



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

EFFECTO DE *Trichoderma* spp. PARA EL CRECIMIENTO DE TRES
ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE VIVERO EN LA
PROVINCIA DE PICHINCHA

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de

INGENIERÍA FORESTAL

AUTORA:

LISETH KARINA GONZÁLEZ TAMAYO

Riobamba - Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

EFECTO DE *Trichoderma* spp. PARA EL CRECIMIENTO DE
TRES ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE VIVERO EN LA
PROVINCIA DE PICHINCHA

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de

INGENIERÍA FORESTAL

AUTORA: LISETH KARINA GONZÁLEZ TAMAYO

DIRECTOR: ING. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO Ph.D.

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, Liseth Karina González Tamayo

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

Yo, LISETH KARINA GONZÁLEZ TAMAYO, 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, 23 de marzo del 2022





Liseth Karina González Tamayo

1754724373

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: tipo: Proyecto de Investigación, **EFFECTO DE *Trichoderma* spp. PARA EL CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE VIVERO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA**, realizado por la señorita: **LISETH KARINA GONZÁLEZ TAMAYO**, 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 MsC. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: VILMA FERNANDA NOBOA SILVA	2022/03/23
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO Firmado digitalmente por PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO	2022/03/23
Ing. Rosa Del Pilar Castro Gómez Ph D. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: ROSA DEL PILAR CASTRO GOMEZ	2022/03/23

DEDICATORIA

Dentro de mi recorrido universitario logre darme cuenta de mis destrezas, habilidades y a reconocer mis esfuerzos ejercidos con dedicación y perseverancia, los cuales han sido una guía para alcanzar la meta principal, que es la culminación de este trabajo de investigación, además me permitieron dar el verdadero valor al trabajo en conjunto y no solo con compañeros de clase, sino con la familia y amigos cercanos. Por este motivo me permito dedicar la lucha, el esfuerzo y la dedicación en primer lugar a Dios por permitirme cerrar esta etapa con vida, salud y objetivos cumplidos, así mismo, a los seres más importantes de mi vida que son mis padres Iván y Karina por el gran trabajo y sacrificio que realizaron junto conmigo hasta el día de hoy que concluyo con uno de los ciclos más importantes en mi preparación académica. A la vez dedico este trabajo a mi abuela Patricia, a mis hermanos Gabriela, Daniel y Mateo y sobrinos Derek y Lyam que decidieron confiar en mí, brindándome apoyo incondicional. Igualmente, a la universidad y mis maestros por las oportunidades y preparaciones manifestadas durante el periodo académico.

Liseth

AGRADECIMIENTO

Para este proceso he recibido apoyo, confianza de familiares y allegados que considero que fueron un pilar fundamental para mantenerme de pie ante las adversidades presentadas durante este largo recorrido, y así mismo estuvieron presentes en mis grandes triunfos.

Por esta moción, en primera instancia quiero agradecer a la universidad que me dio una excelente acogida, brindándome grandes oportunidades y aprendizajes, permitiéndome prepararme no solo académicamente, sino formarme como persona resaltando los valores ya obtenidos en el hogar y sobre todo el respeto hacia los demás, también a mis maestros que fueron parte importante de mi progreso educativo.

Por otro lado, quiero agradecer a Dios y a mis padres porque fueron la estructura que me mantuvo firme para ser constante hasta alcanzar mi objetivo de vida planteado, en este recorrido académico, además quiero ser grata con mi abuela quien me aconsejó y apoyó en todo momento y sin dejar de lado con mis hermanos por los alientos brindados y compañías nocturnas.

Liseth

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESÚMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1.	Botánica de especies forestales	4
1.1.1.	<i>Arupo</i>	4
1.1.1.1.	<i>Taxonomía</i>	4
1.1.1.2.	<i>Descripción botánica</i>	4
1.1.2.	<i>Eucalipto moneda</i>.....	4
1.1.2.1.	<i>Taxonomía</i>	5
1.1.2.2.	<i>Descripción botánica</i>	5
1.1.3.	<i>Ciprés</i>.....	5
1.1.3.1.	<i>Taxonomía</i>	5
1.1.3.2.	<i>Descripción botánica</i>	6
1.2.	Vivero	6
1.2.1.	<i>Conceptualización e importancia de un vivero forestal</i>.....	6
1.2.2.	<i>Producción de la planta</i>.....	6
1.2.2.1.	<i>Propagación</i>	6
1.2.2.2.	<i>Selección de la planta madre</i>	7
1.2.2.3.	<i>Obtención de la semilla</i>	7
1.2.2.4.	<i>Selección del terreno</i>	7
1.2.2.5.	<i>Semilleros</i>	7
1.3.	<i>Trichoderma spp.</i>	9
1.3.1.	<i>Taxonomía</i>.....	9
1.3.2.	<i>Generalidades de Trichoderma spp.</i>	9

1.4.	Especies de <i>Trichoderma</i>	10
1.4.1.	<i>Trichoderma harzianum</i>	10
1.4.1.1.	<i>Descripción</i>	10
1.4.2.	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	10
1.4.2.1.	<i>Descripción</i>	10
1.5.	Mecanismos de acción de <i>Trichoderma</i>	11
1.5.1.	<i>Antibiosis</i>	11
1.5.2.	<i>Competencia</i>	11
1.5.3.	<i>Promotor de crecimiento vegetativo</i>	11
1.5.4.	<i>Estimulador de los mecanismos de defensa de las plantas</i>	12
1.5.5.	<i>Biorremediador de suelos</i>	12
1.6.	Efecto de <i>Trichoderma</i> en el crecimiento de especies vegetales	12
1.7.	Índice de Calidad de Dickson (ICD)	14

CAPITULO II

2.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1.	Caracterización del lugar	15
2.1.1.	<i>Localización</i>	15
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	15
2.1.3.	<i>Geomorfología</i>	16
2.1.4.	<i>Características climáticas</i>	16
2.1.5.	<i>Materiales, equipos y reactivos</i>	16
2.1.5.1.	<i>Materiales</i>	16
2.1.5.2.	<i>Equipos</i>	16
2.1.5.3.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	17
2.1.5.4.	<i>Reactivos e insumos</i>	17
2.1.5.5.	<i>Material biológico</i>	17
2.2.	Marco metodológico	17
2.2.1.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	17
2.2.1.1.	<i>Diseño experimental</i>	17
2.2.1.2.	<i>Tratamientos</i>	18
2.2.2.	<i>Variables para evaluar</i>	18
2.2.3.	<i>Fase de campo</i>	19
2.2.3.1.	<i>Identificación y descripción de las especies forestales</i>	19

2.2.3.2.	<i>Recolección y siembra de semillas</i>	19
2.2.3.3.	<i>Repique o trasplante</i>	20
2.2.3.4.	<i>Preparación del bloque experimental</i>	20
2.2.3.5.	<i>Inoculación de Trichoderma spp. en las especies forestales</i>	21
2.2.3.6.	<i>Riego</i>	22
2.2.3.7.	<i>Toma de datos de variables</i>	22
2.2.4.	<i>Fase de laboratorio</i>	22
2.2.4.1.	<i>Elaboración de inóculo</i>	22
2.2.4.2.	<i>Toma de datos de variables</i>	23
2.2.5.	<i>Análisis de datos</i>	24

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
3.1.	Resultados de las variables evaluadas	25
3.1.1.	<i>Altura</i>	25
3.1.2.	<i>Diámetro a la altura del cuello (DAC)</i>	28
3.1.3.	<i>Número de hojas</i>	31
3.1.4.	<i>Longitud de raíz</i>	34
3.1.5.	<i>Masa fresca total</i>	37
3.1.6.	<i>Masa seca foliar</i>	40
3.1.7.	<i>Masa seca radicular</i>	43
3.1.8.	<i>Masa seca total</i>	46
3.1.9.	<i>Índice de Dickson (ICD)</i>	49
3.1.10.	<i>Fotografías de las tres especies forestales sometidas a los distintos tratamientos de Trichoderma</i>	50
3.2.	Discusión	57

CONCLUSIONES	59
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	60
------------------------------	-----------

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica.....	4
Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica de Eucalipto moneda.....	5
Tabla 3-1:	Clasificación taxonómica del Ciprés.....	5
Tabla 4-1:	Clasificación taxonómica de <i>Trichoderma</i>	9
Tabla 1-2:	Geomorfología del vivero forestal	16
Tabla 2-2:	Diseño experimental	18
Tabla 3-2:	Descripción de tratamientos.....	18
Tabla 4-2:	Ubicación de las especies.....	21
Tabla 1-3:	Análisis de varianza para la variable altura de las tres especies forestales inoculadas con <i>Trichoderma</i> spp.	26
Tabla 2-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	27
Tabla 3-3:	Análisis de varianza para la variable DAC de las tres especies forestales inoculadas con <i>Trichoderma</i> spp.	29
Tabla 4-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable DAC de las tres especies forestales inoculadas con <i>Trichoderma</i> spp.	30
Tabla 5-3:	Análisis de varianza para la variable número de hojas de las tres especies forestales inoculadas con <i>Trichoderma</i> spp.	32
Tabla 6-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas de las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	33
Tabla 7-3:	Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de las tres especies forestales en estudio con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	35
Tabla 8-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de la raíz de las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	36
Tabla 9-3:	Análisis de varianza para la variable masa fresca total de las tres especies forestales en estudio con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	38
Tabla 10-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable masa fresca total de las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	39
Tabla 11-3:	Análisis de varianza para la variable masa seca foliar de las tres especies forestales en estudio con la aplicación de <i>Trichoderma</i> spp.....	41
Tabla 12-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable masa seca foliar de las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	42
Tabla 13-3:	Análisis de varianza para la variable peso seco radicular de tres especies forestales en estudio con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	44

Tabla 14-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable masa seca radicular de las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.....	45
Tabla 15-3:	Análisis de varianza para la variable masa seca total de las tres especies forestales en estudio inoculadas con <i>Trichoderma</i> spp.....	47
Tabla 16-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable masa seca total de las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> spp.	48
Tabla 17-3:	Índice de Dickson para la especie forestal Arupo	49
Tabla 18-3:	Índice de Dickson para la especie forestal Eucalipto moneda	49
Tabla 19-3:	Índice de Dickson para la especie forestal Ciprés	50
Tabla 20-3:	Fotografías de las plantas de las diferentes especies forestales sometidas a los distintos tratamientos.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Ubicación geográfica del vivero forestal.....	15
--------------------	---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable altura para las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> y agua destilada.....	25
Gráfico 2-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) del efecto de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> 1 y 2 y de <i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1 y 2.....	25
Gráfico 3-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable DAC para las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> y agua destilada.....	28
Gráfico 4-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) del efecto de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> 1 y 2 y de <i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1 y 2.....	28
Gráfico 5-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable número de hojas para las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> y agua destilada.	31
Gráfico 6-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) del efecto de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> 1 y 2 y de <i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1 y 2.....	31
Gráfico 7-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable longitud de raíz para las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> y agua destilada.	34
Gráfico 8-3:	Diagrama de caja y bigote para el efecto de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> 1 y 2 y de <i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1 y 2.....	34
Gráfico 9-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable masa fresca total para las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> y agua destilada.	37
Gráfico 10-3:	Diagrama de caja y bigote para el efecto de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> 1 y 2 y de <i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1 y 2.....	37
Gráfico 11-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable masa seca foliar para las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> y agua destilada.	40
Gráfico 12-3:	Diagrama de caja y bigote del efecto de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> 1 y 2 y de <i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1 y 2.....	40
Gráfico 13-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable masa seca radicular para las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> y agua destilada.	43
Gráfico 14-3:	Diagrama de caja y bigote para el efecto de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> 1 y 2 y de <i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1 y 2.....	43
Gráfico 15-3:	Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable masa seca total para las tres especies forestales con la inoculación de <i>Trichoderma</i> y agua destilada.	46
Gráfico 16-3:	Diagrama de caja y bigote para el efecto de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i> 1 y 2 y de <i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1 y 2.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	SIEMBRA EN EL SEMILLERO	68
ANEXO B:	REPIQUE DE ESPECIES FORESTALES	68
ANEXO C:	PREPARACIÓN DEL BLOQUE EXPERIMENTAL EN CAMPO.....	69
ANEXO D:	ROTULADO DE ESPECIES FORESTALES	69
ANEXO E:	APLICACIÓN DEL INÓCULO.....	70
ANEXO F:	RIEGO	70
ANEXO G:	RECOLECCIÓN DE DATOS-ALTURA Y DAP	71
ANEXO H:	RECOLECCIÓN DE DATOS- CONTEO DE HOJAS	71
ANEXO I:	FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO	72
ANEXO J:	DESCRIPCIÓN DE CEPAS DE <i>Trichoderma</i> UTILIZADAS.....	72
ANEXO K:	PROPAGACIÓN DE <i>Trichoderma spp.</i>	73
ANEXO L:	PREPARACIÓN DEL INÓCULO	73
ANEXO M:	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL INÓCULO.....	74
ANEXO N:	PREPARACIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES	74
ANEXO O:	FOTOGRAFÍAS DE LAS ESPECIES FORESTALES MODELO	75
ANEXO P:	TOMA DE DATOS-PESO FRESCO	75
ANEXO Q:	TOMA DE DATOS-LONGITUD DE RAÍZ.....	76
ANEXO R:	SECADO DE ESPECIES FORESTALES	76
ANEXO S:	TOMA DE DATOS-PESO SECO	77
ANEXO T:	FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO ...	77
ANEXO U:	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE ALTURA.	78
ANEXO V:	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE DAC.....	78
ANEXO W:	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS.....	78
ANEXO X:	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE LONGITUD DE RAÍZ.	79
ANEXO Y:	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MASA FRESCA TOTAL.	79
ANEXO Z:	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MASA SECA FOLIAR.	79
ANEXO AA:	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MASA SECA RADICULAR.....	80

ANEXO BB: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MASA SECA TOTAL.....	80
--	----

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* en el crecimiento de *Chionanthus pubescens*, *Eucalyptus cinerea* y *Cupressus macrocarpa* a nivel de vivero. El estudio comprendió las actividades de identificación de las especies forestales, recolección y siembra de semillas, repique o trasplante, preparación del bloque experimental con los 15 tratamientos y 4 repeticiones cada uno, inoculación de *Trichoderma* spp., riego, toma de datos de las variables altura de la planta, diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante (dt) y el conteo de hojas a los 75 días después del trasplante (dt) en la fase de campo, el peso fresco total, longitud de raíz, peso seco foliar y peso seco radicular en la fase de laboratorio, y finalmente el cálculo del índice de Dickson y análisis estadístico de datos en R en la fase de oficina. Los resultados del trabajo de investigación mostraron que con *Trichoderma harzianum* las plantas de *Chionanthus pubescens* tuvieron respuesta positiva significativa en las variables altura de la planta, masa fresca total, masa seca foliar, para *Eucalyptus cinerea* en la variable longitud de raíz y en el caso de *Cupressus macrocarpa* en las variables masa fresca total y masa seca foliar y radicular, con *Trichoderma longibrachiatum* tuvieron únicamente respuesta positiva significativas las plantas de *Chionanthus pubescens* en la variable masa seca radicular. Se concluyó que las tres especies vegetales en estudio tuvieron mejor reacción y mayor significancia positiva con la inoculación de *Trichoderma harzianum*. Se recomienda en la investigación con *Trichoderma* usar las diferentes especies como promotores de crecimiento en especímenes forestales vedadas o de difícil propagación a nivel de vivero y como tratamientos pre germinativos para plantas de crecimiento lento.

