



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

**EVALUACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO HYMEXAZOL Y DEL
PRODUCTO BIOLÓGICO *Trichoderma harzianum* PARA
CONTROLAR EL *Damping off* EN PLANTAS DE ARRAYÁN
(*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: MISHELL FERNANDA BUENAÑO TOAPANTA

DIRECTORA: Dra. ROSA DEL PILAR CASTRO GÓMEZ.

Riobamba – Ecuador

2022


© 2022, **Mishell Fernanda Buenaño Toapanta**

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, MISHHELL FERNANDA BUENAÑO TOAPANTA, 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, 02 de diciembre de 2022



Mishell Fernanda Buenaño Toapanta
0605430792

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 CONTROLAR EL *Damping off* EN PLANTAS DE ARRAYÁN (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh)**, realizado por la señorita: **MISHELL FERNANDA BUENAÑO TOAPANTA**, 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 Novoa Silva M.Sc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-02
Dra. Rosa Del Pilar Castro Gómez. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-02
Ing. Rolando Fabián Zabala Vizueté ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-02

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado para Galo y Carmen mis protectores, quienes con su amor y sabiduría me han sabido apoyar en cada momento de mi vida y me han enseñado a luchar hasta cumplir mis metas, de igual forma a mis hermanos, Wilson, Alicia, Jéssica, Carmita, José Luis y Wilmer, quienes han sabido apoyarme incondicionalmente durante mi trayectoria universitaria, a toda mi familia quienes a pesar de las dificultades me han brindado su apoyo para poder continuar y alcanzar este logro tan esperado.

Mishell

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todas las bendiciones presentes en mí y en mi familia, por permitirme alcanzar esta meta tan esperada, y tener la dicha de poder compartirla junto a mis seres queridos. A mis padres por brindarme su amor, apoyo y comprensión incondicional a pesar de las dificultades a lo largo de mi carrera profesional, me han demostrado que no existe un límite, gracias a sus enseñanzas, que me han convertido en una persona humilde llena de valores, y con deseos de superación personal y profesional.

A mis hermanos y cuñados por ser mis motivadores día tras día, impulsándome a ser mejor en todos los sentidos, por todo su amor y apoyo.

A mi nueva familia universitaria, a mis amigos “los mosqueteros” y al team de mi generación, con quienes he ido creciendo y aprendiendo a ser mejor persona, y con los que he disfrutado de las más grandes anécdotas.

Agradezco a mi directora del proyecto de investigación la Dr. Rosita Castro y a mi asesora Ing. Rolando Zabala que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo me motivaron para la realización de esta investigación.

Mi gratitud a la honorable Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme realizarme como persona y profesional, con docentes de prestigio que contribuyeron día a día a mi superación.

Mishell

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Limitaciones y delimitaciones.....	3
<i>1.2.1. Límites.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2. Delimitaciones.....</i>	<i>3</i>
1.3. Problema General de Investigación.....	3
1.4. Problemas específicos de investigación.....	3
1.5. Objetivos.....	4
<i>1.5.1. Objetivo General.....</i>	<i>4</i>
<i>1.5.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>4</i>
1.6. Justificación.....	4
<i>1.6.1. Justificación Teórica.....</i>	<i>4</i>
<i>1.6.2. Justificación Metodológica.....</i>	<i>5</i>
<i>1.6.3. Justificación Práctica.....</i>	<i>5</i>
1.7. Hipótesis.....	5
<i>1.7.1. Hipótesis nula.....</i>	<i>5</i>
<i>1.7.2. Hipótesis Alternativa.....</i>	<i>5</i>

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de investigación.....	6
2.2. Referencias Teóricas.....	6
<i>2.2.1. Damping off.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.2. Tipos de Damping off.....</i>	<i>7</i>

2.2.3.	<i>Control biológico a base de Trichoderma harzianum.</i>	8
2.2.4.	<i>Producto químico Hymexazol.</i>	10
2.2.5.	<i>Descripción botánica de la especie</i>	10
2.2.6.	<i>Usos del Arrayán (Myrcianthes hallii (O. Berg) McVaugh) en el Ecuador</i>	11

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	13
3.1.	Enfoque de investigación	13
3.2.	Nivel de investigación	13
3.3.	Diseño de investigación	13
3.4.	Tipo de estudio	14
3.5.	Población y Planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra	14
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	14
3.6.1.	<i>Características del lugar</i>	14
3.6.2.	<i>Materiales y equipos</i>	15
3.6.3.	<i>Metodología</i>	15
3.6.4.	<i>Variables a evaluar</i>	18
3.6.5.	<i>Análisis de datos</i>	19
3.6.6.	<i>Análisis económico</i>	19

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	20
4.1.	Análisis del sustrato	20
4.2.	Variables	20
4.2.1.	<i>Variable 1: Altura de la planta a los 15 días</i>	20
4.2.2.	<i>Variable 2: Altura de la planta a los 30 días</i>	21
4.2.3.	<i>Variable 3: Altura de la altura a los 45 días</i>	21
4.2.4.	<i>Variable 4: Número de brotes a los 15 días</i>	22
4.2.5.	<i>Variable 5: Número de brotes a los 30 días</i>	23
4.2.6.	<i>Variable 6: Número de brotes a los 45 días</i>	24
4.2.7.	<i>Variable 7: Número de hojas los 15 días</i>	24
4.2.8.	<i>Variable 8: Número de hojas los 30 días</i>	25
4.2.9.	<i>Variable 9: Número de hojas los 45 días</i>	25
4.2.10.	<i>Representación gráfica de la variable altura (cm) de la planta y tratamientos</i>	26
4.2.11.	<i>Representación gráfica del número de brotes de la planta y tratamientos</i>	26

4.2.12.	<i>Representación gráfica del número de hojas de la planta y tratamientos</i>	27
4.2.13.	<i>Porcentaje de sobrevivencia</i>	28
4.2.14.	<i>Porcentaje de intensidad de ataque</i>	28
4.2.15.	<i>Porcentaje de incidencia de ataque</i>	29
4.3.	Análisis económico	29
4.4.	Discusión	30
CONCLUSIONES		32
RECOMENDACIONES		33
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Análisis de varianza	13
Tabla 2-3:	Tratamiento para controlar el <i>Damping off</i> en la especie	16
Tabla 3-3:	Escala de intensidad de ataque de la enfermedad <i>Damping off</i>	19
Tabla 1-4:	Resultados e interpretación del análisis físico-químico de sustrato de la especie	20
Tabla 2-4:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 15 días	21
Tabla 3-4:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 30 días	21
Tabla 4-4:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 45 días	22
Tabla 5-4:	Análisis de varianza del número de brotes a los 15 días	22
Tabla 6-4:	Análisis de varianza del número de brotes a los 30 días	23
Tabla 7-4:	Análisis de varianza del número de brotes a los 45 días	24
Tabla 8-4:	Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días	24
Tabla 9-4:	Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días	25
Tabla 10-4:	Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días	25
Tabla 11-4:	Variable altura de la planta (cm) en los diferentes tratamientos aplicados	26
Tabla 12-4:	Número de brotes de la planta en los diferentes tratamientos aplicados	27
Tabla 13-4:	Número de brotes de la planta en los diferentes tratamientos aplicados	27
Tabla 14-4:	Costos de productos aplicados en los tratamientos establecidos	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-4:	Número de brotes de la planta los 15 días según el tratamiento.....	23
Ilustración 2-4:	Variable altura de la planta (cm)	26
Ilustración 3-4:	Variable número de brotes de la planta	27
Ilustración 4-4:	Variable número de hojas de la planta.....	28
Ilustración 5-4:	Intensidad de ataque a los 45 días.	29

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 Y ROTULACIÓN
- ANEXO E:** ADQUISICIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y BIOLÓGICO
- ANEXO F:** TOMA DE MUESTRA DE SUSTRATO
- ANEXO G:** ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL SUSTRATO EN EL LABORATORIO
- ANEXO H:** PRIMERA APLICACIÓN
- ANEXO I:** SEGUNDA APLICACIÓN
- ANEXO J:** TERCERA APLICACIÓN
- ANEXO K:** TOMA DE DATOS

