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.7. Variable 7: Hojas a los 15 días

En el análisis de varianza para la variable hojas a los 15 días (Tabla 8-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 18,09 % y obteniendo una media de cantidad de hojas de 6.

Tabla 8-3: Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días

ADEVA				
F.d.V	G.I	SC	CM	F
Tratamiento	2	1,556	0,778	0,636 N.S.
Error	6	7,333	1,222	
Total	8	8,889		
N.S.	No Significativo			
CV (%)	18,09			
\bar{x} (cm)	6,111			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.8. Variable 8: Hojas a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable hojas a los 30 días (Tabla 9-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 30,59 % y obteniendo una media de cantidad de hojas de 5.

Tabla 9-3: Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días

ADEVA				
F.d.V	G.I	SC	CM	F
Tratamiento	2	6,889	3,444	1,192 N.S.
Error	6	17,333	2,889	
Total	8	24,222		
CV (%)	30,59			
\bar{x} (cm)	5,435			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.9. Variable 9: Hojas a los 45 días

En el análisis de varianza para la variable hojas a los 45 días (Tabla 10-3) se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 30,41 % y obteniendo una media de cantidad de hojas de 5.

Tabla 10-3: Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	F
Tratamiento	2	2,889	1,444	0,684 N.S.
Error	6	12,667	2,111	
Total	8	15,556		
N.S.	No Significativo			
CV (%)	30,41			
\bar{x} (cm)	4,778			

F. V (Fuente de variación), G. L (Grados de libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrados medios), F (Valor F), P-valor (Valor p).

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.10. Representación gráfica de la variable altura (cm) de la especie forestal *Cedrela montana* y tratamientos

En la Tabla 11-3 se representan los datos de la altura (cm) de la especie *Cedrela montana* a los 15, 30 y 45 días en cada uno de los tratamientos los cuales son *Trichoderma harzianum*, Hymexazol y el Testigo.

Tabla 11-3: Datos de la variable Altura (cm)

Tratamientos	15 días	30 días	45 días
<i>Trichoderma harzianum</i>	11,870	13,203	13,843
Hymexazol	11,450	12,507	12,917
Testigo	12,893	14,110	15,260

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

En la Gráfico 1-3 podemos observar un histograma de la variable altura de la planta *Cedrela montana* a los 15, 30 y 45 días con su respectivo tratamiento, dándonos como resultados a los 15

días que el testigo refleja mayor altura seguido del *Trichoderma harzianum* y finalmente el Hymexazol, a los 30 y 45 días se mantiene el mismo orden, recalcando que, si existe un aumento en las alturas, pero siempre predomina el Testigo.