Palabras clave: <ARUPO (*Chionanthus pubescens*)>, <EUCALIPTO MONEDA (*Eucalyptus cinerea*)>, <CIPRÉS (*Cupressus macrocarpa*)>, <*Trichoderma* spp.>, <PROMOTORES DE CRECIMIENTO>



Firmado digitalmente por:
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ



0779-DBRA-UTP-2022


D.B.R.A.I.
Ing. Cristhian Castillo Ruiz

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the effect of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum* on the growth of *Chionanthus pubescens*, *Eucalyptus cinerea* and *Cupressus macrocarpa* at nursery level. The study included the activities of identification of the forest species, collection and sowing of seeds, replanting or transplanting, preparation of the experimental block with the 15 treatments and 4 replicates each, inoculation of *Trichoderma* spp, irrigation, data collection of the variables plant height, diameter at collar height (DAC) at 15, 30, 45, 60 and 75 days after transplanting (dt) and leaf count at 75 days after transplanting (dt) in the field phase, total fresh weight, root length, leaf dry weight and root dry weight in the laboratory phase, and finally the calculation of Dickson's index and statistical analysis of data in R in the office phase. The results of the research work showed that with *Trichoderma harzianum* the plants of *Chionanthus pubescens* had significant positive response in the variables plant height, total fresh mass, foliar dry mass, for *Eucalyptus cinerea* in the variable root length and in the case of *Cupressus macrocarpa* in the variables total fresh mass and foliar and root dry mass, with *Trichoderma longibrachiatum* had only significant positive response the plants of *Chionanthus pubescens* in the variable root dry mass. It was concluded that the three vegetal species in study had better reaction and greater positive significance with the inoculation of *Trichoderma harzianum*. It is recommended in the research with *Trichoderma* to use the different species as growth promoters in forbidden forest specimens of difficult propagation at nursery level and as pre-germinative treatments for plants of slow growth.

Key words: <ARUPO (Chionanthus pubescens)>, <EUCALYPTUS MONICA (Eucalyptus cinerea)>, <CIPRESS (Cupressus macrocarpa)>, <Trichoderma spp.>, <GROWTH PROMOTERS>.



INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el sector forestal ha ido desempeñando un papel muy importante tanto para el medio ambiente como para la economía del país, por lo cual es sustancial reproducir, mantener, controlar y contribuir al desarrollo de las especies leñosas. Una de las técnicas poco comunes que se han incrementado como promotores de crecimiento de especies vegetales es el uso de organismos fúngicos. La investigación y análisis de los efectos de este producto biológico han ido avanzando considerablemente en el campo ambiental donde se presenta como una de las mejores alternativas para sustituir los productos químicos (Castro y Rivillas, 2012, p. 15; Maza y Stazornelli, 2021, pp. 55-56).

Trichoderma es un género de hongos que se encuentran en los suelos de todas las zonas climáticas del mundo y son importantes descomponedores de materiales leñosos y herbáceos. Es un hongo invasor oportunista, que se caracteriza por su rápido crecimiento, por la capacidad de asimilar una amplia gama de sustratos y por la producción de una variedad de compuestos antimicrobianos. Algunas cepas han sido explotadas como agentes de control biológico (BCA) de patógenos (Cano, 2011, p17).

Este agente fúngico también han sido usado en biorremediación, por su capacidad de degradar hidrocarburos, compuestos clorofenólicos, polisacáridos y los plaguicidas xenobióticos utilizados en la agricultura, igualmente, debido a la existencia de transposones ABC en sus moléculas se considera estimulador del crecimiento vegetal e inductor de resistencia sistémica, debido a que modula o estimula algunas respuestas en la planta (Verma, et al., 2007; Vonale, et al., 2008a; Hoyos, et al., 2009; Leandro, et al., 2007; Howell y Puckhaber, 2005; Howell, 2006).

En la provincia de Pichincha existen algunos estudios del uso de *Trichoderma*, como biocontrolador para fincas agroecológicas, también como alternativa de plaguicidas para combatir a *Botrytis* spp. en rosas, etc., sin embargo, muy pocos estudios acerca de la utilización de este género fúngico como una alternativa en la promoción de crecimiento y estimulante para los procesos fisiológicos de especímenes forestales (Cumbagin y Flores, 2020; Jara, 2014).

PROBLEMA

Trichoderma spp. como la mayoría de los hongos benéficos se encuentra de manera natural en suelos, también se lo puede hallar en raíces, tallos y hojas de vegetales. No existen estudios acerca de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento en especímenes forestales como el arupo

(*Chionanthus pubescens*), eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y el ciprés (*Cupressus macrocarpa*) a nivel de vivero.

JUSTIFICACIÓN

Ecuador es un país muy diverso en cuanto a plantas, animales, microorganismos, especies fúngicas entre otros seres, de los cuales no se ha podido comprobar todos los usos que pueden aportar para futuras investigaciones teóricas y experimentales. Las especies fúngicas benéficas del género *Trichoderma* son una de las alternativas positivas ecológicamente hablando que pueden contribuir a la aceleración de las funciones fisiológicas de una planta.

En este trabajo práctico de investigación se buscó aportar información acerca del efecto de dos especies de *Trichoderma* sobre tres especies forestales: el arupo (*Chionanthus pubescens*), eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y ciprés (*Cupressus macrocarpa*) a nivel de vivero.

Observando la necesidad de alternativas de producción limpia en el sector forestal, surgió la idea de realizar investigaciones sobre el efecto de estas dos especies de *Trichoderma* en los procesos fisiológicos de especies leñosas.

OBJETIVOS

General

Determinar el efecto de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento de tres especies forestales ubicadas en el vivero las Palmeras en la provincia de Pichincha.

Específicos

Evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* como promotor de crecimiento en arupo (*Chionanthus pubescens*), eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y ciprés (*Cupressus macrocarpa*) a nivel de vivero.

Analizar el efecto de *Trichoderma longibrachiatum* como promotor de crecimiento en arupo (*Chionanthus pubescens*), eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y ciprés (*Cupressus macrocarpa*) a nivel de vivero.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA

Ninguna de las especies de *Trichoderma* spp. causan algún afecto en el crecimiento de arupo (*Chionanthus pubescens*), eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y ciprés (*Cupressus macrocarpa*) a nivel de vivero.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA

Al menos una de las especies de *Trichoderma* spp. causan algún efecto en el crecimiento de arupo (*Chionanthus pubescens*), eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y ciprés (*Cupressus macrocarpa*) a nivel de vivero.

CAPITULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Botánica de especies forestales

1.1.1. Arupo

1.1.1.1. Taxonomía

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica

TAXONOMÍA	
Reino:	Plantae
Clase:	Magnolipsida (dicotiledónea)
Orden:	Lamiales
Familia:	Oleaceae
Género:	<i>Chionanthus</i>
Especie:	<i>Pubescens</i>
Nombre científico:	<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth
Nombres comunes:	Arupo (Ecuador) y Chuquil (Cajamarca, Perú)

Fuente: (NRCS y USDA, 2016; Santa Cruz, 2012; Quishpe, 2011; citado en Peralta, et al., 2017).

1.1.1.2. Descripción botánica

Es un árbol que puede alcanzar hasta 8m de altura, posee un tronco torcido, grisáceo y sus ramas extendidas forman una copa globosa, sus ramitas son delgadas y enticheladas, tiene hojas simples, opuestas, enteras sin estípulas, de 20 cm de longitud, oblongas con nervios pronunciados y limbos acanalados hacia el raquis, su flor se destaca por el colorido que resalta entre la vegetación nativa, rosadas o blancas con pétalos lineales de aproximadamente 2,5 cm, en panículas. Luego de caer sus flores aparecen los frutos, este es una drupa de aproximadamente 1 cm de largo y 0,8 cm de diámetro y contiene una semilla, presentan un color negro cuando maduran y cae al suelo para ser recolectado (Quishpe, 2009).

1.1.2. Eucalipto moneda

1.1.2.1. Taxonomía

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de Eucalipto moneda

TAXONOMÍA	
Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Magnolipsida
Orden:	Myrtales
Familia:	Myrtaceae
Género:	<i>Eucalyptus</i>
Especie:	<i>cinerea</i>
Nombre científico:	<i>Eucalyptus cinerea</i>
Nombres comunes:	Eucalipto dólar, eucalipto moneda, eucalipto gris

Fuente: (INBUY, 2011).

1.1.2.2. Descripción botánica

Es un árbol de hasta 16 m corteza rugosa y fibrosa, marrón rojizo. Hojas juveniles opuestas, sésiles o cortamente amplexicaulas, de orbiculares a cordadas, glaucas, ligeramente discoloras; las hojas juveniles persisten en ocasiones en los árboles adultos. Hojas adultas alternas, acuminadas, anchamente lanceoladas, de 6-16 cm de largo por 1,5-4,5 cm de ancho; peciolo aplanado, de 5-11 o urceolados, a menudo rugosos, de 7-25 mm de largo por 7-11 mm de ancho; disco descendente valvas 3 o 4, profundamente inclusas (Arriba y Pando, 2016, pp. 35-36).

1.1.3. Ciprés

1.1.3.1. Taxonomía

Tabla 3-1: Clasificación taxonómica del Ciprés

TAXONOMÍA	
Reino:	Plantae
División:	Pinophyta
Clase:	Pinopsida
Orden:	Pinales
Familia:	Cupressaceae
Género:	<i>Cupressus</i>
Especie:	<i>Macrocarpa</i>
Nombre científico:	<i>Cupressus macrocarpa</i>

Fuente: (Killen, et al., 1993; citado en Mamani, 2015).

1.1.3.2. Descripción botánica

Según la FAO (1995) citado en Mamani (2015), son arboles de 20 – 25 m. de altura, aproximadamente, de follaje verde oscuro, copa abierta, el conjunto de las ramillas en la extremidad de las ramas horizontales es agudo y ralo. Follaje aromático (limón verde). Hojas imbricadas, largamente ovoideo-rómbicas, claramente dentadas en sus bordes. Amento masculino en la extremidad de las ramillas, esféricas o subesféricas, de 2 – 4 mm de largo. Cono femenino esférico o subesférico, de 22 – 25 mm de diámetro, escamas 8 – 12 con un corto o fuerte micrón.

1.2. Vivero

1.2.1. Conceptualización e importancia de un vivero forestal

De acuerdo con MAE et al., (2014) el vivero forestal es un lugar destinado para la producción y creación de especies forestales que son utilizadas para diferentes fines como plantaciones, construcción, ornamentales entre otras. La importancia de este espacio se enfoca en crear especímenes de calidad y que los mismo sean adaptados a las diferentes localidades con el fin de contribuir e inducir al cuidado del medio ambiente.

1.2.2. Producción de la planta

1.2.2.1. Propagación

Sexual

Para la reproducción sexual se necesita de la existencia de sexos (masculino y femenino), que a través del proceso de polinización-fecundación, se da la formación de la semilla, la cual dará origen a una nueva planta, es decir, que la propagación se hace por medio de semillas (Irigoyen y Cruz, 2005, p.6).

Asexual

También llamada reproducción vegetativa, se da por simple fragmentación de la planta madre, en donde las plantas hijas son idénticas a la madre, al no existir intercambio de material genético. La forma más sencilla consiste en la simple partición de secciones del tallo, que una vez enterradas consiguen enraizar. Se trata de un fenómeno muy extendido entre las plantas vasculares. Las

formas más comunes de propagación vegetativa: estacas, esquejes, injertos, acodos, por medio de raíces, cultivo de tejidos (Irigoyen y Cruz, 2005, p.6).

1.2.2.2. Selección de la planta madre

Se debe conocer el origen de la planta, su historial productivo, deben ser sanas, tienen que presentar un sistema radicular resistente y vigoroso (Irigoyen y Cruz, 2005, p.7).

1.2.2.3. Obtención de la semilla

Se debe recolectar la semilla en época de maduración, y/o la diseminación de las semillas, se continúa con el secado de estas, operación a ser realizada en un lugar acondicionado para tal fin, bajo sombra y con buena ventilación (Olivo, et al., 2017, p.15).

1.2.2.4. Selección del terreno

Según Irigoyen y Cruz (2005, p.10) para la selección del sitio donde se establecerá el semillero es importante tomar en cuenta una serie de actividades que demandan movilización de mano de obra e insumos, por lo que se deben considerar los siguientes aspectos:

- Buena disponibilidad de agua para riego

- Topografía plana o con pendiente suave (menos del 10%), de lo contrario realizar obras de conservación de suelos y drenajes.

- Buena accesibilidad, que permita y facilite el transporte.