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la evaluación el producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control del *Damping off* en plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), para lo cual se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones, en donde se realizó un análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre medias se manejó la prueba de Tukey al 5% de significancia, el ensayo se ubicó dentro del umbráculo del vivero, el primer tratamiento correspondió a la aplicación de *Trichoderma harzianum*, el segundo a la aplicación de Hymexazol y el tercero al testigo, luego se realizó los cálculos de las dosis para las aplicaciones, se procedió con el registro de datos de las variables altura de la planta, número de hojas y número de brotes en periodos de cada 15 días, también se realizó un análisis físico-químico del sustrato, se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, la incidencia de la enfermedad, la intensidad de ataque a través de la observación directa a los 45 días, y un análisis económico entre los tratamientos, los resultados mostraron que no existió diferencias significativas para los tratamientos, en la altura, número de hojas y brotes con excepción del número de brotes a los 15 días en donde se obtuvo el mejor número de brotes en el control químico, con la aplicación del *Trichoderma harzianum* la intensidad de ataque del *Damping off* disminuyó controlando así la incidencia de la enfermedad y siendo el mejor tratamiento económicamente, se concluye que el mejor tratamiento para el control del *Damping off* fue el control biológico *Trichoderma harzianum*, por lo que se recomienda realizar investigaciones con este control en plantas nativas del Ecuador.

Palabras clave: < DAMPING OFF >, < *Trichoderma harzianum* >, < ARRAYÁN (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh)>, < HYMEXASOL >



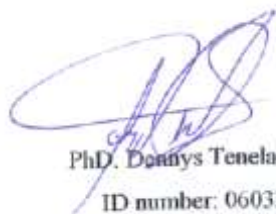
0070-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the chemical product Hymexazol and the biological product *Trichoderma harzianum* for the control of Damping off in Arrayán plants (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh). A completely randomized experimental design was used with three treatments and three repetitions, where an analysis of variance was carried out to determine the statistical difference between means. The Tukey test was used at 5% significance, the trial was located within the shade house of the nursery. The first treatment corresponded to the application of *Trichoderma harzianum*, the second to the application of Hymexazol, and the third to the control. After that, the calculations of the doses for the applications were made, and the data recording of the variables plant height, number of leaves, and number of shoots in periods of every 15 days. Physical-chemical analysis of the substrate was also carried out. The percentage of survival was evaluated, the incidence of the disease, the intensity of the attack through direct observation at 45 days, and an economic analysis between the treatments. The results showed that there were no significant differences for the treatments, in height, number of leaves, and shoots with the exception of the number of outbreaks at 15 days, where the best number of outbreaks was obtained in the chemical control; with the application of *Trichoderma harzianum* the intensity of the Damping off attack decreased. Thus, controlling the incidence of the disease and being the best treatment economically. It was concluded that the best treatment to control Damping off was the biological control *Trichoderma harzianum*. So, it was recommended to carry out investigations with this control in native plants of Ecuador.

Keywords: <DAMPING OFF>, <*Trichoderma harzianum*>, <ARRAYÁN (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh)>, <HYMEXASOL >.

Riobamba, January 13th, 2023



Ph.D. Donnys Tenelanda López
ID number: 0603342189

0603342189

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la especie forestal Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), tiene gran importancia debido a sus distintas propiedades físicas y mecánicas como son: la alta densidad y resistencia al cizallamiento, mediana resistencia a la compresión, también es recomendada para la elaboración de elementos estructurales de construcción civil, puertas, ventanas, muebles, chapas decorativas y parquet, una característica fundamental es que se la utiliza para elaborar carbón de excelente calidad (Jaramillo, 2013, p. 5).

Además, la especie arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) tiene diversos usos en el ámbito alimenticio en las industrias cárnicas caseras en donde se utilizan las hojas como condimento para darles un sabor especial, también es relevante su propiedad medicinal que se debe a la cualidad térmica caliente, sus hojas ricas en tanino y aceite volátil tienen principios activos como glucósido antraquinónico, ramnosantina, saponina y glucósidos de fenol (Jaramillo, 2013: pp. 5-6).

Los efectos medicinales encontrados son astringente, aromático, tónico estimulante, antiinflamatorio, descongestionante ocular, analgésico, emoliente, antirreumático, antiespasmódico, antidontalgio, antigripal, antiséptico y para resolver problemas pulmonares, hepáticos y renales, con respecto al ámbito ambiental son árboles grandes, con raíces sedientas, retienen el agua en el suelo, favoreciendo procesos químicos de neutralización; mientras que las plantas chicas, se convierten en auténticas esponjas al impedir que el agua circule libremente por la superficie del suelo, evitando problemas de inundación o deslaves (Jaramillo, 2013: pp. 5-6). En Azuay se siembra el Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) como cerca viva con fines agroforestales debido a su capacidad de rebrote (De La Torre *et al.*, 2008, p.468).

Al ser una especie con grandes cualidades se está elevando su producción en viveros por lo que al mismo tiempo ha crecido la proliferación de plagas y enfermedades, una de ellas es el *Damping-off* que causa la pudrición radicular de la planta, los síntomas más comunes que presenta esta enfermedad son el debilitamiento, la marchites y hasta la muerte en las plantas afectadas; este tipo de afección es conocido como *Damping off* pos emergente. Si la enfermedad no es controlada a tiempo puede causar pérdidas económicas consideradas, en la actualidad para su control existen una gran cantidad de productos químicos pero que al mismo tiempo estos presentan un cierto grado de toxicidad, también se puede investigar la utilización de productos biológicos como alternativas para el control de la enfermedad (Guerrero, 2013, p.22).

El producto químico Hymexazol, es una alternativa para el control del *Damping off* debido a que tiene un mecanismo de acción en donde inhibe 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 (Summit Agro, 2021, p.1).

Los producto biológicos más utilizado para el control de enfermedades de plantas producidas por hongos son especies del género *Trichoderma* se caracteriza por ser un hongo cosmopolita benéfico que se encuentra de forma natural en casi todos los suelos, por naturaleza es antagonista y parasito de algunas enfermedades, posee la capacidad de secretar cierto tipo de enzimas (celulasas, glucanasas, lipasas, proteasas y quitinasas) las cuales contribuyen disolviendo las paredes celulares de las hifas del huésped, además, se suma la secreción de antibióticos los cuales inhiben el crecimiento y desarrollo de hongos y bacterias (Guerrero, 2013, p.27).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad la especie forestal Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), está siendo atacada comúnmente por la enfermedad de *Damping-off*, lo cual está causando pérdidas económicas considerables a nivel de vivero, por lo que en el presente trabajo se evaluó la eficiencia de un producto químico Hymexazol y un producto biológico *Trichoderma harzianum*, para el control de *Damping off*, ya que esta especie es muy apetecida por la industria forestal debido a su madera de buena calidad, también por su facilidad de rebrote al cortarla y se utilizan en agroforestería en donde se obtiene distintos beneficios.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

1.2.1. Límites

Los límites que se plantearon en la siguiente investigación es una comparación representativa entre el producto químico y biológico del total de las diversas formas que se pueden emplear para controlar el *Damping-off*.

1.2.2. Delimitaciones

Las delimitaciones acerca de la investigación fueron la comparación del producto químico Hymexazol y del producto biológico *Trichoderma harzianum* en el control del *Damping-off*

1.3. Problema General de Investigación

¿Cuál método resulta más eficiente para ayudar a minimizar la incidencia del *Damping off* en plantas de la especie forestal Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), el producto químico Hymexazol o el producto biológico *Trichoderma harzianum*?

1.4. Problemas específicos de investigación

¿Cuál es la eficiencia de controlar el *Damping off* en plantas de la especie forestal Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) mediante la aplicación del producto químico

Hymexazol?

¿Cuál es la eficiencia de controlar el *Damping off* en plantas de la especie forestal Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) mediante la aplicación del producto biológico *Trichoderma harzianum*?

¿Cuál de los dos métodos es más factible económicamente para controlar *Damping off* en plantas de la especie forestal Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh)?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Evaluar el producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control de *Damping off* en plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh).