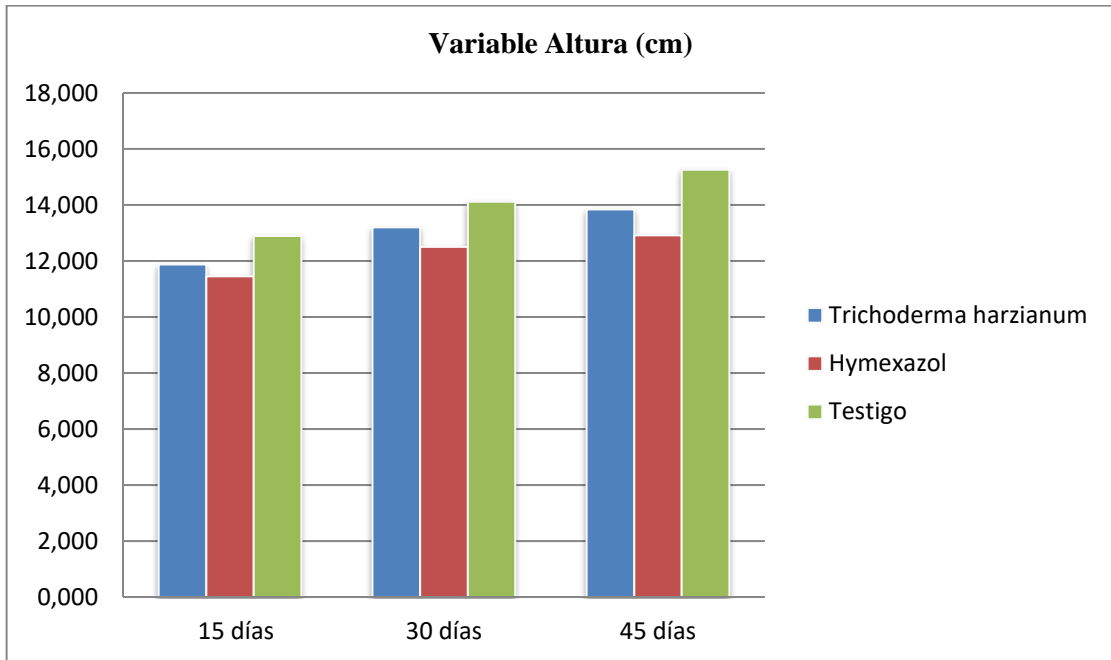


Ilustración 1-3: Histograma de la variable altura de la planta a los 15, 30 y 45 días.

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.11. Representación gráfica de la variable brotes de la especie forestal *Cedrela montana* y tratamientos

En la Tabla 12-3 se representan los datos de la cantidad de brotes de la especie *Cedrela montana* a los 15, 30 y 45 días en cada uno de los tratamientos los cuales son *Trichoderma harzianum*, Hymexazol y el Testigo.

Tabla 12-3: Datos de la variable Brotes

Tratamientos	15 días	30 días	45 días
<i>Trichoderma harzianum</i>	1,667	2,000	2,000
Hymexazol	2,000	1,667	2,000
Testigo	1,667	2,000	2,000

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

En el Gráfico 2-3 podemos observar un histograma de la variable brotes de la planta *Cedrela montana* a los 15, 30 y 45 días con su respectivo tratamiento, dándonos como resultados a los 15 días que el Hymexazol refleja mayor cantidad de brotes seguido del *Trichoderma harzianum* y

el Hymexazol con una cantidad similar, a los 30 días refleja que el *Trichoderma harzianum* y el testigo muestran mayor cantidad de brotes ya que cuentan con la misma cantidad , seguido del Himexazol , a los 45 días se mantiene la misma cantidad de brotes para los tres tratamientos.