1.2.2.5. Semilleros

Sustrato (suelo)

Sustrato es la mezcla de suelo y abono para que se desarrollen las plántulas. Los materiales más utilizados son: tierra agrícola, tierra negra, arena y materia orgánica descompuesta, logrando tener una mezcla suelta que permita una buena infiltración del agua. Se puede utilizar la siguiente mezcla (relación 3:3:3:1); es decir, 30% tierra agrícola, 30% tierra negra, 30% arena de río, 10% materia orgánica descompuesta (Bonilla, et al., 2014, p.8).

Desinfección del semillero

La desinfección del suelo se puede hacer con agua hervida, cal y ceniza, para evitar la presencia de plagas y enfermedades, o a su vez con productos fitosanitarios preferentemente de etiqueta verde (Bonilla, et al., 2014, p.10).

Siembra

El tipo de siembra consiste en dos formas, cuando las semillas son pequeñas se emplea el método al Voleo, tomando una porción de semillas en la mano y procediendo a su distribución en forma lineal a lo largo de la cama de almácigo, realizando el tapado de las semillas con el mismo sustrato, para semillas de tamaño medianas a grandes, la siembra es directa, se realiza una por una en forma directa y lineal, a un distanciamiento pre establecido, de 2 a 2.5 centímetros entre semillas. En esta etapa, la semilla que germina necesita sombra y humedad, no debemos permitir que se seque el sustrato, tampoco regar en exceso, ya que podríamos ocasionar que las semillas se pudran fácilmente (Olivo, et al., 2017, p.15).

Cobertura

Debe protegerse las semillas con paja, para que proporcione calor en las noches y sirva de amortiguamiento para el riego y protección de la presencia de aves (Bonilla, et al., 2014, p.10).

Riego

El riego debe ser aplicado con un regador o equipo de ducha fina, para que el agua caiga en forma suave, evitando lo que ocurre cuando el riego se realiza con envases o equipos inadecuados, que el chorro de agua caiga con fuerte impacto, ocasionando el lavado del sustrato y con ello se extraiga la semilla fuera del almácigo, o exponga la raíz de la plantita al descubierto. El riego debe ser realizado con equipo de ducha fina, pero con suficiente cantidad de agua para que llegue hasta la raíz y no sea un riego superficial (Olivo, et al., 2017, p.16).

Repique

Consiste en trasplantar las plantitas de los almácigos a las bolsas de polietileno llenas de sustrato. El momento oportuno del repique, para algunas especies es al mes de realizado la siembra de semillas. Otro indicativo para proceder al repique es cuando la plantita cuente con dos hojas verdaderas (Olivo, et al., 2017, p.15).

Para semillas grandes el repique se realiza cuando la plantita cuenta con 4 hojas verdaderas o 10 centímetros de altura. El repicado se recomienda realizarlo en días nublados, por las mañanas o tardes, para proceder a ello, previamente se realiza un riego a las camas de almacigo, para que suelte el sustrato las raíces sin producir daños a la raíz, a continuación, con un elemento adecuado tal como un clavo grande u otro instrumento se afloja el sustrato con mucho cuidado para no causar daño a la raíz de la plantita, después, se procede a extraer las plantitas y el acopio se realiza en un recipiente con agua o lodo (mezcla de agua con tierra), operación que debe ser realizada bajo sombra, a fin de evitar la pérdida de humedad de la plantita (Olivo, et al., 2017, p.15).

1.3. *Trichoderma* spp.

1.3.1. Taxonomía

Tabla 4-1: Clasificación taxonómica de *Trichoderma*

TAXONOMÍA	
Reino:	Fungi
Phylum:	Ascomycota
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	Hypocreaceae
Género:	<i>Trichoderma</i>

Fuente: (SCHOCH, 2020).

1.3.2. Generalidades de *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp., es un hongo filamentoso, saprófito, aerobio, que cuenta con una pared celular compuesta principalmente por quitina, se reproduce de forma asexual y cuenta con una alta densidad poblacional en el suelo, pero además tiene una fácil adaptación y por ende un rápido crecimiento en diferentes sustratos tanto sólidos como líquidos (Weaver, et al., 2005).

De acuerdo con Martínez (2015, p.12) el género se presenta naturalmente en diferentes hábitats, aparece distribuido por todas las latitudes desde zonas polares a ecuatoriales. Se lo conoce por encontrarse en suelos que tengan una gran cantidad de materia orgánica porque de esta manera logran descomponerla y alimentarse de la misma. En algunas circunstancias se puede presentar como anaerobio facultativo, es por este motivo que se dice que se los puede encontrar en diferentes hábitats por su capacidad adaptativa. Por estas cualidades se ha tomado en cuenta a este género para participar de la industria de la biotecnología.

1.4. Especies de *Trichoderma*

1.4.1. *Trichoderma harzianum*

1.4.1.1. Descripción

Trichoderma harzianum se lo puede encontrar principalmente en diferentes tipos de sustratos orgánicos y suelos, los mismos que pueden adaptarse a diversas condiciones ambientales facilitando su distribución en todo el mundo. Se lo caracteriza por ser un hongo filamentososo que produce una alta gama de enzimas hidrolíticas y quitinolíticas, pudiendo parasitar e interactuar de forma simbiótica con microorganismos y plantas (Arenas, et al., 2009; Gato, 2010).

El principal mecanismo de acción se basa como promotor de crecimiento vegetal, el cual se va extendiendo según vaya colonizando el sistema radicular, el hongo se alimenta principalmente de productos de desecho y exudados excretados por la planta, se incrementa la capacidad solubilidad de nutrientes orgánicos como el fósforo que se encuentra en el suelo, permitiendo que los cultivos capturen una mayor cantidad de nutrientes, con esto se aumenta considerablemente el crecimiento de los mismos (Chang, et al., 1986; Galeano, et al., 2002).

1.4.2. *Trichoderma longibrachiatum*

1.4.2.1. Descripción

De acuerdo con Xie, et al., (2014) *Trichoderma longibrachiatum* es una especie fúngica que crece aceleradamente produciendo colonias de un color blanquecino que con el tiempo se tornan verdes, estos hongos son capaces de adaptarse a diferentes condiciones climáticas, específicamente a lo que es la temperatura, pero para un desarrollo óptimo prefieren $\geq 35^\circ \text{C}$; es una especie fúngica que se puede reproducir fácilmente a través de conidios unicelulares que se encuentran en sus paredes lisas.

De acuerdo con Samuels, et al., (2014) estas especies crecen en materia en descomposición ya que es su alimento para sobrevivir, puede llegar a ser parásito de otras especies fúngicas de su mismo hábito alimenticio, utilizan enzimas para alimentarse de la celulosa de la planta en descomposición y las paredes quitinosas de otros hongos, también proteínas que producen suficientes metabolitos secundarios incluyendo: peptaiboles, policétidos, pironas, terpenos y compuestos similares a dicetopiperazina.

1.5. Mecanismos de acción de *Trichoderma*

1.5.1. Antibiosis

De acuerdo con Castro y Rivillas (2012, p. 8) *Trichoderma* posee la capacidad de producir compuestos volátiles y no volátiles que juegan una posición fundamental en la inhibición del crecimiento facultativo de microorganismos dañinos.

1.5.2. Competencia

De acuerdo con Castro y Rivillas (2012, p. 8) este mecanismo es una ventaja ante otros para el biocontrol, ya que esta especie fúngica tiene la capacidad de desarrollarse rápidamente, movilizarse antes de otros microorganismos y alimentarse de los nutrientes del suelo lo que le permite velozmente adueñarse de un medio evitando la invasión de microorganismos parásitos.

1.5.3. Promotor de crecimiento vegetativo

Bailey y Lumsden (1998) citado en Pisco (2013, p.19) indican que está plenamente evidenciado que la adición de especies de *Trichoderma* a la rizosfera puede resultar como promotor de crecimiento vegetativo de las plantas. El incremento masivo de la población de especies de *Trichoderma* en la rizosfera influye directamente en el crecimiento de la planta ya sea como promotor o inhibidor.

Trichoderma spp. participa activamente en la descomposición de materia orgánica del suelo, es considerado como un antagonista natural de varios microorganismos patógenos de plantas, además puede cumplir funciones varias como la participación en la biotransformación de celulosa y hemicelulosa en las plantas, en la mineralización de nitrógeno y algunas proteínas, siendo estos procesos biológicos los que favorecen el crecimiento de la planta, dando un mayor vigor germinativo y desarrollo de la raíz (Villegas, 2005; citado en Arias, 2016, p.9).

Erazo (2004) citado en Pisco (2013, p.21) reporta que *Trichoderma* contribuye al crecimiento en cuanto a profundidad de las raíces de las plantas y aumentando la capacidad de absorción de nutrientes y agua. Las raíces colonizadas por *Trichoderma* requieren un 40% menos de fertilizantes nitrogenados con relación a las raíces que no se encuentran colonizadas. *Trichoderma* estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas.

De acuerdo con Castro y Rivillas (2012, pp. 10-11) asegura que las raíces que tienen la presencia de *Trichoderma* spp. incrementan el desarrollo vegetativo y productividad del cultivo. Mencionan que con la presencia de *Trichoderma hamatum* o *Trichoderma koningii* debe incrementar la productividad en un 300%. Las especies del género *Trichoderma* generan diferentes hormonas de crecimiento que incrementan el desarrollo de la planta.

Trichoderma koningii, *Trichoderma viride*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma hamatum* y otras especies, presentan propiedades asociadas con el incremento de los porcentajes de crecimiento y desarrollo de las plantas, además se incluye la habilidad de producir raíces robustas y profundas, pudiendo ayudar a cultivos ornamentales, maíz y pastos y con ello ser más resistentes a sequías (Harman, 2000; citado en Arias, 2016, p.12).

1.5.4. Estimulador de los mecanismos de defensa de las plantas

De acuerdo con Castro y Rivillas (2012, p.11) la simbiosis entre hongo-raíz generan mecanismos de defensa para las plantas. Además, las especies de *Trichoderma* poseen un mecanismo antagónico que de cierta manera le brinda protección a las plantas contra organismos dañinos que producen daños irremediables y hasta incluso infecciones virales.

1.5.5. Biorremediador de suelos

De acuerdo con Castro y Rivillas (2012, p.13) *Trichoderma* spp. posee compuestos que ayudan a degradar el material vegetal infeccioso y enzimas más complejas que perecen muchas veces a los productos químicos.

1.6. Efecto de *Trichoderma* en el crecimiento de especies vegetales

Los tratamientos con *Trichoderma* no incrementaron el porcentaje de germinación en cedro, samán y leucaena, sin embargo, *Trichoderma harzianum* incrementó la altura, el número de hojas y la biomasa seca del área foliar en las plántulas de cedro, mientras que en leucaena y samán solo provocó incrementos del diámetro basal de las plántulas a los 60 días bajo las condiciones de los llanos de Apure en Venezuela (Santana, 2018, p.88).

El uso de *Trichoderma harzianum* como promotor de crecimiento en vivero ha mostrado respuestas variables respecto de la especie, dosis, cepa, momento de aplicación y manejo. En el género *Eucalyptus* su aplicación demostró respuestas positivas y significativas estadísticamente respecto de las variables de crecimiento e índices de calidad de planta evaluados. Su incorporación

en un vivero forestal representa una ventaja comparativa respecto del manejo de un vivero tradicional en cuanto a disminución del uso de fungicidas y fertilizantes, mayor número de plantas logradas y mejores condiciones de trabajo de los operarios. En implantación, el efecto positivo del uso de *Trichoderma* se prolonga en el tiempo, por lo menos 60 días. La re-inoculación del hongo en etapas de implantación a campo no ha demostrado efectos significativos respecto de las variables de crecimiento (Penon, et al., 2015, pp.5-6).

En cuanto a *Populus alba*, hay que continuar investigando con cepas regionales de *Trichoderma harzianum*, diferentes momentos de aplicación y distintas dosis de fertilización. Es importante ajustar las variables de manejo para cada especie forestal en particular dada la variabilidad encontrada en su respuesta. En tratamientos realizados en semillas de *Passiflora edulis var. flavicarpa Degener* (Maracuyá) sobresale el efecto sobre la biomasa y la longitud de raíces (Penon, et al., 2015, pp.5-6; Cubillos, et al., 2009, pp. 81-86).

Chang et al., (1986) citados en Pisco (2013, p.20) observaron un incremento en la geminación, floración, altura y peso fresco en pimienta, crisantemos y otras plantas, después del tratamiento del suelo con suspensiones conidiales de *Trichoderma harzianum*. En un ensayo realizado en *Pinus radiata* (Pino), *Trichoderma harzianum* permite un incremento significativo en altura y biomasa de las plantas, así como el desarrollo del sistema radical (Donoso, et al., 2008; citados en Arias, 2016, p.11).

De acuerdo con Camargo (2014, p. 99) la utilización de *Trichoderma* spp. comercial en arveja incrementó notablemente el crecimiento y el desarrollo, específicamente en las variables germinación, área foliar, peso seco de la raíz, peso fresco de la raíz, peso seco de la parte aérea, peso fresco de la parte aérea y longitud de raíz.

Cruz y Cisterna (1998) citados en Arias (2016, p.11) manifiestan en su investigación realizada en *Capsicum annuum* (Pimiento) que: “El tratamiento realizado con *Trichoderma harzianum* obtuvo resultados significativos, debido a que incrementó el largo de las raíces, peso seco, altura de plantas, número de hojas, área foliar, diámetro del tallo y número de flores por planta en relación con el testigo”.

Ensayos realizados con *Trichoderma koningii* en *Solanum lycopersicum* L. (tomate de mesa), *Zea mays* (maíz) y *Nicotiana tabacum* (tabaco), demostraron porcentajes altos de emergencia de sus semillas, además un aumento del peso seco de raíz y tallo en comparación con su testigo (Windham, et al, 1986; citados en Arias, 2016, p.12).