1.5.2. Objetivos específicos

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

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación Teórica

El manejo del *Damping off* se relaciona con el control de factores abióticos como la temperatura y humedad relativa, los mismos que ayudan al desarrollo de los promotores de la enfermedad. Existe una controversia entre la utilización de productos químicos para controlar este tipo de enfermedades ya que puede ocasionar resistencia en los fitopatógenos, toxicidad en las plantas y contaminación ambiental, por estas razones se busca nuevos métodos que no sean perjudiciales y más efectivos. Por lo que en el siguiente trabajo se evaluó el producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control de *Damping off* en plantas de la especie forestal Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), ya que es una especie con grandes usos en la industria forestal maderable y no maderable que actualmente ha venido teniendo pérdidas considerables a nivel de vivero causados por esta enfermedad.

1.6.2. Justificación Metodológica

En la investigación se realizó la revisión de información bibliográfica con relación a las maneras de control de *Damping off*, la selección de plántulas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), la instalación del ensayo, y la aplicación del producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum*, con sus respectiva dosificación y repeticiones para evaluar el control del *Damping off*.

1.6.3. Justificación Práctica

Esta investigación se realizó debido a la necesidad de ayudar a evitar pérdidas considerables en la producción de plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), en vivero que son causadas por la enfermedad de *Damping off*, para ello se utiliza la aplicación del producto químico Hymexazol y el producto biológico *Trichoderma harzianum*.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis nula

- Ninguno de los tratamientos es eficiente para el control de *Damping off* en las plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh).

1.7.2. Hipótesis Alternativa

- Al menos uno de los tratamientos es eficiente para el control de *Damping off* en las plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. 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 Píllaro, 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 lapresencia de hongos fitopatógenos, su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y habitad 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.

Según (Medrano y Ortuño, 2007, p. 667) en el trabajo titulado “Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almacigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba –Bolivia” concluye que el *Trichoderma*, las micorrizas y el humus de lombriz estimulan el crecimiento de plántulas de y disminuyen el ataque de patógenos de suelo, de este modo, se logra plántulas sanas, vigorosas y uniformes en el trasplante, y se garantiza una mejor cosecha.

2.2. Referencias Teóricas

2.2.1. *Damping off*

Damping off conocido también como ahogamiento de las plántulas es una enfermedad que se encuentra distribuida a nivel mundial. Con mayor frecuencia aparece en valles, invernaderos, suelos forestales, en climas tropicales y templados, esta enfermedad afecta semillas, plántulas y plantas adultas de casi todos los tipos de hortalizas, cereales y muchos árboles frutales y forestales

(Guerrero, 2013, p.19).

Esta enfermedad puede ser causado por una serie de factores bióticos o abióticos, que impiden que las semillas germinen o que emerjan plántulas, incluidas las causadas por bacterias fitopatógenas o plagas de insectos. Como consecuencia, los síntomas asociados con el *damping off* varían ampliamente según el tipo de estrés asociado con él y hora de su ocurrencia (Lamichhane, 2017, p.2).

Agentes causales:

- *Pythium sp.*
- *Phytophthora sp.*
- *Fusarium sp.*
- *Rhizoctonia sp.* (Guerrero, 2013, p.19)

2.2.2. Tipos de Damping off.

2.2.2.1. En pre-emergencia.

Los daños se producen en la semilla y antes de emerger la planta del sustrato, produciendo marras de nascencia por podredumbre total de la pequeña radícula de la planta (Soldevilla, 1995, pp.87-89).

El Damping off en la preemergencia es la ausencia total de la germinación debido a la alta contaminación por hongos patógenos que destruyen el embrión, otra causa son los ataques primarios a los jóvenes radiculares, no permitiendo que la plántula alcance el suficiente desarrollo para atravesar la superficie del suelo (Orosco & Monreal, 1997. Citado por Guerrero, 2013, pp.20).

2.2.2.2. En pos-emergencia.

Se presenta de 0 a 3 meses, las plántulas aparecen por encima del sustrato, pero el hongo afecta las raíces, y a través de ellas llega al hipocótilo y produce la pudrición del cuello radicular, en la parte aérea se da una decoloración pardo-rojiza de sus hojas cotiledóneas sin que llegue a producirse defoliación provocando la caída en el suelo (Soldevilla, 1995, pp.87-89).

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).

2.2.2.3. *Tardío (Root rot).*

Se produce aproximadamente entre los 3 meses a 2 años, coincidiendo con el inicio del desarrollo lignífico del tallo y finalizando en la edad máxima de las plántulas en vivero. El hongo causal produce que las hojas se marchitan y se decoloren, lo que provoca una descomposición lenta de la raíz, seguida de grietas longitudinales en la región del cuello de la raíz, lo que provoca el estrangulamiento definitivo de la raíz (Soldevilla, 1995, pp.87-89).

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

2.2.3.1. *Generalidades.*

Trichoderma es un género de hongo que se encuentra libremente en el suelo y en los ecosistemas radiculares de las plantas. Sus propiedades antagónicas se basan en la activación de varios mecanismos. Pueden controlar indirectamente la biología de los hongos fitopatógenos (compitiendo por espacio y/o nutrientes, cambiando las condiciones ambientales, estimulando el crecimiento y los mecanismos de defensa de las plantas, o produciendo antibióticos), y también pueden realizar biocontrol directamente a través del micoparasitismo (Benítez, et al., 2004 citado por Medrano y Ortuño, 2007, p.662).

Trichoderma harzianum es un hongo mico-parasítico, este hongo crece y se ramifica en típicas hifas que pueden oscilar 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 (León, 2009 citado por Andrade, 2012, p.10)

2.2.3.2. *Clasificación Taxonómica según (León, 2009 citado por Andrade, 2012, p.10)*

- Familia: Fungi
- División: Ascomycota
- Subdivisión: Pezizomycotina
- Clase: Sordariomycetes
- Orden: Hypocreales
- Familia: *Hypocreaceae*
- Género: *Trichoderma*
- Especie: *harzianum*

2.2.3.3. *Ventajas de Trichoderma harzianum.*

- Protege las raíces de las enfermedades causadas por *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, y promueve un crecimiento más fuerte de las raíces para obtener raíces más sanas (Andrade, 2012, P.11).
- Mayor capacidad para retener la humedad capturar nutrientes y aumentar el rendimiento en condiciones de escasez de agua (Andrade, 2012, P.11).
- En la aplicación no se requiere equipamiento especial (Andrade, 2012, P.11).

2.2.3.4. *Mecanismos de acción*

En la acción biocontroladora de *Trichoderma* se han descrito diferentes mecanismos de acción que regulan el desarrollo de los hongos fitopatógenos.

2.2.3.5. *Competencia*

La competencia por espacio y/o nutrientes se considera uno de los mecanismos de control biológico clásicos de este género, se caracteriza por una rápida tasa de crecimiento, por otro lado, tiene una excelente capacidad para movilizar y absorber nutrientes del suelo, muy flexible en el uso del sustrato como fuente de carbono y nitrógeno, lo que le permite colonizar rápidamente el ambiente, evitando el crecimiento de otros microorganismos en el suelo en el mismo ambiente de vida (Intagri S.C, 2015).

2.2.3.6. *Producción de metabolitos (Antibiosis)*

El género *Trichoderma* tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, los cuales juegan un papel importante en la inhibición del crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos. Estas interacciones incluyen enzimas líticas extracelulares, antibióticos y compuestos de bajo peso molecular, un ión de spora que ayuda a colonizar una variedad de sustratos y suelos (Intagri S.C, 2015).

2.2.3.7. *Micoparasitismo*

Es un proceso complejo de interacción antagonista-patógeno que ocurre en cuatro pasos: crecimiento quimiotrófico, reconocimiento, adhesión y torsión, y actividad de lisis, el paso final es la producción de enzimas líticas extracelulares, principalmente quitinasa, glucanasa y proteasa, que rompen la pared celular del patógeno y permiten la entrada del micelio de *Trichoderma*. Se

ha encontrado que algunos de estos hongos, especialmente *Trichoderma harzianum*, pueden acelerar el crecimiento y desarrollo de las plantas, esto puede explicarse por la inhibición de pequeños patógenos y la producción de factores que estimulan el crecimiento de las plantas y favorecen la absorción de nutrientes (Intagri S.C, 2015).