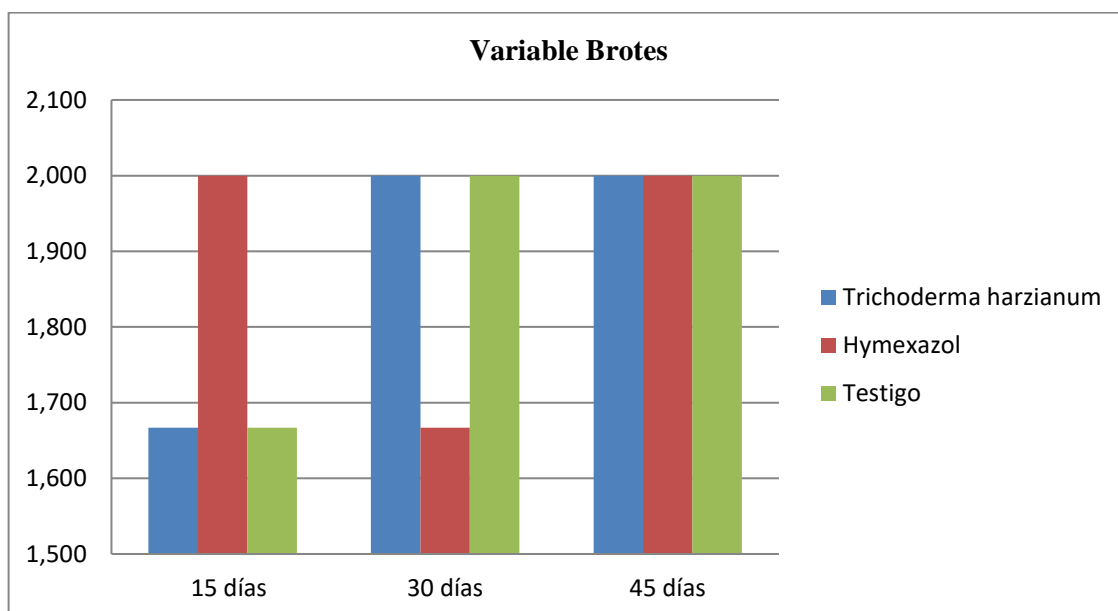


Ilustración 2-3: Histograma de la variable brotes de la planta a los 15, 30 y 45 días.

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.2.12. Representación gráfica de la variable hojas de la especie forestal *Cedrela montana* y tratamientos

En la Tabla 13-3 se representan los datos de la cantidad de hojas de la especie *Cedrela montana* a los 15, 30 y 45 días en cada uno de los tratamientos los cuales son *Trichoderma harzianum*, Hymexazol y el Testigo.

Tabla 13-3: Datos de la variable Hojas

Tratamientos	15 días	30 días	45 días
<i>Trichoderma harzianum</i>	6,667	6,000	5,000
Hymexazol	6,000	4,166	4,000
Testigo	5,667	6,000	5,333

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

En el Gráfico 3-3 podemos observar un histograma de la variable hojas de la planta *Cedrela montana* a los 15, 30 y 45 días con su respectivo tratamiento, dándonos como resultados a los 15 días que el *Trichoderma harzianum* refleja mayor cantidad de hojas seguido del Hymexazol y posterior el Testigo, a los 30 días refleja que el *Trichoderma harzianum* y el testigo muestran

mayor cantidad de hojas ya que cuentan con la mismo valor seguido del Himexazol, a los 45 días el Testigo refleja mayor cantidad de hojas que el *Trichoderma harzianum* y el Hymexazol.