Las especies de *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma longibrachiatum*, tuvieron un efecto positivo en plantas del tomate riñón (*Solanum lycopersicon*) al mejorar las variables de altura, biomasa, clorofila, rendimiento y calidad del fruto en condiciones de invernadero. Con base en estos resultados, las cepas de *Trichoderma* evaluadas pueden ser una buena alternativa para usarse como promotores del crecimiento vegetal y mejoradores de los atributos de calidad del fruto en cultivos hortícolas (Cisneros, 2018, pp. 456).

1.7. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Este índice permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y se ha utilizado para predecir el comportamiento en campo de plántulas. Este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, lo que evita seleccionar plantas desproporcionadas y descartar ejemplares de menor altura, pero con mayor vigor (García, 2017; citado en Reyes, et al., 2014, p. 100).

Su fórmula es:

$$\text{ICD} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco foliar (g)}}{\text{peso seco radicular (g)}}}$$

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero forestal “Las Palmeras 2”, localizado al noroeste de la parroquia Pifo, cantón Quito en la provincia de Pichincha.

2.1.2. Ubicación geográfica

El vivero forestal “Las Palmeras 2” forma parte del cantón Pifo, cuenta con un área de 1000 m^2 , el perímetro es de 250 m. Este vivero se encuentra ubicado en su totalidad dentro de la provincia de Pichincha, a 4 kilómetros del redondel de Pifo.

Coordenadas proyectadas UTM

DATUM WGS 84

X: -0.241737 (W $78^{\circ} 18' 56.48724''$)

Y: -78.315691 (S $0^{\circ} 14' 30.25284''$)

Altitud: 2793.5 msnm

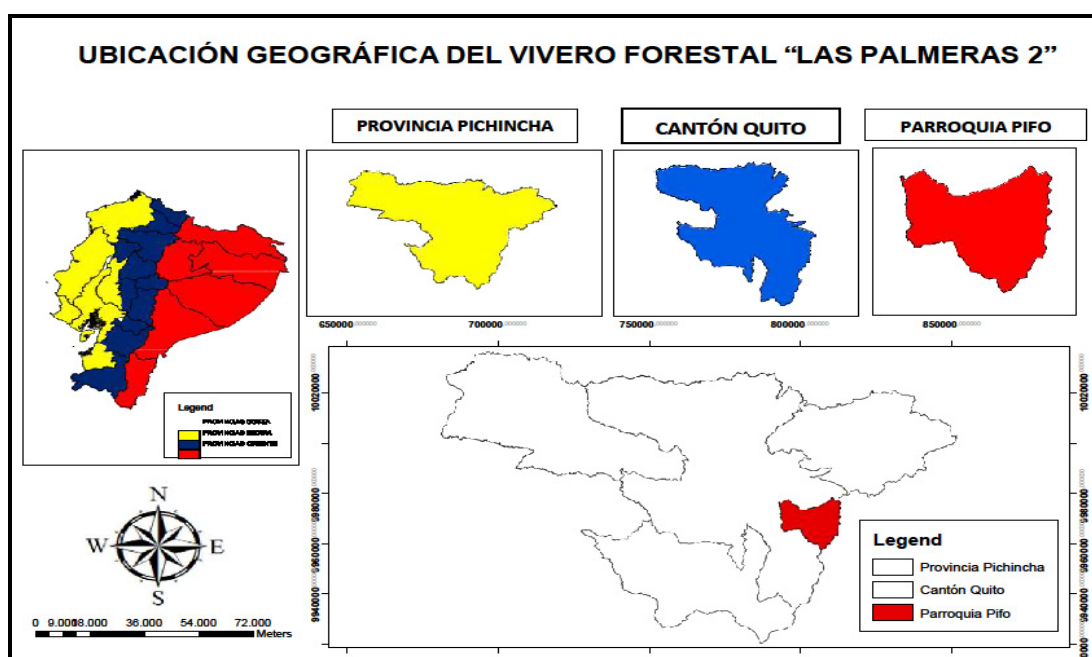


Figura 1-2. Ubicación geográfica del vivero forestal

Realizado por: González, Liseth, 2021.

2.1.3. Geomorfología

Tabla 5-1: Geomorfología del vivero forestal

Límites	
Norte (N)	Av. Tababela, Nuevo aeropuerto
Sur (S)	Ruta viva, parroquia Cumbayá
Este (E)	Vía al Oriente
Oeste (w)	Redondel de Pifo

Realizado por: González, Liseth, 2021.

El vivero forestal “Las Palmera”, está limitado al norte con la avenida Tababela que es la vía hacia el nuevo aeropuerto al sur con la Ruta viva que se dirige hacia la parroquia Cumbayá al este con la vía que se dirige al Oriente ecuatoriano y al Oeste con el redondel de Pifo que se encuentra a 4 kilómetros del vivero.

2.1.4. Características climáticas

Temperatura: 16- 18 ° C.

Precipitación media anual: 1952-2000 mm.

2.1.5. Materiales, equipos y reactivos

2.1.5.1. Materiales

Campo

Libreta, esfero, funda plástica, baldes, trasplantador, estacas, llana, zaranda, paja, regadera, bolsas de polietileno, cinta transparente, palos de pincho, pala, plástico, clavos, alambre, espátula y cinta métrica.

Laboratorio

Envases plásticos, cajas Petri, cinta Parafilm, pipetas, probeta, tubos de ensayo, vasos de precipitación, porta y cubre objetos.

2.1.5.2. Equipos

Campo

-Celular

Laboratorio

Autoclave, cámara de flujo laminar, microscopio óptico, incubadora, mechero de bunsen, estereoscopio, adaptador de cámara fotográfica a microscopio, cámara, cámara de esporulación, balanza analítica, estufa de secado al vacío.

2.1.5.3. Materiales y equipos de oficina

Libreta, regla, computador, hojas de papel bond, impresora, esfero, calculadora.

2.1.5.4. Reactivos e insumos

Papa dextrosa agar (PDA), NaCl, cloranfenicol, alcohol al 70%, agua destilada, lactoglicerol.

2.1.5.5. Material biológico

Plantas de las tres especies forestales Arupo (*Chionanthus pubescens*), Eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y aislados fúngicos de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum*.

2.2. Marco metodológico

2.2.1. Especificaciones del campo experimental

2.2.1.1. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completo al Azar Factorial (DBCA) y los factores utilizados de detallan en la **(Tabla 2-2)**.

Tabla 1-2: Diseño experimental

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON ARREGLO TRIFACTORIAL	
Número de bloques	4
FACTOR A	Especies forestales <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arupo (<i>Chionanthus pubescens</i>) ▪ Eucalipto moneda (<i>Eucalyptos cinerea</i>) ▪ Ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>)
FACTOR B	Especies fúngicas <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Trichoderma harzianum</i> ▪ <i>Trichoderma longibrachiatum</i>
FACTOR C	Cepas <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 ▪ 2
Separación de medias	Prueba de Tukey al 5% de probabilidad

Realizado por: González, Liseth, 2021.

2.2.1.2. Tratamientos

Tabla 2-2: Descripción de tratamientos

N.º	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	T1	(<i>Trichoderma harzianum</i> 1/ Arupo)
2	T2	(<i>Trichoderma harzianum</i> 2/ Arupo)
3	T3	(<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1/ Arupo)
4	T4	(<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 2/ Arupo)
5	T5	(Agua / Arupo)
6	T6	(<i>Trichoderma harzianum</i> 1/ Eucalipto moneda)
7	T7	(<i>Trichoderma harzianum</i> 2/ Eucalipto moneda)
8	T8	(<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1/ Eucalipto moneda)
9	T9	(<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 2/ Eucalipto moneda)
10	T10	(Agua / Eucalipto moneda)
11	T11	(<i>Trichoderma harzianum</i> 1/ Ciprés)
12	T12	(<i>Trichoderma harzianum</i> 2/ Ciprés)
13	T13	(<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1/ Ciprés)
14	T14	(<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 2/ Ciprés)
15	T15	(Agua / Ciprés)

Realizado por: González, Liseth, 2021.

2.2.2. Variables para evaluar

Se evaluó el efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* midiendo las siguientes variables:

- Número de hojas verdaderas: a los 75 días después del trasplante (dt).
- Altura de la planta: Se tomará datos desde la base del tallo a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante (dt).
- DAC: Se tomarán datos a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante (dt).
- Longitud de la raíz: Se tomará datos a los 75 días después del trasplante (dt).
- Masa fresca total: Se tomará datos a los 75 días después del trasplante (dt).
- Masa seca foliar: Se tomará datos a los 75 días después del trasplante (dt).
- Masa seca radicular: Se tomará datos a los 75 días después del trasplante (dt).
- Masa seca total
- Índice de calidad de Dickson

Este procedimiento se realizó para las tres especies forestales el Arupo (*Chionanthus pubescens*), Eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y Ciprés (*Cupressus macrocarpa*).

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Identificación y descripción de las especies forestales

El presente estudio se realizó en la provincia de Pichincha, cantón Pifo con tres especies forestales: arupo (*Chionanthus pubescens*), eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y ciprés (*Cupressus macrocarpa*). Cada una de estas tres especies fueron identificadas por parte del encargado del vivero, los cuales proporcionó la información necesaria para lograr ubicar su respectiva revisión bibliográfica.

2.2.3.2. Recolección y siembra de semillas

En la recolección de semillas se tomaron en cuenta a los árboles plus con las mejores características botánicas y se cosecharon la semilla en costales, se lavó toda la materia en un recipiente con agua hasta que queden totalmente limpias y se procedió al secado por 6 h esparciéndolas sobre los costales, se finalizó esta fase con la recolección de las mismas en fundas plásticas para el siguiente proceso de su ciclo.

El procedimiento de siembra se realizó en el semillero del vivero forestal, se comenzó nivelando la materia del suelo con ayuda de una llana, para después proceder a la siembra con la técnica de voleo para las tres especies y culminar cubriendo la semilla con una fina capa de suelo con ayuda de un cernidor de tierra y restos de paja para conservar la humedad y que de esta manera se mantengan en un clima adaptable favoreciendo a su rápida germinación (**Anexo A**).

2.2.3.3. Repique o trasplante

Las especies fueron repicadas con las siguientes edades: arupo (*Chionanthus pubescens*) con $2\frac{1}{2}$ meses, eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) con $1\frac{1}{2}$ meses y ciprés (*Cupressus macrocarpa*) con 1 mes de crecimiento.

El proceso de trasplante comenzó con la preparación de las fundas de polietileno con sustrato proporcionado por el vivero forestal, el cual contenía aserrín, arena, cascara de huevo y arroz, turba, gravas y fibras de árboles, después se procedió a retirar las especies vegetales del semillero, sensibilizando al suelo con ayuda de una espátula, después de tener cierta cantidad de plántulas se procedió a cortar la raíz a cierto nivel para evitar que se trocen con ayuda de unas tijeras de podar y colocándolas en un recipiente con una cantidad mínima de sustrato mojado, de tal manera que cubra la raíz hasta su traslado a las fundas de polietileno, en las cuales se realizó orificios de tal manera que las raíces de las plantas no se rompan al ingresarlas. Este proceso se ejecutó para 100 plantas por especie, concluyendo con un total de 300 plántulas. Al culminar este procedimiento las especies vegetales fueron cubiertas con una tela de sombra por 15 días después del trasplante para la adaptación de la planta al medio (**Anexo B**).

2.2.3.4. Preparación del bloque experimental

El bloque se elaboró de acuerdo con el diseño experimental, para lo cual se seleccionó 80 plantas con las mejores condiciones de las 100 repicadas por especie, posteriormente se dividió al bloque por filas y columnas con ayuda de una cuerda y clavos (**Anexo C**).

Tabla 3-2: Ubicación de las especies

BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III				BLOQUE IV			
A	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C
A	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C
A	A	A	A	C	C	C	C	E	E	E	E	C	C	C	C
A	A	A	A	C	C	C	C	E	E	E	E	E	E	E	E
A	A	A	A	C	C	C	C	E	E	E	E	E	E	E	E
E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	C	C	C	C
E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
E	E	E	E	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
E	E	E	E	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	E
E	E	E	E	E	E	E	E	C	C	C	C	A	A	A	A
C	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A
C	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	C	A	A	A	A
C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C
C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

A: ARUPO E: EUCALIPTO C: CIPRÉS

Realizado por: González, Liseth, 2021.

El proceso de etiquetado o rotulado se ejecutó mediante el uso de plantillas elaboradas con la siguiente información: a) simbología del tratamiento b) descripción del tratamiento, c) el número de bloque y d) el número de repetición, con el fin de lograr obtener precisión a la hora de tomar datos. Estas plantillas fueron colocadas con cita transparente en la funda de cada plántula correspondiente según el diseño experimental designado (**Anexo D**).

2.2.3.5. Inoculación de *Trichoderma* spp. en las especies forestales

La inoculación de *Trichoderma* spp. se realizó para las tres especies forestales en estudio que son el arupo (*Chionanthus pubescens*), eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) y ciprés (*Cupressus macrocarpa*). El proceso tuvo tres aplicaciones, la primera a los 22 días después del trasplante (dt), la segunda a los 60 días después del trasplante (dt) y la última a los 90 días después del trasplante (dt).

El procedimiento de inoculación consistió en colocar 50 mL de suspensión por planta directamente al sustrato con ayuda de una jeringa, ya sea de cualquiera de los cinco tratamientos que se utilizó para el proceso de investigación: *Trichoderma harzianum* cepa 1, *Trichoderma harzianum* cepa 2, *Trichoderma longibrachiatum* cepa 1, *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 y agua destilada (**Anexo E**).

2.2.3.6. *Riego*

El riego se ejecutó en las dos fases del proceso de desarrollo de la planta, comenzando desde el semillero después de concluir con el proceso de colocar la paja, se regó con ayuda de una manguera adaptada a una ducha simulando un regador y para esta primera etapa el riego se perpetró pasando uno o dos días para evitar la pudrición de la semilla.

La segunda etapa de la planta que es en las fundas de polietileno el riego se realizó de acuerdo con las necesidades de cada especie forestal (**Anexo F**).