2.2.4. Producto químico Hymexazol.

2.2.4.1. 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 (Summit Agro, 2021, p.1).

2.2.4.2. 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 (Summit Agro, 2021, p.1).

2.2.5. Descripción botánica de la especie

Descrita como una planta nativa de las tierras altas de Ecuador, Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) es una planta popular de casa y jardín que en algunas áreas forma medios de cultivo de la misma especie acompañada de pequeños arbustos (BSF, 2009 citado por Gómez, 2010, p.15).

2.2.5.1. Taxonomía (De la Torre & Navarrete, 2008 citado por Gómez, 2010, p.15).

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género:

Myrcianthes

Especie: *hallii*

Nombres comunes: arrayán, wawall hembra, chiruito.

Nombre botánico: *Myrcianthes hallii* (O. Berg) Mc. Vaugh

2.2.5.2. *Características generales*

Es un árbol o arbusto silvestre nativo del Ecuador, posee una altura entre 10 –15 m, de hojas opuestas, a veces alternas, de forma ovada, la lámina de la hoja tiene venas secundarias pinnadas o basal, a menudo con venas intramarginales cerca del margen. Tiene las inflorescencias axilares o terminales, posee flores bisexuales, a veces polígamas, actinomorfas, los lóbulos del cáliz 3 - 5 o más, son separados o connados en una caliptra. Tiene 4 o 5 Pétalos, estambres generalmente numerosos, filamentos separados o connados en 5 paquetes de pétalos opuestos; anteras 2-unicelulares, basifijas, dehiscentes longitudinalmente, o rara vez terminal, por lo general terminan en conectores 1 o más glándulas apicales. Ovario inferior, semi-inferior, o muy pocas veces fusionados entre sí, superior, de 2 a más, lóbulos, muchas veces presenta placentación parietal axilar. Fruto en cápsula, baya, o drupas. Semillas sin endospermo escaso y fino; cartilaginosa testa membranosa o finas, a veces ausente, embrión recto o curvo (BSF, 2009 citado por Gómez, 2010, p.15).

2.2.5.3. *Distribución*

Esta especie ha sido registrada en Venezuela, Ecuador y Perú; probablemente también en Colombia. En nuestro país se presenta en toda la cordillera andina a una altura de 2.500 a 3.000 metros sobre el nivel del mar. En Ecuador está registrada en las provincias de Azuay, Bolívar, Carchi, Chimborazo, Imbabura, Loja y Pichincha (MAE, 2015, pp.68-69).

2.2.5.4. *Tipo de Bosque*

Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes; Bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental de los Andes (MAE, 2015, pp.68-69).

2.2.5.5. *Componentes importantes*

Las sustancias que se encuentran en mayor cantidad son: α - β pineno, cineol y mirtol, se identifican además diferentes flavonoides como quercetina, camferol, mircetina y dos glúcidos de miricetina (BSF, 2009 citado por Gómez, 2010, p.15)

2.2.6. *Usos del Arrayán (Myrcianthes hallii (O. Berg) McVaugh) en el Ecuador*

2.2.6.1. *Alimenticio*

- Es fundamental en la elaboración de la colada morada, ya que las hojas frescas de *Myrcianthes*

hallii (O. Berg) Mc. Vaugh, brindan un sabor característico.

- En la industria cárnica sus hojas son útiles como saborizantes.
- En las provincias de: Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura, y Pichincha sus hojas son utilizadas como un ingrediente en la preparación de chapuz, coladas y dulces de sambo (Jaramillo, 2013, pp.23-24).

2.2.6.2. Combustible

- Al tratarse de un árbol se puede obtener leña y carbón (Jaramillo, 2013, pp.23-24).

2.2.6.3. Materia prima

- Por sus características madereras son cotizadas en la elaboración artesanías, adornos y mueblería (Jaramillo, 2013, pp.23-24).

2.2.6.4. Medicinal

Aunque a través del tiempo el Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) se utilizaba más como un ingrediente, en los últimos años se ha observado que los pueblos también lo utilizan en:

- Elaboración de aceites por poseer actividades antisépticas y desinfectantes, los cuales son aplicados en heridas para evitar infecciones.
- Evita la aparición de arrugas en la piel.
- Útil en el tratamiento de afecciones respiratorias gracias a su acción descongestionante.
- Sirven para combatir enfermedades como: infecciones pulmonares, infecciones urinarias, diarrea, parasitosis, problemas estomacales, enfermedades metabólicas, infecciones micóticas y bacterianas, hemorroides, acné y leucorrea.
- Los indígenas la utilizan para blanquear los dientes y preservarlos de las caries o para calmar el dolor de los pies.
- Para protegerse de la gripe la persona se baña y se toma la infusión de esta planta (Jaramillo, 2013, pp.23-24).

2.2.6.5. Ambiental

- En Azuay se siembra el Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) como cerca viva con fines agroforestales debido a su capacidad de rebrote (Jaramillo, 2013, pp.23-24).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación se trató de la concientización sobre la utilización de productos químicos y biológicos para el control de enfermedades fitopatógenas especialmente la enfermedad *Damping off* en la especie forestal Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh).

3.2. Nivel de investigación

La investigación tuvo un nivel experimental en donde se compara un producto químico y un producto biológico en el control de la enfermedad del *Damping off*, mediante aplicaciones de los productos y evaluando variables como el número de hojas, número de brotes y altura de la planta.

3.3. Diseño de investigación

En la presente investigación experimental se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA), debido a que las condiciones climáticas del lugar en el que se instaló el ensayo se encuentran semi controladas al interior del umbráculo, se realizó tres tratamiento y tres repeticiones, por cada repetición se empleó 10 plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), lo que permitió evaluar de mejor manera los factores en estudio (Producto químico y biológico). Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y representadas siguiendo el esquema de la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Análisis de varianza

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento				
Error				
Total				
N.S.				
C.V (%)				
\bar{x} (cm)				

Realizado por: Buenaño, M.2022

3.4. Tipo de estudio

El presente estudio fue de tipo trabajo de campo en donde se recopiló los datos de forma directa en relación con el problema planteado.

3.5. Población y Planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

En la presente investigación se utilizó tres tratamientos con tres repeticiones respectivamente, obteniendo nueve unidades experimentales.

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1. Características del lugar

3.6.1.1. Localización

El proyecto se realizó en el umbráculo que se encuentra en el vivero en la facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la Panamericana Sur, Km 1½ de la ciudad de Riobamba.

3.6.1.2. Ubicación geográfica¹

Coordenadas

geográficas UTM WGS

84 Zona 17 S X:

757915.59 m E

Y: 9817422.91 m S

Altitud: 2755 msnm

3.6.1.3. Características climatológicas²

Temperatura media mensual: aproximadamente 13,5

°C Humedad relativa media mensual: 72,3 %

3.6.2. *Materiales y equipos*

3.6.2.1. *Materiales de campo*

- Libreta de campo, lápiz, regadera, metro, bomba de mano, baldes, guantes quirúrgicos, probeta, regla, rótulos de identificación.
- Cámara fotográfica.

¹ Datos tomados Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica, 2021

² Datos tomados en la Estación Agrometeorológica de la ESPOCH, 2022

3.6.2.2. *Materiales y equipos de laboratorio*

- Envases plásticos, cápsula de porcelana, papel filtro, embudo, cucharas plásticas, balanza analítica, mufla, tamizador.
- Reactivos: Agua destilada, Bicarbonato de Sodio, EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), SUPERFLOC, Hidróxido de sodio, Clorox, Tartrato de potasio y antimonio, Ácido sulfúrico, Molibdato de amonio, Goma arábiga, Ácido ascórbico, Óxido de lantano, Ácido clorhídrico.

3.6.2.3. *Materiales y equipos de oficina*

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

3.6.2.4. *Material biológico y químico*

Producto químico Hymexazol, Producto biológico *Trichoderma harzianum*, 90 plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), Muestra del sustrato.