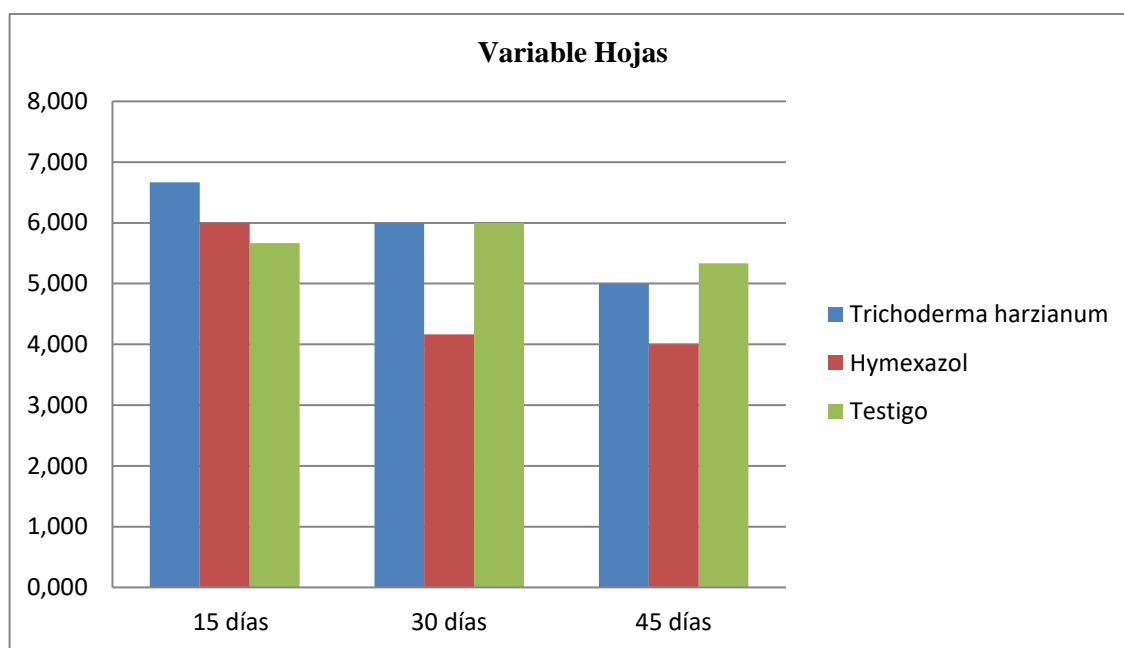


Ilustración 3-3: Histograma de la variable hojas de la planta a los 15, 30 y 45 días.

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022.

3.3. Análisis económico

El análisis de beneficio/costo para cada uno de los tratamientos muestra que el tratamiento testigo en donde no se administró ningún producto posee el menor costo, aunque existe gran riesgo de mortalidad de las plantas por *Damping off*. El costo por aplicación más alto fue el tratamiento T2R1 (Himexazol 20 cm³) con \$57,97 por planta.

Tabla 14-3: Costos de productos aplicados por tratamiento.

Tratamiento	Costo de aplicación por planta (\$)	Costo variable (\$)	Beneficios brutos (\$)	Beneficio neto (\$)
T1R1	56,65	55,30	538,2	484,38
T1R2	33,35	32,00	316,8	284,80
T1R3	33,35	32,00	316,8	284,80
T2R1	57,97	55,30	550,7	494,40
T2R2	34,67	32,00	329,4	297,40
T2R3	34,67	32,00	329,4	297,40
Testigo	9,00	9,00	85,50	76,95

Realizado por: Sevilla, Diana, 2022

No se observa una diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos ya que ambos son efectivos para el control del *Damping off* con costos similares, pero el tratamiento T1R1 (*Trichoderma harzianum* 30 cm³) muestra un costo más bajo con respecto al T2R1 (Himexazol 20 cm³) con \$56,65 (Tabla 14-3).

3.4. Discusión

En el presente trabajo de investigación se obtuvieron diferentes resultados que fueron establecidos a discusión debido a la metodología establecida y a los procedimientos considerados para su ejecución y posterior comprobación de la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio de la investigación. Es por ello que luego de haber evaluado y comparado la incidencia del producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control del *Damping off*. Y posterior haber realizado el análisis estadístico se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, que en el análisis estadístico se mantienen bajo el mismo rango, pero numéricamente son diferentes.

Debido aquello cabe mencionar que tanto el producto químico como el biológico aportaron al crecimiento y desarrollo de la planta además del control del *Damping off*, por ello no existe diferencias significativas puesto que el *Trichoderma harzianum* actúa como un bioestimulante, lo que concuerda con la literatura existente de (Santana, 2018: p.47) el cual menciona que *Trichoderma harzianum* incrementó la altura, el número de hojas y la biomasa seca del área foliar en las plántulas de cedro, de igual forma Este efecto positivo reafirma en la capacidad de *Trichoderma harzianum* como promotor de crecimiento vegetal, lo que puede deberse a la capacidad de *Trichoderma* de solubilizar fosfatos, micronutrientes y cationes minerales útiles para el metabolismo vegetal (Tucci et al., 2011: p. 341).

De igual forma el empleo de Hymexazol incrementa el poder germinativo y favorece el crecimiento de las plántulas y del sistema radical (Gonzales, 2019: p.5).