2.2.3.7. *Toma de datos de variables*

Altura

La toma de datos para la variable altura se realizó con ayuda de una regla de 30 cm y un folleto adaptado para todas las fechas correspondientes al proceso de investigación (**Anexo I**), la primera evaluación a los 8 días después del trasplante, la segunda a los 15 días, la tercera a los 30 días, la cuarta a los 45 días, la quinta a los 60 días y la última a los 75 días (**Anexo G**).

DAC

La toma de datos para la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) se realizó con ayuda de una cinta métrica (**Anexo I**), la primera medición se realizó a los 8 días después del trasplante, la segunda a los 15 días, la tercera a los 30 días, la cuarta a los 45 días, la quinta a los 60 días y la última a los 75 días (**Anexo G**).

Conteo de hojas

La toma de datos para la variable conteo de hojas verdaderas se realizó a los 75 días después del trasplante, este proceso se a cabo solamente para una planta por tratamiento a diferencia de las otras variables de campo (**Anexo H**).

2.2.4. *Fase de laboratorio*

2.2.4.1. *Elaboración de inóculo*

Multiplicación de las especies de *Trichoderma*

La multiplicación de las especies de *Trichoderma* comenzó con la reactivación de las cepas seleccionadas de la colección del proyecto: ESTUDIO DE *Trichoderma* spp. EN VIVEROS FORESTALES DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO Y SUELOS AGRICOLAS EN SANTA CRUZ, ISLAS GALAPAGOS, en medio PDA suplementado con 50 ppm de cloranfenicol. Las cepas seleccionadas fueron sembradas en medio PDA estéril e incubadas a 25 °C durante 10 días en la incubadora en condiciones de oscuridad. La información del origen de cada una de las cepas está detallada en el (**Anexo J**).

Propagación de las especies de *Trichoderma*

El proceso de preparación del inóculo se llevó a cabo en tres pasos, el primero consistió en colocar 10 mL de agua destilada estéril en las cajas Petri que contenían las especies fúngicas, el segundo fue raspar el medio para la liberación de las esporas de los hongos, y finalmente se colocó la suspensión de esporas en un recipiente estéril (**Anexo L**).

La concentración fue ajustada a 1×10^6 usando una Cámara de Neubauer.

2.2.4.2. Toma de datos de variables

Fotografías de las especies forestales

Las fotografías fueron tomadas seleccionando una planta por tratamiento (**Anexo O**).

Peso fresco total

Los datos para el peso fresco se tomaron de manera general tanto para la parte foliar como radicular, este proceso se llevó a cabo en una balanza analítica, en donde se colocará cada una de las plantas seleccionadas de los cuatro bloques (**Anexo P**) y sus resultados fueron registrados en una hoja de Excel (**Anexo T**).

Longitud de raíz

Los datos para la longitud de raíz se tomaron con ayuda de una regla de 30 cm (**Anexo Q**) y sus resultados fueron registrados en una hoja de Excel (**Anexo T**).

Secado de las especies forestales

El secado de las plantas se realizó colocando las plantas en una bandeja de aluminio y luego llevándolas a la estufa de secado al vacío (**Anexo R**).

Peso seco foliar y radicular

El proceso de toma de datos para el peso fresco se realizó de la siguiente manera:

Concluidas las 48 h de secado en la estufa, se procedió a retirar las bandejas y a apartar una por una las plantas, para poder separar la parte foliar de la radicular con ayuda de una tijera, de esta manera se colocaron en la balanza analítica de forma individual (**Anexo S**) y sus resultados serán asentados en un folleto con un formato adaptado a las variables que se desean tomar en laboratorio (**Anexo T**).

2.2.5. *Análisis de datos*

Los datos registrados fueron analizados con ayuda del software R versión 4.1.1. los datos fueron analizados usando gráficos de diagrama y bigote (boxplot), tablas con la media aritmética como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión. Se usó un análisis inferencial a través del análisis de varianza (anova) y en caso de que algún factor fuera significativo se usó la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados de las variables evaluadas

3.1.1. Altura

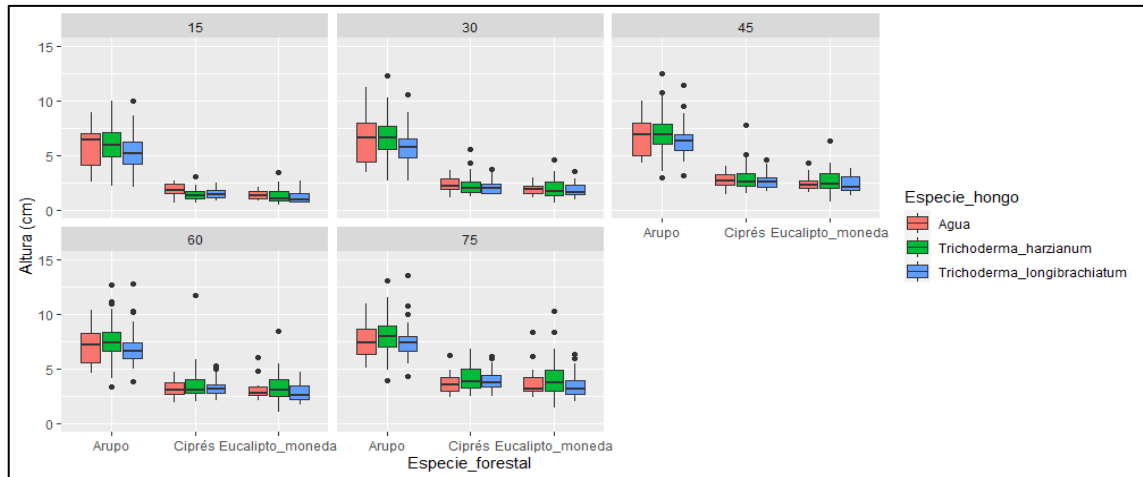


Gráfico 1-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable altura para las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* y agua destilada.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Según el (**Gráfico 1-3**) se observó que para los 15,30,45 y 60 días no existió una diferencia entre los tratamientos aplicados para la variable altura, sin embargo, para conocer cuál de las dos cepas de ambas especies de *Trichoderma* funcionó mejor que la otra, se realizó un boxplot mostrado en el (**Gráfico 2-3**) considerando solamente las mediciones a los 75 días.

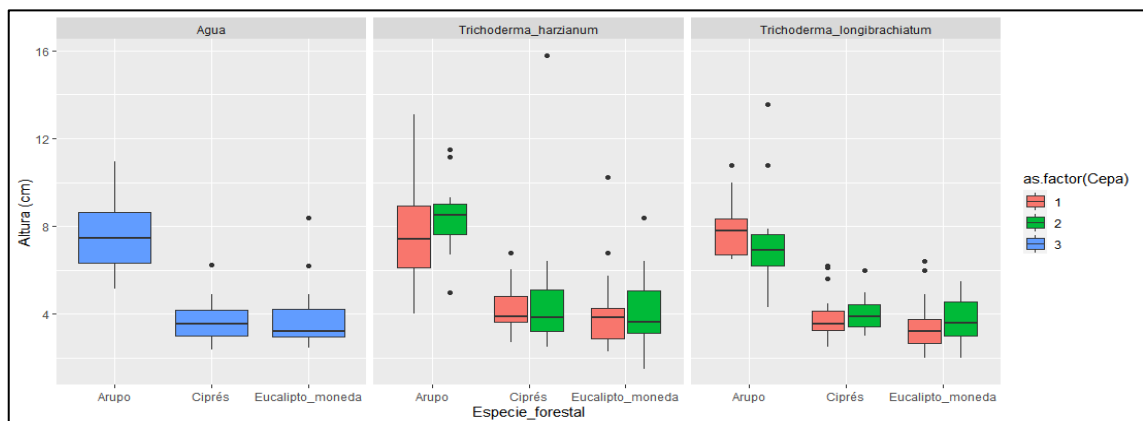


Gráfico 2-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) del efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 y de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Para el análisis en la diferencia de cepas se logró observar que *T. harzianum* 2 tuvo mayor efecto ante *T. harzianum* 1 en la especie forestal arupo, por el contrario, *T. harzianum* 1 tuvo mayor efecto ante *T. harzianum* 2 en las especies forestales de ciprés y eucalipto moneda.

En el caso de *Trichoderma longibrachiatum* la cepa 1 tuvo mayor efecto en comparación a la cepa 2 en la especie forestal arupo, y por el contrario *T. longibrachiatum* 2 tuvo mayor efecto en cuanto a *T. longibrachiatum* 1 en las especies forestales ciprés y eucalipto moneda.

No se observó un efecto significativo tanto de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 como de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2 sobre la variable altura, sin embargo, se consideró el efecto cepa y las especies de *Trichoderma* para los análisis.

Tabla 1-3: Análisis de varianza para la variable altura de las tres especies forestales inoculadas con *Trichoderma* spp.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Especie forestal	2	188,63	94,32	124,753	2,00 ⁻¹⁶ ***
Especie hongo	2	4,26	2,13	2,663	0,0712.
Cepa	1	0,36	0,36	0,445	0,4967
Factor (Bloque)	3	5,75	1,92	2,533	0,0698
Especie forestal: Especie hongo	4	0,63	0,16	0,207	0,9330
Especie forestal: Cepa	2	0,21	0,11	0,139	0,8702
Especie hongo: Cepa	1	1,30	1,30	1,719	0,1970
Especie forestal: Especie hongo : Cepa	2	1,58	0,79	1,045	0,3606
Error	42	31,75	0,76		

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Códigos de significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

En el análisis de varianza (**Tabla 10-3**) el factor especie forestal presentó diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$), mientras que para los factores especie hongo, cepa, bloque y las interacciones dobles y triples no presentaron efecto significativo.

Tabla 2-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* spp.

Especie forestal	Especie <i>Trichoderma</i> o agua	Promedio (cm)	Grupos
Arupo	<i>T. harzianum</i> 2	8,55	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 1	7,95	a
Arupo	<i>T. harzianum</i> 1	7,65	a
Arupo	Agua	7,57	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 2	7,23	a
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 2	4,83	b
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 1	4,24	b
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 2	4,20	b
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 1	4,19	b
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 2	4,06	b
Eucalipto moneda	Agua	3,98	b
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 1	3,93	b
Ciprés	Agua	3,74	b
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 2	3,65	b
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 1	3,52	b

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente

Realizado por: González, Liseth, 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró dos grupos para esta variable (**Tabla 11-3**), a los 75 días la especie forestal arupo inoculada con *T. harzianum* 2 alcanzó la mayor altura con un promedio de 8,55 cm, por el contrario, eucalipto moneda inoculado con *T. longibrachiatum* 1, mostró la menor altura con un promedio de 3,52 cm.

Para la variable altura a los 75 días, arupo obtuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* con un promedio de $8,15 \text{ cm} \pm 2,07$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que alcanzó un promedio de $5,84 \text{ cm} \pm 1,92$, eucalipto moneda tuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* alcanzando un promedio de $4,20 \text{ cm} \pm 1,84$ y el menor valor se obtuvo al aplicar *Trichoderma longibrachiatum* con un promedio de $3,59 \text{ cm} \pm 1,16$ y finalmente para ciprés se alcanzó una mayor altura con la inoculación de *Trichoderma harzianum* con un promedio de $4,54 \text{ cm} \pm 2,38$ y el menor valor se obtuvo al inocular el tratamiento control (agua) que logró un promedio de $3,74 \text{ cm} \pm 0,98$ (**Anexo 21**).

3.1.2. Diámetro a la altura del cuello (DAC)

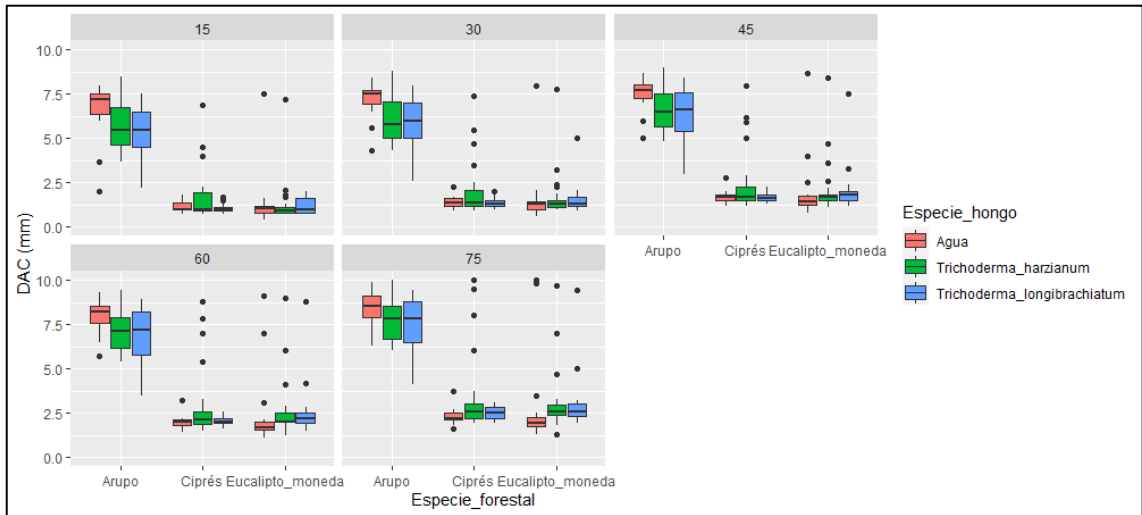


Gráfico 3-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable DAC para las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* y agua destilada.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Según el (**Gráfico 3-3**) se observó que para los 15,30,45 y 60 días no existió una diferencia entre los tratamientos aplicados para la variable diámetro a la altura del cuello (DAC), sin embargo, para conocer cuál de las dos cepas de ambas especies de *Trichoderma* funcionó mejor que la otra, se realizó un boxplot mostrado en el (**Gráfico 4-3**) considerando solamente las mediciones a los 75 días.