3.6.3. *Metodología*

3.6.3.1. *Especificaciones del campo experimental*

Instalación del ensayo: se realizó la instalación del ensayo con las siguientes especificaciones del campo experimental:

Número de tratamientos:

3Número de

repeticiones: 3

Números de total de unidades experimentales:

9Número de plantas por tratamiento: 10

Número de plantas total:

90 Forma de cama:

RectangularLargo de la

cama: 383 cm Ancho de la

cama: 120 cm

3.6.3.2. Tratamientos

Tabla 2-3: Tratamiento para controlar el *Damping off* en la especie

Tratamiento	Código	Descripción
1	T1	Arrayán (<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh) X <i>Trichoderma harzianum</i> (Control biológico)
2	T2	Arrayán (<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh) X <i>Hymexazol.</i> (Control químico)
3	T3	Arrayán (<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh) X Agua (Testigo)

Realizado por: Buenaño, M.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.

3.6.3.3. Factores en estudio

Los factores en estudio son el producto biológico *Trichoderma harzianum*, el producto químico Hymexazol, y la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh).

3.6.3.4. Toma de muestra del suelo para el posterior análisis

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

3.6.3.5. Aplicación del producto biológico *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, obtenemos lo siguiente:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ cm}^3 \longrightarrow 1 \text{ planta} \\ 30 \text{ cm}^3 \longrightarrow 30 \text{ plantas} \end{array}$$

Entonces,

$$30 \text{ cm}^3 \text{ Trichoderma harzianum} \longrightarrow 3 \text{ Litros de agua}$$

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.

3.6.3.6. Aplicación del producto químico 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:

$$20 \text{ cm}^3 \text{ Hymexazol} \longrightarrow 3 \text{ Litros de agua}$$

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.

Se evaluó el efecto del producto químico Hymexazol en el control del *Damping off*, con el indicador de dosis de Hymexazol/litro de agua, mediante la observación y con ayuda de fichas técnicas y libros.

3.6.4. Variables a evaluar

3.6.4.1. Altura de las plantas

Se realizó la medición de la altura de la planta en centímetros a los 15 días, 30 días y 45 días luego de la aplicación de los productos químico y biológico.

Con una regla se realizó la medición de cada una de las plantas desde el inicio del tallo hasta el final de la planta, se realizó por orden de tratamiento y repetición, los datos se anotaron en la libreta de campo.

3.6.4.2. Número de hojas

Se realizó el registro del número de hojas de la planta a los 15 días, 30 días y 45 días luego de la aplicación de los productos químico y biológico.

Se realizó de una manera de observación y de forma cuidadosa el conteo de las hojas de cada planta de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), 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.

3.6.4.3. Número de brotes

Se realizó el registro del número de brotes de la planta Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), a los 15 días, 30 días y 45 días luego de la aplicación de los productos químico y biológico.

Se realizó de una manera de observación y de forma cuidadosa el conteo de brotes de cada planta en orden de tratamiento y repetición, los datos se anotaron en la libreta de campo.

3.6.4.4. Porcentaje de sobrevivencia

Se realizó una contabilización en base a la relación entre el número total de plantas establecidas por cada tratamiento y el número total de plantas vivas encontradas a los 45 días.

3.6.4.5. Porcentaje de intensidad de ataque

Se midió en base a la presencia o no de los hongos fitopatógenos en las plantas a través de la observación directa a los 45 días, de acuerdo con:

Tabla 3-3: Escala de intensidad de ataque de la enfermedad *Damping off*

Grado	Valor en grado	Porcentaje de superficie afectada
0	Ausencia de síntomas	0
1	Síntomas muy leves	1
2	Síntomas leves	2
3	Síntomas fuertes	3-4
4	Síntomas muy fuertes	Mayor a 5

Fuente: Horsfall & Cowling, 1978

3.6.4.6. Porcentaje de incidencia de ataque

Se evaluó en base al número de plantas infectadas sobre el número total de plantas, a través de la observación directa al final de la última aplicación del producto químico Hymexazol y del producto biológico *Trichoderma harzianum*; aplicando la siguiente fórmula (Horsfall & Cowling, 1978).

$$PI = (\text{número de plantas infectadas} / \text{número total de plantas}) \times 100$$

3.6.5. Análisis de datos

Para el análisis de datos, se utilizó estadística descriptiva empleando un análisis de varianza para medir la variación total de todos los tratamientos aplicados, para la presentación de los resultados se utilizaron tablas y gráficos para una mejor interpretación.

3.6.6. Análisis económico

Se realizó el análisis económico de cada uno de los tratamientos mediante un análisis de beneficio/costo, para establecer cuál es el mejor tratamiento con respecto a lo económico.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis del sustrato

En la tabla 2-4 que corresponde a los resultados del análisis físico-químico de sustrato de la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), se obtiene que el sustrato presenta un pH de 5,99 lo que corresponde a un suelo ligeramente ácido, respecto a la conductividad eléctrica se tiene 758 μ S que se lo interpreta como un suelo no salino, se obtuvo un 10,52% de materia orgánica lo que le atribuye un nivel alto en M.O, se encuentra en un nivel medio de NH₄ con un valor de 11,47 mg/L, con respecto al fósforo (P) se encuentra en un nivel medio con 21,56 mg/L y por último se obtuvo un valor de Potasio (K) de 0,58 Meq/100g que corresponde a un valor medio.

Tabla 1-4: Resultados e interpretación del análisis físico-químico de sustrato de la especie

Identificación	pH	Conductividad Eléctrica (μ S)	% M.O	NH ₄ (mg/L)	P (mg/L)	K (Meq/100g)
TIC	5.99 L. Ac	758.0 No salino	10.52 A	11.47 B	21.56 M	0.58 N

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2. 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 a los 15, 30 y 45 días, se encuentran distribuidos normalmente ($p > 0,05$).

4.2.1. Variable 1: Altura de la planta a los 15 días

En el análisis de varianza para la variable altura a los 15 días (tabla 5-4) 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 14, 99% y obteniendo una media de 8,866 cm.

Tabla 2-4: Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 15 días

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	2	6,349	3,175	1,799 N.S.
Error	6	10,591	1,765	
Total	8	16,94		
N.S.	No significativo			
C.V (%)	14,99			
\bar{x} (cm)	8,866			

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.2. Variable 2: Altura de la planta a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable altura a los 30 días (tabla 6-4) 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 13,71% y obteniendo una media de 9,687 cm.

Tabla 3-4: Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 30 días.

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	2	7,060	3,530	2 N.S.
Error	6	10,589	1,765	
Total	8	17,649		
N.S.	No significativo			
C.V (%)	13,71			
\bar{x} (cm)	9,687			

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.3. Variable 3: Altura de la altura a los 45 días

En el análisis de varianza para la variable altura a los 45 días (tabla 7-4) 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 13,71% y obteniendo una media de 10,219 cm.

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

ADEVA				
Fuente de variación	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	2	8,371	4,185	2,132 N.S.
Error	6	11,780	1,963	
Total	8	20,15		
N.S.	No significativo			
C.V (%)	13,71			
\bar{x} (cm)	10,219			

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.4. Variable 4: Número de brotes a los 15 días