En resultados encontramos que no fueron significativos esto se debe a que no se evaluó previamente en qué etapa de incidencia se encontraba el *Damping off* sobre las plantas de cedro o la resistencia de la especie frente a enfermedades fitopatógenas ,es decir una de las posibles opciones es que el *Damping off* ya había sido controlado previamente y talves la planta se encontraba en etapa de recuperación o vencimiento del *Damping off* factor que al inicio de la investigación no se tomó en cuenta, o la siguiente posible opción es que *Cedrela montana* cuenta con una resistencia alta frente a enfermedades como el *Damping off* y por ello las plantas que se encontraban como testigo no se marchitaron según (Eras, 2012: p. 49) menciona que *Cedrela montana* es una especie forestal resistente a varias enfermedades fitopatógenas.

CONCLUSIONES

Se determinó la incidencia del producto químico Himexazol para el control del *Damping off* en donde se observó que las plantas de *Cedrela montana* bajo el tratamiento reflejaron una respuesta positiva a la aplicación del producto, a través del incremento de su altura, brotes y hojas eliminando la posibilidad de que la planta se marchite por la presencia del *Damping off*

Se analizó la incidencia del producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control del *Damping off*, a través del incremento de su altura, brotes y hojas eliminando la posibilidad de que las plantas se marchite al ser aplicado el tratamiento puesto que su crecimiento y desarrollo se evidenciaron de manera numérica, aunque estadísticamente continúan en el mismo rango de similitud.

El tratamiento T1R1 (*Trichoderma harzianum*) muestra un costo más bajo con respecto al T2R1 (Himexazol) con \$56,65, es decir no se observa una diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos ya que ambos son efectivos para el control del *Damping off* con costos similares.

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar previamente en qué etapa o fase de la enfermedad fitopatógenas se encuentra la especie forestal a utilizar en la investigación, para así contar con conocimientos claros y profundos acerca de la evolución y los efectos que causará la enfermedad sobre la planta al ser aplicado cada uno de los tratamientos.

Se recomienda aplicar el producto químico Hymexazol de manera directa a la raíz de la especie forestal afectada por el *Damping off*, para así evitar posibles efectos secundarios en el crecimiento de la planta.

Se recomienda tomar en cuenta al producto biológico *Trichoderma harzianum* para posibles investigaciones sobre el control de enfermedades fitopatógenas y como bioestimulante en diversas especies forestales endémicas de nuestro país y así aportar para incentivar el uso de productos biológicos y disminuir el consumo de productos químicos.

BIBLIOGRAFÍA

CUBILLOS, J. *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). [En línea]. Universidad Nacional de Colombia, 2009. pp. 11-13. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000100011.

GONZALEZ, E. Hymexazol control de enfermedades. [En línea]. 2018. p. 64. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=14970.

TUCCI, M. et al. El efecto beneficioso de *Trichoderma* spp. en tomate está modulada por el genotipo de la planta. *Patología Molecular de Plantas*. [En línea]. 2011. Pp. 341-354. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en <https://dx.doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00674.x>.

ANDRADE, C. Evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma marchitez* en mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua, 2012, (Ecuador), pp. 11.

CÉSAR, P. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [en línea], 2018, (Riobamba). pp 4-8. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/estación-meteorológica.html>.

DE LA TORRE, L. et al. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la universidad de Aarhus. Quito & Aarhus, 2008, (Ecuador), pp. 468.

GÓMEZ, C. Antimicótica de los extractos de *Myrciastes hallii* (arrayán), *Amaranthus asplundii* (ataco), *Peperomia peltigera* (pataku yuyo), especies reportadas en peguche – Imbabura, sobre *Streptococcus mutans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans* causantes de enfermedades. Repositorio Espe. [en línea], 2010. pp. 15. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/586/T-ESPE-029608.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GONZALEZ, P. Hymexazol control de enfermedades. [en línea], 2018. p.64. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=14970.

GUERRERO, K. *Universidad politécnica estatal del Carchi*. [en línea], 2013. pp. 22. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112_control_de_damping_off_en_arveja_utilizando_Trichoderma_Harzianum_fosfito_potásico_caco_y_proganic_mega_-_guerrero_nasner%2c_kenedi.pdf.