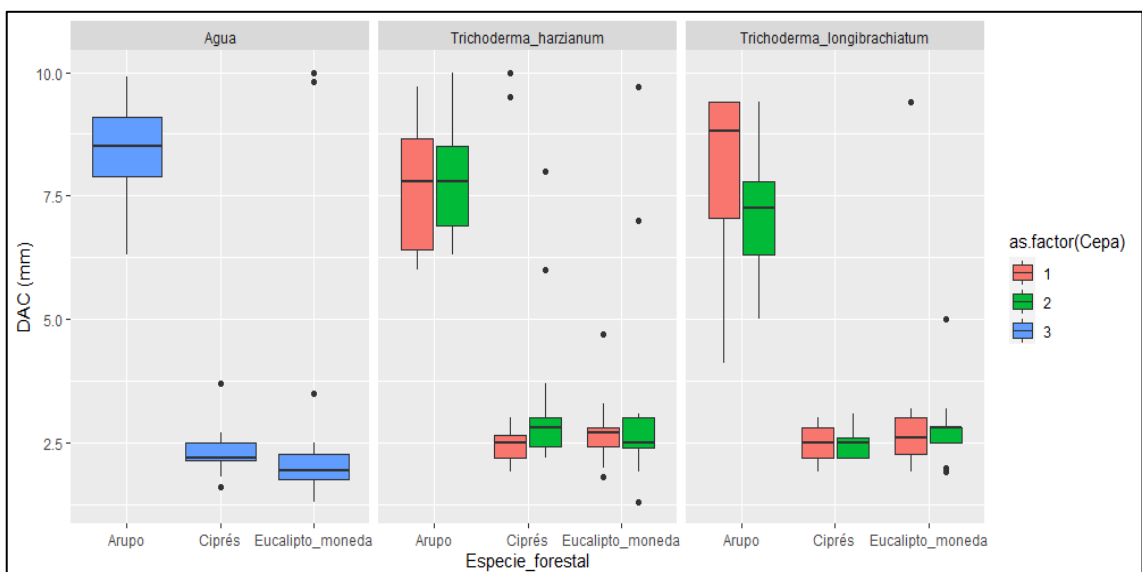


Gráfico 4-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) del efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 y de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Para el análisis en la diferencia de cepas se logró observar que *T. harzianum* 1 y *T. harzianum* 2 tuvieron el mismo efecto en la especie forestal arupo, por el contrario, *T. harzianum* 1 tuvo mayor efecto ante *T. harzianum* 2 en la especie forestal eucalipto moneda y *T. harzianum* 2 tuvo mayor efecto ante *T. harzianum* 1 en la especie forestal ciprés.

En el caso de *Trichoderma longibrachiatum* la cepa 1 y la cepa 2 tuvieron el mismo efecto en la especie forestal ciprés, y por el contrario *T. longibrachiatum* 1 tuvo mayor efecto en comparación a la cepa 2 en la especie forestal arupo y *T. longibrachiatum* 2 tuvo mayor efecto en cuanto a *T. longibrachiatum* 1 en las especies forestales ciprés y eucalipto moneda.

No se observó un efecto significativo tanto de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 como de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2 sobre la variable DAC, sin embargo, se consideró el efecto cepa y las especies de *Trichoderma* para los análisis.

Tabla 3-3: Análisis de varianza para la variable DAC de las tres especies forestales inoculadas con *Trichoderma* spp.

FUENTES DE VARICIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Especie_forestal	2	323,2	161,60	368,758	2,00 ⁻¹⁶ ***
Especie_hongo	2	1,7	0,85	1,936	0,15694
Cepa	1	0,1	0,12	0,276	0,60227
Factor (Bloque)	3	6,2	2,06	4,707	0,00639**
Especie_forestal:Especie_hongo	4	4,0	1,01	2,300	0,07459.
Especie_forestal:Cepa	2	0,6	0,31	0,709	0,49769
Especie_hongo:Cepa	1	0,9	0,88	2,014	0,16326
Especie_forestal:Especie_hongo:Cepa	2	0,6	0,30	0,680	0,51231
Error	42	18,4	0,44		

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Códigos de significancia: 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1

El factor especie forestal presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), mientras que para los factores especie hongo, cepa, bloque y las interacciones dobles y triples no presentaron efecto significativo (Tabla 12-3).

Tabla 4-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable DAC de las tres especies forestales inoculadas con *Trichoderma* spp.

Especie forestal	Especie de <i>Trichoderma</i> o agua	Promedio (mm)	Grupos
Arupo	Agua	8,39	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 1	7,94	a
Arupo	<i>T. harzianum</i> 2	7,79	a
Arupo	<i>T. harzianum</i> 1	7,71	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 2	7,06	a
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 1	3,33	b
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 2	3,25	b
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 2	3,22	b
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 1	3,01	b
Eucalipto moneda	Agua	2,98	b
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 2	2,78	b
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 1	2,71	b
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 1	2,50	b
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i>	2,50	b
Ciprés	Agua	2,31	b

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró dos grupos para esta variable (**Tabla 13-3**), a los 75 días la especie forestal arupo inoculada con el testigo (agua) alcanzó el mayor DAC con un promedio de 8,39 mm, por el contrario, ciprés inoculado con el testigo (agua), mostró un menor valor para esta variable con un promedio de 2,31 mm.

Para la variable DAC a los 75 días, arupo obtuvo el mayor valor con la aplicación del tratamiento control (agua) con un promedio de $8,40 \text{ mm} \pm 0,97$ y el menor valor se obtuvo con la inoculación de *Trichoderma longibrachiatum* con un promedio de $7,60 \text{ mm} \pm 1,41$, eucalipto moneda tuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* alcanzando un promedio de $2,98 \text{ mm} \pm 0,66$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que alcanzó un promedio de $2,89 \text{ mm} \pm 0,62$ y finalmente para ciprés se alcanzó el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* obteniendo un promedio de $2,57 \text{ mm} \pm 0,95$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que logró un promedio de $2,31 \text{ mm} \pm 0,35$ (**Anexo 22**).

3.1.3. Número de hojas

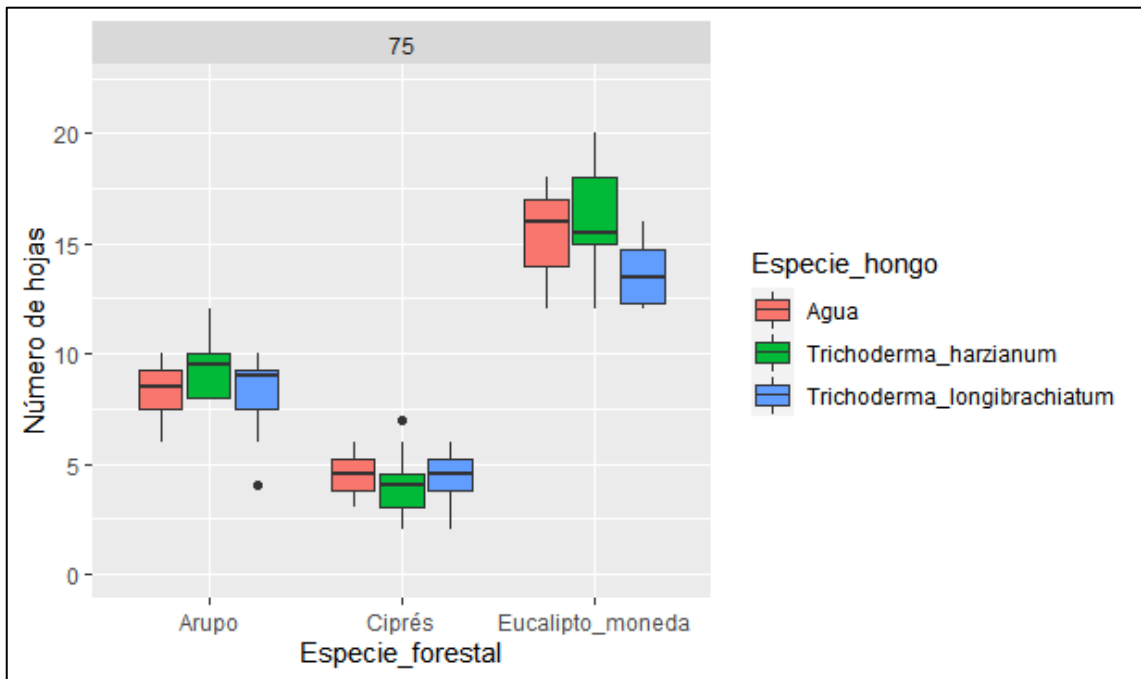


Gráfico 5-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable número de hojas para las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* y agua destilada.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

A los 75 días, gráficamente no se pudo observar una diferencia entre los distintos tratamientos aplicados para la variable número de hojas, sin embargo, para identificar cual fue la mejor acción entre las dos cepas de las dos especies de *Trichoderma* se realizó un bloxpot mostrado en el (Gráfico 6-3).

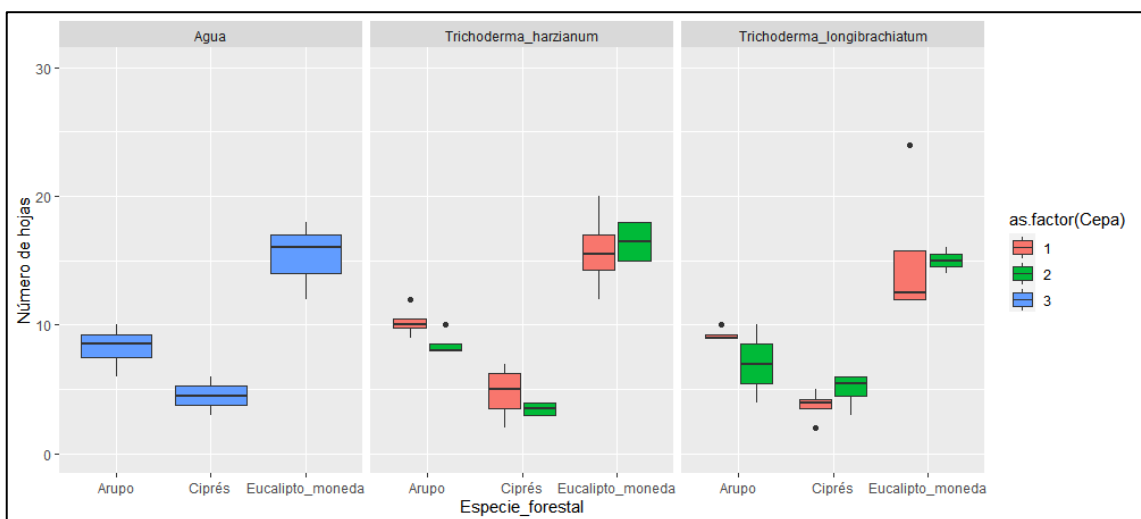


Gráfico 6-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) del efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 y de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Se puede observar gráficamente que la especie de *T. harzianum* 1 predominó ante *T. harzianum* 2 en las especies forestales de arupo y ciprés, mientras que *T. harzianum* 2 predominó ante la cepa 1 en la especie forestal eucalipto moneda. En el caso de *Trichoderma longibrachiatum* la cepa 1 predominó ante la cepa 2 en la especie forestal arupo, y por el contrario la cepa 2 predominó ante la 1 en las especies forestales ciprés y eucalipto moneda.

No se observó un efecto significativo tanto de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 como de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2 sobre la variable número de hojas, sin embargo, se consideró el efecto cepa y las especies de *Trichoderma* para los análisis.

Tabla 5-3: Análisis de varianza para la variable número de hojas de las tres especies forestales inoculadas con *Trichoderma* spp.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Especie_forestal	2	188,6	94,3	124,753	2,13 ⁻¹³ ***
Especie_hongo	2	4,3	2,1	2,816	0,071
Cepa	1	0,4	0,4	0,470	0,497
Factor (Bloque)	3	5,7	1,9	2,533	0,070
Especie_forestal:Especie_hongo	4	0,6	0,2	0,207	0,933
Especie_forestal:Cepa	2	0,2	0,1	0,139	0,870
Especie_hongo:Cepa	1	1,3	1,3	1,719	0,197
Especie_forestal:Especie_hongo:Cepa	2	1,6	0,8	1,045	0,361
Error	42	31,8	0,8		

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Códigos de significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

El factor especie forestal alcanzó un valor de 2,13⁻¹³*** lo que significa que presenta diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), mientras que para los factores especie hongo, cepa, bloque y las interacciones dobles y triples no presentaron efecto significativo (Tabla 14-3).

Tabla 6-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas de las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* spp.

Especie	Especie <i>Trichoderma</i> o agua	Promedio	Grupos
Eucalipto moneda	Agua	20,00	a
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 2	16,50	ab
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 1	15,75	ab
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 1	15,25	abc
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 2	15,00	abc
Arupo	<i>T. harzianum</i> 1	10,25	bcd
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 1	9,25	bcd
Arupo	<i>T. harzianum</i> 2	8,50	bcd
Arupo	Agua	8,25	bcd
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 2	7,00	cd
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 2	5,00	d
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 1	4,75	d
Ciprés	Agua	4,50	d
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 1	3,75	d
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 2	3,50	d

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente

Realizado por: González, Liseth, 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró seis grupos para esta variable (**Tabla 15-3**), a los 75 días la especie forestal eucalipto moneda inoculada con el testigo (agua) alcanzó el mayor valor en número de hojas con un promedio de 20,00, por el contrario, ciprés inoculado con *T. harzianum* 2, mostró una menor cantidad de hojas logrando un promedio de 3,50.

Para la variable número de hojas a los 75 días, arupo obtuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* con un promedio de $9,38 \pm 1,90$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que logró un promedio de $8,13 \pm 1,75$, eucalipto moneda tuvo el mayor valor con la aplicación del tratamiento control (agua) que alcanzó un promedio de $17,50 \pm 3,55$ y el menor valor se obtuvo al inocular *Trichoderma longibrachiatum* que logró un promedio de $13,14 \pm 2,85$ y finalmente para ciprés se obtuvo el mayor valor con la aplicación del tratamiento control (agua) con un promedio de $4,50 \pm 1,29$ y el menor valor se obtuvo al inocular *Trichoderma harzianum* que alcanzó un promedio de $4,13 \pm 1,64$ (**Anexo 23**).