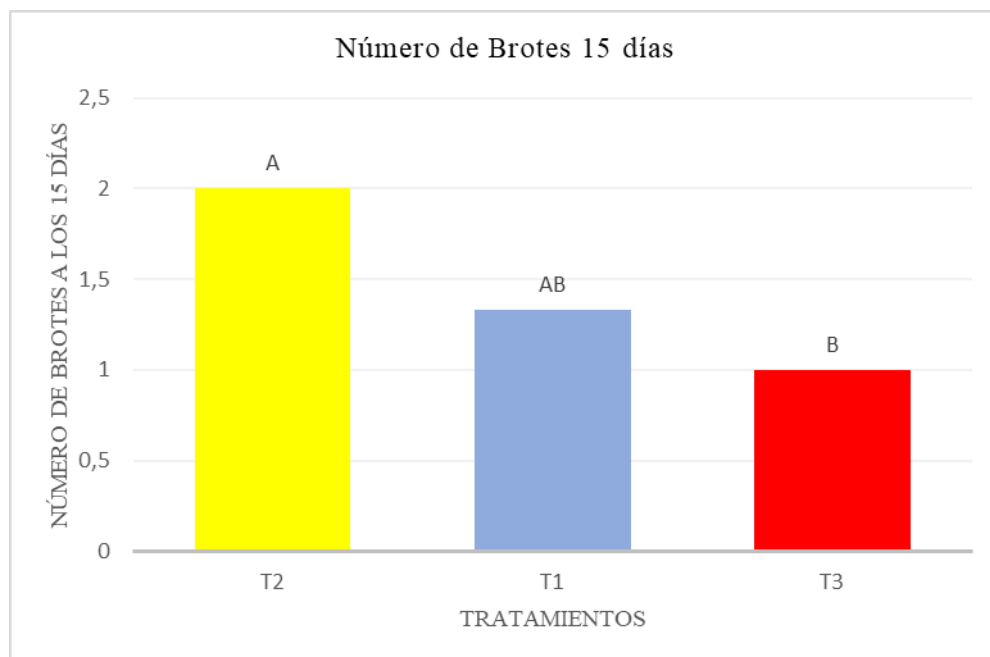
En el análisis de varianza para el número de brotes a los 15 días (tabla 8-4) se observa que hay diferencias significativas para los tratamientos con un coeficiente de variación de 23% y obteniendo una media de 1 brote. Por lo que se procedió a realizar una prueba de separación de medias.

Tabla 5-4: Análisis de varianza del número de brotes a los 15 días

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	2	1,556	0,778	7 *
Error	6	0,667	0,111	
Total	8	2,222		
*	Hay diferencias significativas			
C.V (%)	23			
\bar{x}	1,44			

Realizado por: Buenaño, M.2022

En la prueba de Tukey al 5% para la variable Número de brotes a los 15 días respecto a los tratamientos (ilustración 1-4) se puede observar tres grupos, de los cuales en el grupo "A" con el tratamiento 2 (Hymexazol), se obtuvo el mejor número de brotes con un promedio de 2 brotes, mientras que en el grupo "AB" en el tratamiento 1 (*Trichoderma harzianum*) no existen diferencias y por último se obtuvo el menor promedio con una media de 1 brote en el tratamiento 1 (testigo).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ilustración 1-4: Número de brotes de la planta los 15 días según el tratamiento.

4.2.5. Variable 5: Número de brotes a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable número de brotes a los 30 días (tabla 9-4) 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 38,57% y obteniendo una media de 1 brote.

Tabla 6-4: Análisis de varianza del número de brotes a los 30 días

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor 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			
C.V (%)	38,57			
\bar{x}	1,222			

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.6. Variable 6: Número de brotes a los 45 días

En el análisis de varianza para la variable número de brotes a los 45 días (tabla 10-4) 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 28,28% y obteniendo una media de 2 brotes.

Tabla 7-4: Análisis de varianza del número de brotes a los 45 días

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	2	0,667	0,333	1,5 N.S.
Error	6	1,333	0,222	
Total	8	2		
N.S.	No significativo			
C.V (%)	28,28			
\bar{x}	1,66			

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.7. Variable 7: Número de hojas los 15 días

En el análisis de varianza para la variable número de brotes a los 15 días (tabla 11-4) 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 14,60% y obteniendo una media de 7 hojas.

Tabla 8-4: Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	2	0,889	0,444	0,4 N.S.
Error	6	6,667	1,111	
Total	8	7,556		
N.S.	No significativo			
C.V (%)	14,60			
\bar{x}	7,222			

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.8. Variable 8: Número de hojas los 30 días

En el análisis de varianza para la variable número de brotes a los 30 días (tabla 12-4) 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 14,90% y obteniendo una media de 9 hojas.

Tabla 9-4: Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	2	4,667	2,333	1,5 N.S.
Error	6	9,333	1,556	
Total	8	14		
N.S.	No significativo			
C.V (%)	14,90			
\bar{x}	8,667			

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.9. Variable 9: Número de hojas los 45 días

En el análisis de varianza para la variable número de brotes a los 45 días (tabla 13-4) 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 10,98% y obteniendo una media de 9 hojas.

Tabla 10-4: Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días

ADEVA				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	2	2,889	1,444	1,44 N.S.
Error	6	6	1	
Total	8	8,889		
N.S.	No significativo			
C.V (%)	10,98			
\bar{x}	9,111			

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.10. Representación gráfica de la variable altura (cm) de la planta y tratamientos

En la tabla 14-4 se presenta la altura de la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) en los diferentes periodos 15, 30, y 45 días, en los diferentes tratamientos.

Tabla 11-4: Variable altura de la planta (cm) en los diferentes tratamientos aplicados

Variable altura cm			
Tratamientos	15 días	30 días	45 días
<i>Trichoderma harzianum</i>	8,517	9,277	9,763
Hymexazol	10,023	10,917	11,560
Testigo	8,057	8,867	9,333

Realizado por: Buenaño, M.2022

- Se presenta las distintas alturas de la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) en centímetros, en donde se observa que la mayor altura se encuentra en el tratamiento Hymexazol, seguido del tratamiento *Trichoderma harzianum*, y por último se encuentra el testigo.

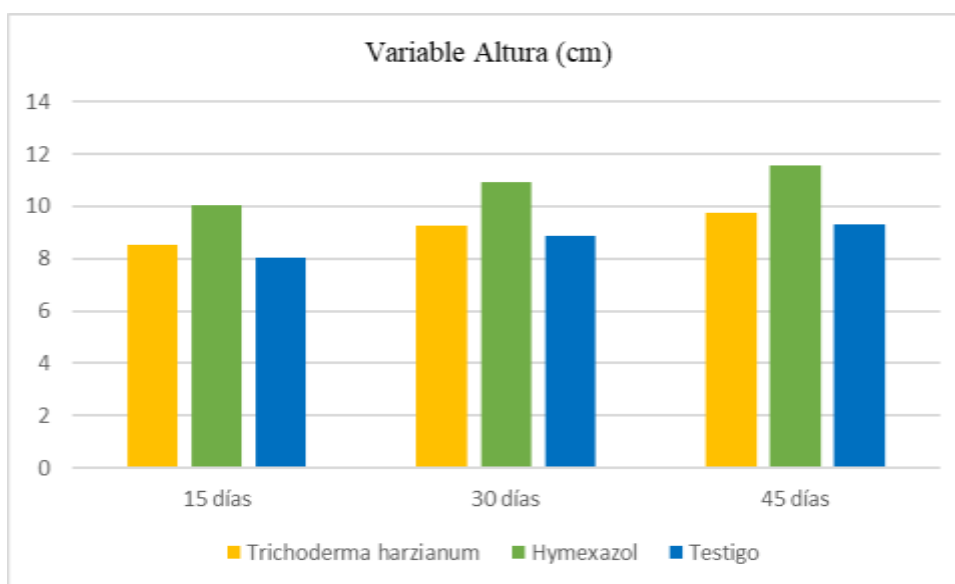


Ilustración 2-4: Variable altura de la planta (cm)

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.11. Representación gráfica del número de brotes de la planta y tratamientos

En la tabla 15-4 se presenta el número de brotes de la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) en los diferentes periodos 15, 30, y 45 días, en los diferentes tratamientos.

Tabla 12-4: Número de brotes de la planta en los diferentes tratamientos aplicados

Tratamientos	15 días	30 días	45 días
<i>Trichoderma harzianum</i>	1,333	1	1,333
Hymexazol	2,000	1,333	2,000
Testigo	1,000	1,333	1,666

Realizado por: Buenaño, M.2022

- Se presenta el número de brotes especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), en donde se observa que el número de brotes más altos se encuentra en el tratamiento Hymexazol, seguido del tratamiento testigo, y por último se encuentra tratamiento de *Trichoderma harzianum*.