GUERRERO, K. *Universidad politécnica estatal del Carchi*. [en línea], 2013, Ecuador. pp. 1-27. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112_control_de_damping_off_en_arveja_utilizando_Trichoderma_Harzianum_fosfito_potásico_caco_y_proganic_mega_-_guerrero_nasner%2c_kenedi.pdf.

INTAGRI S.C. Mecanismos de acción. [en línea], 2015. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/trichoderma-control-de-hongos-fitopatogenos>.

JARAMILLO, K. Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de arrayán (*Myrcianthes hallii*) (Trabajos de Titulación). (Grado) Universidad Centra del Ecuador, Facultad de ciencias agrícolas, carrera de Ingeniería Agronómica. (Quito-Ecuador).2013, pp. 5 - 35.

MAE, 2015. Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Ministerio del Ambiente de Ecuador-MAE [en línea], pp. 68-69. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>

MEDRANO ECHALAR, A. y ORTUÑO, N. Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba – Bolivia. Departamento de Ciencias Exactas e Ingenierías. 2007. Universidad Católica Boliviana, Fundación PROINPA, vol. 3, pp. 662.

SANTANA DÍAZ, Tarsicio, Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* rifai en posturas de *leucaena*, cedro y samán, [en línea], 2018, p. 4. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392018000100081.

SOLDEVILLA, C. Marras de origen fúngico (damping-off) en plantas del género *Pinus sp.* cultivadas en invernadero. Boletín de sanidad vegetal [en línea], 1995 vol. 21, no. 1, pp. 87-89. ISSN 0213-6910. Disponible en:

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-21-01-087-109.pdf.

SUMMIT AGRO. Tachigaren 30 Sl. [en línea], 2021, pp. 1. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: <http://www.summit-agro.com.co/web/portafolio/fungicidas/15/tachigaren>.

TUCCI, M., et al. El efecto beneficioso de *Trichoderma* sp. en tomate está modulada por el genotipo de la planta [en línea]. *Patología Molecular de Plantas*, 2011, pp. 341-354. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00674.x>



ANEXOS

ANEXO A: ASIGNACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO



Cama en la cual se va a trabajar

ANEXO B: LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL ÁREA DEL TRABAJO (CAMA)



Limpieza de la cama



Recolección del sustrato



Desinfección de la cama con Cal.



Cama desinfectada.

ANEXO C: ADQUISICIÓN DE PLANTAS



100 plantas de *Cedrela montana*

ANEXO D: UBICACIÓN DE PLANTAS EN EL ÁREA DE TRABAJO



Ubicación de plantas

ANEXO E: ROTULACIÓN Y ADQUISICIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y BIOLÓGICO



Preparación de rótulos



Preparación de rótulos



Ubicación de rótulos en las plantas



Plantas rotuladas



Producto biológico y químico

ANEXO F: MEDICION DEL ÁREA DE TRABAJO Y TOMA DE MUESTRA DE SUSTRATO



Medición del largo de la cama



Medición del ancho de la cama



Toma la muestra de suelo



Mezcla homogénea



División de segmentos



Muestra de suelo

ANEXO G: ANÁLISIS FISICO-QUIMICO DEL SUSTRATO EN EL LABORATORIO



ANEXO H: PRIMERA APLICACIÓN



Aplicación de *Trichoderma harzianum*



Aplicación de agua



Aplicación de Hymexazol

ANEXO I: SEGUNDA APLICACIÓN



Aplicación de *Trichoderma harzianum*



Aplicación de agua



Aplicación de Hymexazol

ANEXO J: TERCERA APLICACIÓN



Aplicación de *Trichoderma harzianum*



Aplicación de agua



Aplicación de Hymexazol



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 09 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Diana Gabriela Sevilla Ramos
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
f. responsable: Ing. Crithian Fernando Castillo Ruiz



0061-DBRA-UTP-2023