3.1.4. Longitud de raíz

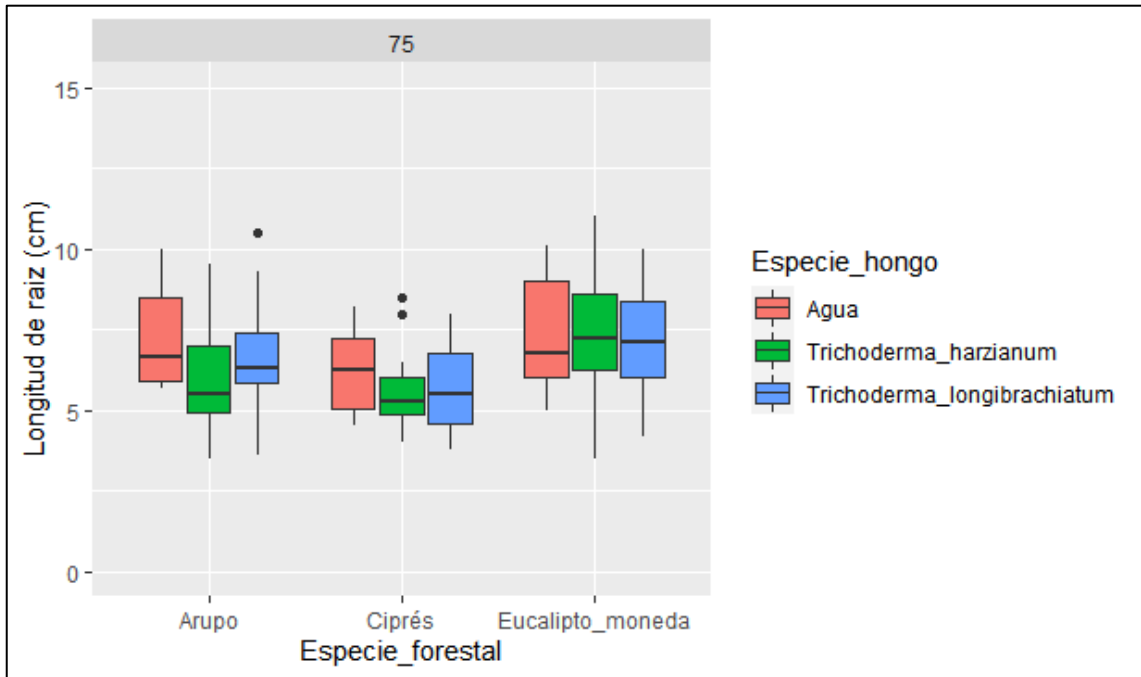


Gráfico 7-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable longitud de raíz para las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* y agua destilada.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

A los 75 días, gráficamente no se pudo observar una diferencia entre los distintos tratamientos aplicados para la variable longitud de raíz, sin embargo, para identificar cual fue la mejor acción entre las dos cepas de las dos especies de *Trichoderma* se realizó un bloxpot mostrado en el (Gráfico 8-3).

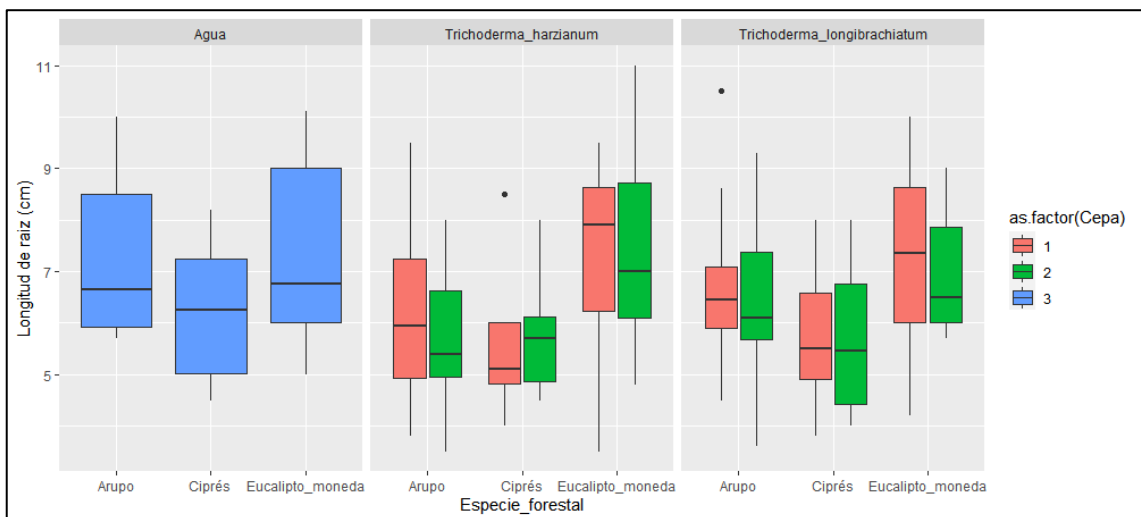


Gráfico 8-3: Diagrama de caja y bigote para el efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 y de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Se pudo observar que gráficamente *T. harzianum* 1 predominó ante *T. harzianum* 2 en las especies forestales arupo y eucalipto moneda, y por el contrario la cepa 2 de *T. harzianum* predominó ante la cepa 1 en la especie forestal ciprés. En el caso de *T. longibrachiatum* la cepa 1 predominó ante la cepa 2 en las tres especies forestales arupo, ciprés y eucalipto moneda.

No se observó un efecto significativo tanto de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 como de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2 sobre la variable longitud de raíz, sin embargo, se consideró el efecto cepa y las especies de *Trichoderma* para los análisis.

Tabla 7-3: Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de las tres especies forestales en estudio con la inoculación de *Trichoderma* spp.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Especie_forestal	2	21,69	10,845	7,361	0,00182**
Especie_hongo	2	3,33	1,664	1,129	0,33290
Cepa	1	0,36	0,359	0,244	0,62424
Factor (Bloque)	3	4,78	1,593	1,081	0,36739
Especie_forestal:Especie_hongo	4	3,19	0,798	0,542	0,70578
Especie_forestal:Cepa	2	0,59	0,293	0,199	0,82033
Especie_hongo:Cepa	1	0,15	0,146	0,099	0,75424
Especie_forestal:Especie_hongo:Cepa	2	0,20	0,099	0,067	0,93524
Error	42	61,88	1,473		

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Códigos de significancia: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

El factor especie forestal presenta diferencias estadísticamente significativas debido a que alcanzó un valor de 0,00182** por lo que su $P < 0.05$, mientras que para los factores especie hongo, cepa, bloque y las interacciones dobles y triples no se observó efecto significativo (**Tabla 16-3**).

Tabla 8-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de la raíz de las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* spp.

Especie	Especie <i>Trichoderma</i> o agua	Promedio (cm)	Grupos
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 2	7,44	a
Arupo	Agua	7,34	a
Eucalipto moneda	Agua	7,33	a
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 1	7,33	a
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 1	7,30	a
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 2	6,96	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 1	6,84	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 2	6,44	a
Arupo	<i>T. harzianum</i> 1	6,24	a
Ciprés	Agua	6,24	a
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 1	5,81	a
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 2	5,74	a
Arupo	<i>T. harzianum</i> 2	5,70	a
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 2	5,70	a
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 1	5,50	a

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente

Realizado por: González, Liseth, 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró un único grupo para esta variable (**Tabla 17-3**), a los 75 días la especie forestal eucalipto moneda inoculada con *T. harzianum* 2 alcanzó el mayor valor en la variable longitud de raíz con un promedio de 7,44 cm, por el contrario, ciprés inoculado con *T. harzianum* 1 mostró el menor valor en la variable longitud de raíz, logrando un promedio de 5,50 cm.

Para la variable longitud de raíz a los 75 días, arupo obtuvo el mayor valor con la aplicación del tratamiento control (agua) con un promedio de 7,34 cm \pm 2,50 y el menor valor se adquirió al inocular *Trichoderma harzianum* que tuvo un promedio de 5,97 cm \pm 2,00, eucalipto moneda tuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* alcanzando un promedio de 7,38 cm \pm 2,17 y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que logró un promedio de 7,13 cm \pm 2,95 y finalmente para ciprés se obtuvo un mayor valor con la aplicación del tratamiento control (agua) que logró un promedio de 6,24 cm \pm 2,20 y el menor valor se adquirió al inocular *Trichoderma harzianum* que tuvo un promedio de 5,62 cm \pm 1,40 (**Anexo 24**).

3.1.5. Masa fresca total

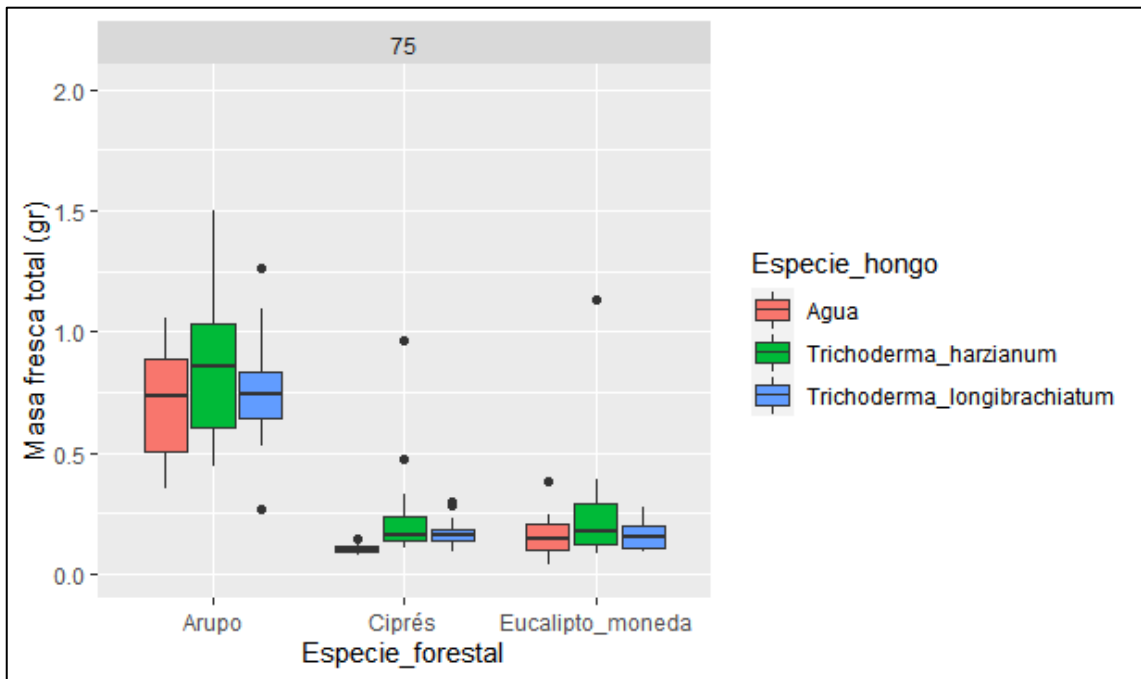


Gráfico 9-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable masa fresca total para las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* y agua destilada.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

A los 75 días, gráficamente no se pudo observar una diferencia entre los distintos tratamientos aplicados para la variable masa fresca total, sin embargo, para identificar cual fue la mejor acción entre las dos cepas de las dos especies de *Trichoderma* se realizó un bloxpot mostrado en el (Gráfico 10-3).

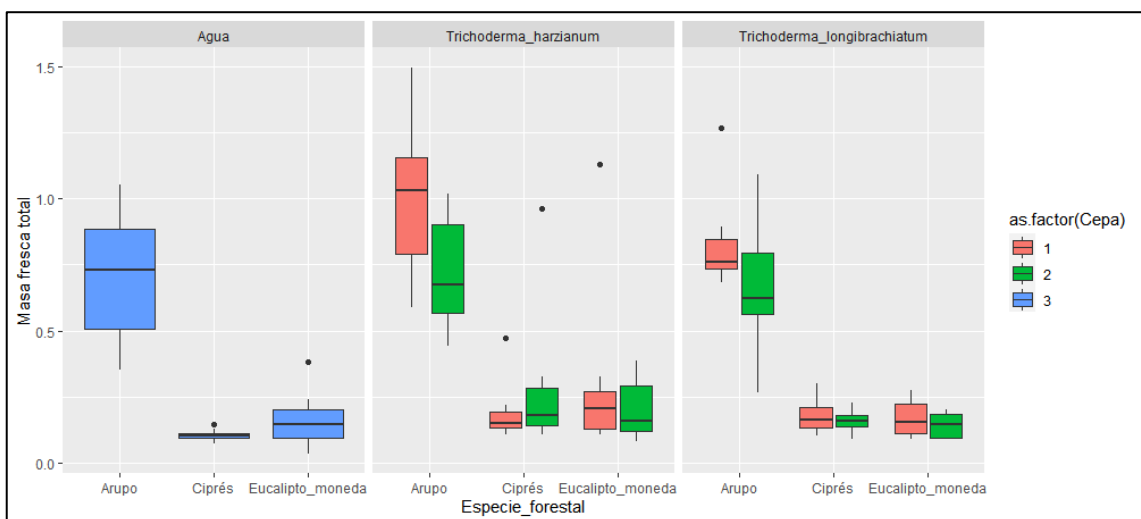


Gráfico 10-3: Diagrama de caja y bigote para el efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 y de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Se pudo observar que gráficamente *T. harzianum* 1 predominó ante *T. harzianum* 2 en las especies forestales arupo y eucalipto moneda, y por el contrario la cepa 2 de *T. harzianum* predominó ante la cepa 1 en la especie forestal ciprés. En el caso de *T. longibrachiatum* la cepa 1 predominó ante la cepa 2 en las tres especies forestales arupo, ciprés y eucalipto moneda.

No se observó un efecto significativo tanto de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 como de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2 sobre la variable masa fresca total, sin embargo, se consideró el efecto cepa y las especies de *Trichoderma* para los análisis.