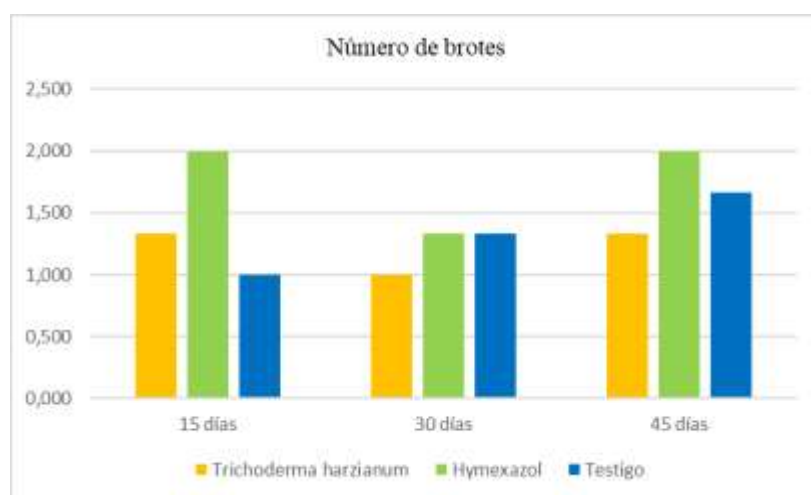


Ilustración 3-4: Variable número de brotes de la planta

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.12. Representación gráfica del número de hojas de la planta y tratamientos

En la tabla 14-4 se presenta el número de brotes de la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) en los diferentes periodos 15, 30, y 45 días, en los diferentes tratamientos.

Tabla 13-4: Número de brotes de la planta en los diferentes tratamientos aplicados

Tratamientos	15 días	30 días	45 días
<i>Trichoderma harzianum</i>	7,000	9,333	9,333
Hymexazol	7,667	9,000	9,667
Testigo	7,000	7,667	8,333

Realizado por: Buenaño, M.2022

- Se presenta el número de hojas de la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), en donde se observa que el número de hojas mayor se encuentra en el tratamiento *Trichoderma harzianum*, seguido del tratamiento Hymexazol, y por último se encuentra el testigo.

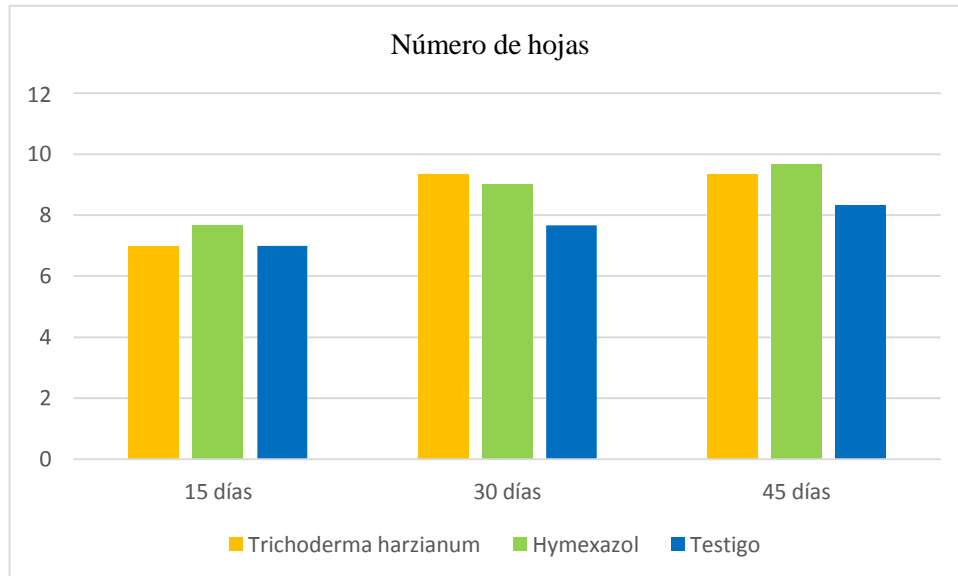


Ilustración 4-4: Variable número de hojas de la planta

Realizado por: Buenaño, M.2022

4.2.13. Porcentaje de sobrevivencia

La investigación presentó a nivel general, después de evaluar los tratamientos en un periodo de 45 días un porcentaje de sobrevivencia del 100 % en los dos tratamientos, el producto químico Hymexazol, el producto biológico *Trichoderma harzianum* y en el testigo.

4.2.14. Porcentaje de intensidad de ataque

En la (ilustración 5-4) se expone el resultado de la intensidad del ataque del *Damping off* a los 45 días frente a la aplicación de los tratamientos, notando que existe variabilidad entre los mismos, obteniendo que el mayor porcentaje de superficie afectada se encuentra en el testigo (tratamiento T3), con un porcentaje de 75%, seguido por el tratamiento 2 (Producto químico Hymexazol), con un 33,25% y por último se encuentra el tratamiento 1 correspondiente al producto biológico *Trichoderma harzianum* con un porcentaje del 8,25 % de superficie afectada.

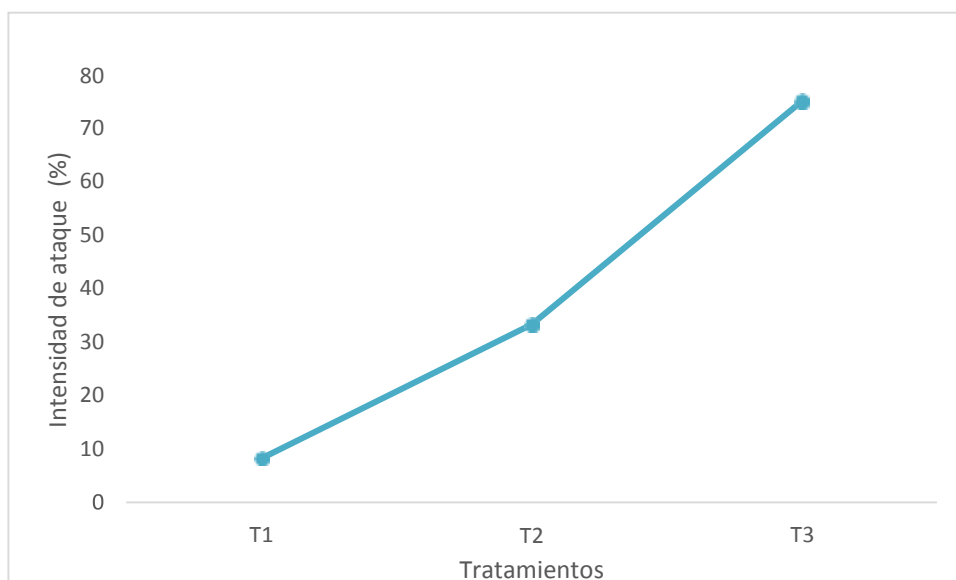


Ilustración 5-4: Intensidad de ataque a los 45 días.

Realizado por: Buenaño, M.2022

Se evidencia que con la aplicación del producto biológico *Trichoderma harzianum* la intensidad de ataque del *Damping off* fue menor, seguido por el control con el producto químico Hymexazol, con respecto al testigo la enfermedad continuo presente casi en su totalidad.

4.2.15. Porcentaje de incidencia de ataque

Se obtiene luego de un periodo de 45 días que el mayor porcentaje de incidencia del ataque de la enfermedad *Damping off* se encuentra en el testigo con un 83,33%, seguido de una incidencia de 26.67% correspondiente al control con el producto químico Hymexazol y finalmente el porcentaje más bajo de incidencia de la enfermedad se encuentra en el control con el producto biológico *Trichoderma harzianum*.

Se observa que el control biológico con *Trichoderma harzianum*. fue el mejor en controlar la incidencia de la enfermedad *Damping off* en plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) mcvaugh).

4.3. Análisis económico

El análisis de beneficio/costo presentado en la tabla 17-4 para cada uno de los tratamientos indica que el costo por aplicación más alto fue el tratamiento T2 con el producto químico Hymexazol con \$38,97 por planta y 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 la enfermedad *Damping off*.

Tabla 14-4: Costos de productos aplicados en los tratamientos establecidos

Tratamiento	Costo de aplicación por planta (\$)	Costo variable (\$)	Beneficios brutos (\$)	Beneficio neto (\$)
T1R1	37,65	55,30	538,2	484,38
T1R2	36,35	32,00	316,8	284,80
T1R3	36,35	32,00	316,8	284,80
T2R1	38,97	55,30	550,7	495,40
T2R2	37,67	32,00	329,4	297,40
T2R3	37,67	32,00	329,4	297,40
Testigo	12,00	9,00	85,50	76,95

Realizado por: Buenaño, M. 2022

El tratamiento del producto biológico *Trichoderma harzianum* muestra un costo más bajo con un valor de 37,65 \$ con respecto al tratamiento del producto químico Hymexazol, y se muestra como el mejor tratamiento en términos económicos.

4.4. Discusión

En base a la metodología establecida y a los procedimientos de evaluación considerados en el presente trabajo de investigación, se obtuvieron los diferentes resultados que fueron sometidos a discusión para comprobar la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos planteados.

Luego de evaluar la incidencia del producto químico Hymexazol y del producto biológico *Trichoderma harzianum* para el control de *Damping off* en plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii*). Se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos, es decir que, aunque numéricamente son diferentes, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, por lo que se observaron resultados favorables en el crecimiento de las plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) en lo que respecta a la altura, número de hojas y número de brotes, lo que concuerda con la literatura citada en (Santana, 2018, p.47). 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 la misma forma el empleo del Hymexazol favorece al crecimiento de las plantas y su sistema radical (Gonzales, 2019, p.5).

Un aspecto importante por lo que los resultados no fueron significativos con respecto a la variable altura de la planta, número de brotes y número de hojas en los tratamientos empleados, se debe

aque no se realizó la evaluación previa a profundidad en las plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii*(O. Berg) McVaugh), para verificar la etapa de incidencia en la que se encontraba el *Damping off*, lo que se deduce por los resultados que gracias a la resistencia que tiene la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) a enfermedades fitopatógenas las plantas se encontraban en etapa de recuperación de la enfermedad lo que concuerda con lo que se menciona que la especie Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) es resistente a enfermedades fitopatógenas lo que ayuda en su desarrollo (Jaramillo, 2013, pp.23-24).

Con excepción de la variable de número de brotes a los 15 días en donde existieron diferencias significativas (tabla 6-4) con los siguientes resultados en el tratamiento 2 (Hymexazol), se obtuvo el mejor número de brotes con un promedio de 2 brotes y se obtuvo el menor promedio con una media de 1 brote en el tratamiento 1(testigo). Esto se debe a que el Hymexazol ayuda al crecimiento de la planta, estimula la producción de raíces, mejorando la toma de nutrientes además promueve el desarrollo foliar y el vigor de la planta 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 (Summit Agro, 2021, p.1).

Luego de evaluar la severidad de la enfermedad *Damping off*, el porcentaje de incidencia de ataque se observa que el control biológico con *Trichoderma harzianum* fue el mejor en controlar la incidencia de la enfermedad *Damping off* en plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh).

CONCLUSIONES

Se determinó la incidencia del producto químico Hymexazol para el control del *Damping off*, en donde se obtuvo que las plantas tuvieron una respuesta positiva con la aplicación del producto controlando el mayor porcentaje de la enfermedad y mejorando su desarrollo.

Con la aplicación del producto biológico *Trichoderma harzianum* en las plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) se obtuvo resultados positivos logrando el control del *Damping off* y mejorando el desarrollo de las plantas.

El tratamiento más viable económicamente en el control del *Damping off* en las plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh) es con la aplicación del producto biológico *Trichoderma harzianum*

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar previamente de iniciar una investigación la fase en la que se encuentra la enfermedad de la especie a utilizar, para poder establecer claramente la base inicial del problema y establecer el método correcto para su control.

Se recomienda realizar estudios con el producto biológico *Trichoderma harzianum*, respecto al control de distintas enfermedades fitopatógenas en especies nativas de nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

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.*

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 Arrayán (Myrcianthes hallii (O. Berg) McVaugh) 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. 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, 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, Ecuador. 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. *Control de damping off en arveja utilizando Trichoderma Harzianum fosfitopotásico caco y proganic mega Universidad politécnica estatal del Carchi* [en línea], 2013, Ecuador. pp. 27. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8>

Osico%20caco%20y%20proganic%20mega%20-%20guerrero%20nasner%2c%20kenedi.pdf.

GUERRERO, K. *Control de damping off en arveja utilizando Trichoderma Harzianum fosfitopotásico caco y proganic mega Universidad politécnica estatal del Carchi* [en línea], 2013,

Ecuador. pp. 19. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en:

[http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8)

[0off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8)
[Osico%20caco%20y%20proganic%20mega%20-%20guerrero%20nasner%2c%20kenedi.pdf.](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8)

GUERRERO, K. *Control de damping off en arveja utilizando Trichoderma Harzianum fosfitopotásico caco y proganic mega Universidad politécnica estatal del Carchi* [en línea], 2013,

Ecuador. pp. 1-

7. [Consulta 09 abril 2022]. Disponible en:

[http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8)

[0off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8)
[Osico%20caco%20y%20proganic%20mega%20-%20guerrero%20nasner%2c%20kenedi.pdf.](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/24/1/112%20control%20de%20damping%20off%20en%20arveja%20utilizando%20trichoderma%20harzianim%20fosfito%20pot%20c3%8)

HORSFALL, J. y COWLING, E. *Plant disease: An advanced treatise.* New

York:Academic Press, 1978, pp. 391-412.

INAMHI. Registro de datos meteorológicos estación: Riobamba Politécnica [blog]. 2022.

[Consulta: 08 Octubre 2022]. Disponible

en: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/estaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica.html>

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 (O. Berg) McVaugh).* [en línea]. Ecuador, 2013. pp 5-6. [Consulta: 09 abril

2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1103/1/T-UCE-0004-17.pdf>.

JARAMILLO, K. *Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de Arrayán*

(*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh), (Tesis) [en línea], 2013, pp. 20 - 35. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1103/1/T-UCE-0004-17.pdf>.

LAMICHHANE, J. et al. Integrated management of damping-off diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2017 vol. 37, no. 2, pp. 2. ISSN 17730155. DOI 10.1007/s13593-017-0417-y

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

MEDRANO 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.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Plan nacional de forestación y reforestación [blog]. Chimborazo, 2021. [Consulta 12 Agosto 2022]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155382.pdf>

SANTANA DÍAZ, T. Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* rifai en posturas de leucaena, cedro y samán, [en línea], 2018, p. 4. 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. ISSN02136910. 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. *Patología Molecular de Plantas* 12:341-354. 2011. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00674.x>



ANEXOS

ANEXO A: ASIGNACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO



Cama en el interior del Umbráculo

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



Limpieza



Desinfección



Cama desinfectada

ANEXO C: ADQUISICIÓN DE PLANTAS



Plantas de Arrayán (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh)

ANEXO D: UBICACIÓN DE PLANTAS EN EL ÁREA DE TRABAJO Y ROTULACIÓN



Ubicación de las plantas



Elaboración de rótulos



Rotulación



Enyaso

ANEXO E: ADQUISICIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y BIOLÓGICO



Producto Químico Hymexazol y Producto Biológico *Trichoderma harzianum*

ANEXO F: TOMA DE MUESTRA DE SUSTRATO



Colocar el sustrato en una superficie



Mezclar el sustrato



Muestra del sustrato

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



Cálculo de la Humedad



Cálculo de Materia Orgánica pH y consistencia

ANEXO H: PRIMERA APLICACIÓN



Aplicación Producto Biológico *Trichoderma harzianum*



Aplicación del producto químico Hymexazol



Aplicación de Agua

ANEXO I: SEGUNDA APLICACIÓN

Aplicación Producto Biológico



Trichoderma harzianum

Aplicación del producto químico Hymexazol



Aplicación de Agua

ANEXO J: TERCERA APLICACIÓN

Aplicación Producto Biológico

Trichoderma harzianum



Aplicación del producto químico Hymexazol



Aplicación de Agua

ANEXO K: TOMA DE DATOS



Altura



esPOCH

**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: 13 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Mishell Fernanda Buenaño Toapanta
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

Cristhian Castillo



0070-DBRA-UTP-2023