Tabla 9-3: Análisis de varianza para la variable masa fresca total de las tres especies forestales en estudio con la inoculación de *Trichoderma* spp.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Especie_forestal	2	4,664	2,3321	128,579	2,00 ^{-16***}
Especie_hongo	2	0,163	0,0815	4,494	0,0170*
Cepa	1	0,087	0,0868	4,788	0,0343*
Factor (Bloque)	3	0,059	0,0196	1,081	0,3675
Especie_forestal:Especie_hongo	4	0,010	0,0024	0,133	0,9693
Especie_forestal:Cepa	2	0,139	0,0696	3,837	0,0295*
Especie_hongo:Cepa	1	0,002	0,0023	0,128	0,7228
Especie_forestal:Especie_hongo:Cepa	2	0,033	0,0164	0,905	0,4121
Error	42	0,762	0,0181		

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Códigos de significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

El factor especie forestal presenta diferencias estadísticamente significativas debido a que alcanzó 2,00^{-16***} por lo que su $P < 0.05$, mientras que para los factores especie hongo, cepa y la doble interacción especie forestal: cepa existieron diferencias no significativas y para el resto de las interacciones dobles y triples no presentaron diferencias (**Tabla 18-3**).

Tabla 10-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable masa fresca total de las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* spp.

Especie	Especie de <i>Trichoderma</i> o agua	Promedio (g)	Grupos
Arupo	<i>T. harzianum</i> 1	1,00	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,83	a
Arupo	<i>T. harzianum</i> 2	0,71	a
Arupo	Agua	0,71	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,67	a
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 1	0,31	b
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 2	0,29	b
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 2	0,20	b
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 1	0,19	b
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,18	b
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,17	b
Eucalipto moneda	Agua	0,16	b
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,16	b
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,15	b
Ciprés	Agua	0,10	b

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente

Realizado por: González, Liseth, 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró dos grupos para esta variable (**Tabla 19-3**), a los 75 días la especie forestal arupo inoculada con *T. harzianum* 1 alcanzó el mayor valor en la variable masa fresca total con un promedio de 1,00 g, por el contrario, ciprés inoculado con el tratamiento control (agua) mostró el menor valor para esta variable, logrando un promedio de 0,10 g.

Para la variable masa fresca total a los 75 días, arupo obtuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* con un promedio de $0,85 \text{ g} \pm 0,46$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) logrando un promedio de $0,71 \text{ g} \pm 0,44$, eucalipto moneda tuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* alcanzando un promedio de $0,26 \text{ g} \pm 0,25$ y el menor valor se obtuvo con los dos otros tratamientos que son el control (agua) y *Trichoderma longibrachiatum* que tuvieron un promedio de $0,16 \text{ g} \pm 0,17$ y finalmente para ciprés se obtuvo un mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* alcanzando un promedio de $0,24 \text{ g} \pm 0,22$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) logrando un promedio de $0,10 \text{ g} \pm 0,02$ (**Anexo 25**).

3.1.6. Masa seca foliar

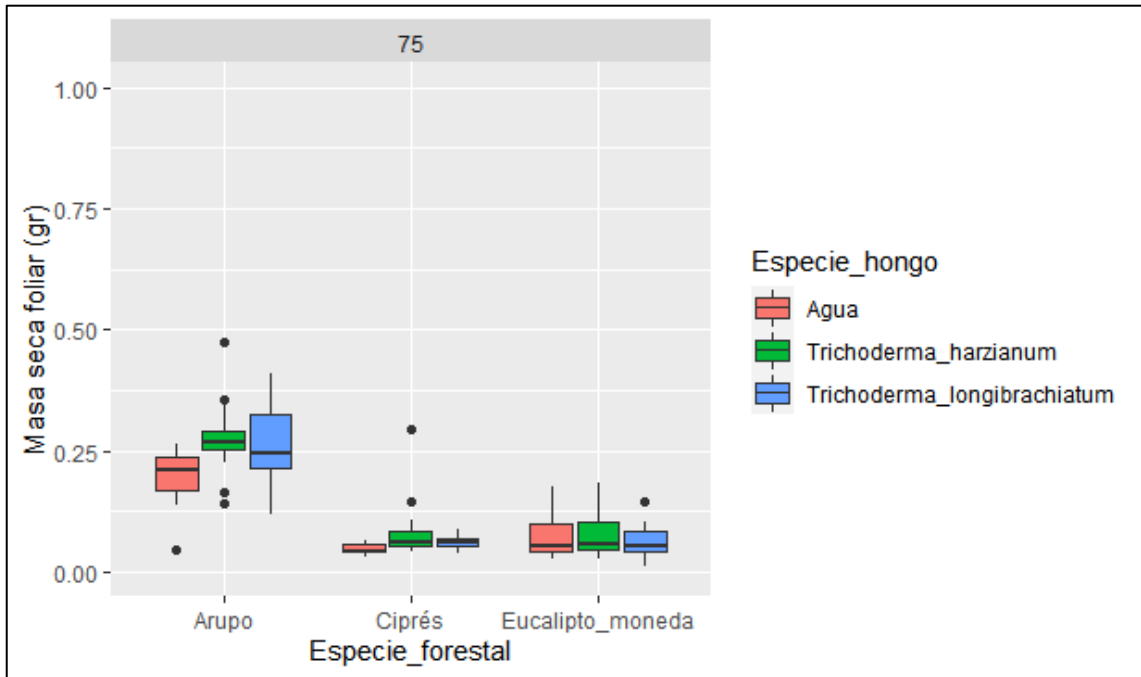


Gráfico 11-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable masa seca foliar para las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* y agua destilada.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

A los 75 días, gráficamente no se pudo observar una diferencia entre los distintos tratamientos aplicados para la variable masa seca foliar, sin embargo, para identificar cual fue la mejor acción entre las dos cepas de las dos especies de *Trichoderma* se realizó un bloxpot mostrado en el (Gráfico 12-3).

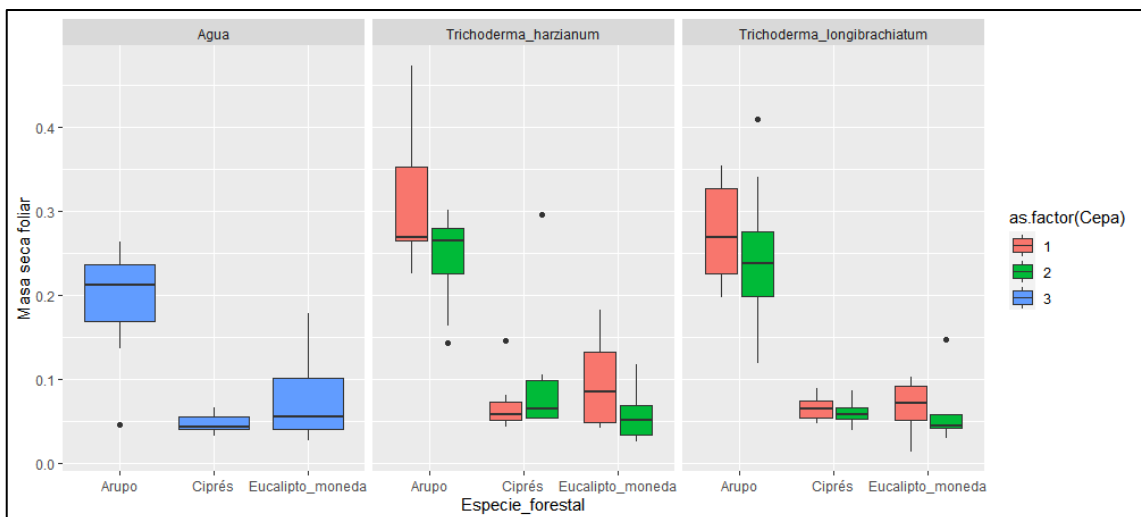


Gráfico 12-3: Diagrama de caja y bigote del efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 y de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Se pudo observar que gráficamente *T. harzianum* 1 predominó ante *T. harzianum* 2 en la especie forestal eucalipto moneda, y por el contrario la cepa 2 de *T. harzianum* predominó ante la cepa 1 en las especies forestales arupo y ciprés. En el caso de *T. longibrachiatum* la cepa 1 predominó ante la cepa 2 en las tres especies forestales arupo, ciprés y eucalipto moneda.

No se observó un efecto significativo tanto de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 como de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2 sobre la variable masa seca foliar, sin embargo, se consideró el efecto cepa y las especies de *Trichoderma* para los análisis.

Tabla 11-3: Análisis de varianza para la variable masa seca foliar de las tres especies forestales en estudio con la aplicación de *Trichoderma* spp.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Especie_forestal	2	0,4494	0,22471	145,257	2,00 ^{-16***}
Especie_hongo	2	0,0136	0,00678	4,382	0,0187*
Cepa	1	0,0050	0,00504	3,255	0,0784.
Factor (Bloque)	3	0,0108	0,00361	2,335	0,0876.
Especie_forestal:Especie_hongo	4	0,0114	0,00284	1,837	0,1397
Especie_forestal:Cepa	2	0,0068	0,00341	2,202	0,1232
Especie_hongo:Cepa	1	0,0003	0,00034	0,217	0,6440
Especie_forestal:Especie_hongo:Cepa	2	0,0031	0,00157	1,013	0,3718
Error	42	0,0650	0,00155		

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Códigos de significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘’ 1

El factor especie forestal presentó diferencias estadísticamente significativas debido a que alcanzó un valor de 2,0^{-16***} por lo que su $P < 0.05$, para el factor especie hongo existieron diferencias no significativas, mientras que para el factor cepa y las interacciones dobles y triples no presentaron efecto significativo (**Tabla 62-3**).

Tabla 12-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable masa seca foliar de las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* spp.

Especie	Especie <i>Trichoderma</i> o agua	Promedio (g)	Grupos
Arupo	<i>T. harzianum</i> 1	0,31	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,28	ab
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,25	ab
Arupo	<i>T. harzianum</i> 2	0,24	ab
Arupo	Agua	0,19	bc
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 2	0,10	cd
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 1	0,10	cd
Eucalipto moneda	Agua	0,08	d
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 1	0,07	d
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,07	d
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,07	d
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,06	d
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,06	d
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 2	0,06	d
Ciprés	Agua	0,05	d

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente

Realizado por: González, Liseth, 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró cinco grupos para esta variable (Tabla 21-3), a los 75 días la especie forestal arupo inoculada con *T. harzianum* 1 alcanzó el mayor valor en la variable masa seca foliar con un promedio de 0,31 g, por el contrario, ciprés inoculado con el tratamiento control (agua) mostró el menor valor para esta variable, logrando un promedio de 0,15 g.

Para la variable masa seca foliar a los 75 días, arupo obtuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* con un promedio de $0,28 \text{ g} \pm 0,08$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que logró un promedio de $0,19 \text{ g} \pm 0,11$, eucalipto moneda tuvo el mayor valor con la inoculación de dos tratamientos que fueron *Trichoderma harzianum* y el control (agua) que alcanzaron un promedio de $0,08 \text{ g} \pm 0,09$ y el menor valor se obtuvo al inocular *Trichoderma longibrachiatum* que alcanzó un promedio de $0,06 \text{ g} \pm 0,05$ y finalmente para ciprés se obtuvo un mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* alcanzando con un promedio de $0,08 \text{ g} \pm 0,06$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que logró un promedio de $0,05 \text{ g} \pm 0,01$ (**Anexo 26**).

3.1.7. Masa seca radicular

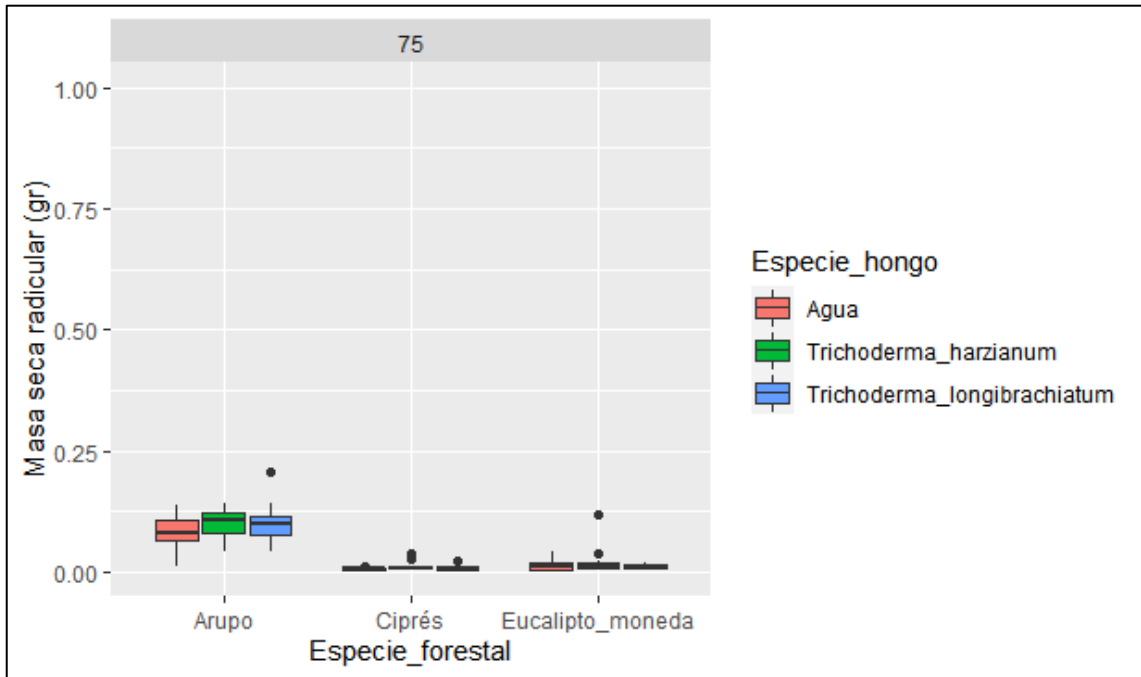


Gráfico 13-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable masa seca radicular para las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* y agua destilada.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

A los 75 días, gráficamente no se pudo observar una diferencia entre los distintos tratamientos aplicados para la variable masa seca radicular, sin embargo, para identificar cual fue la mejor acción entre las dos cepas de las dos especies de *Trichoderma* se realizó un bloxpot mostrado en el (Gráfico 14-3).

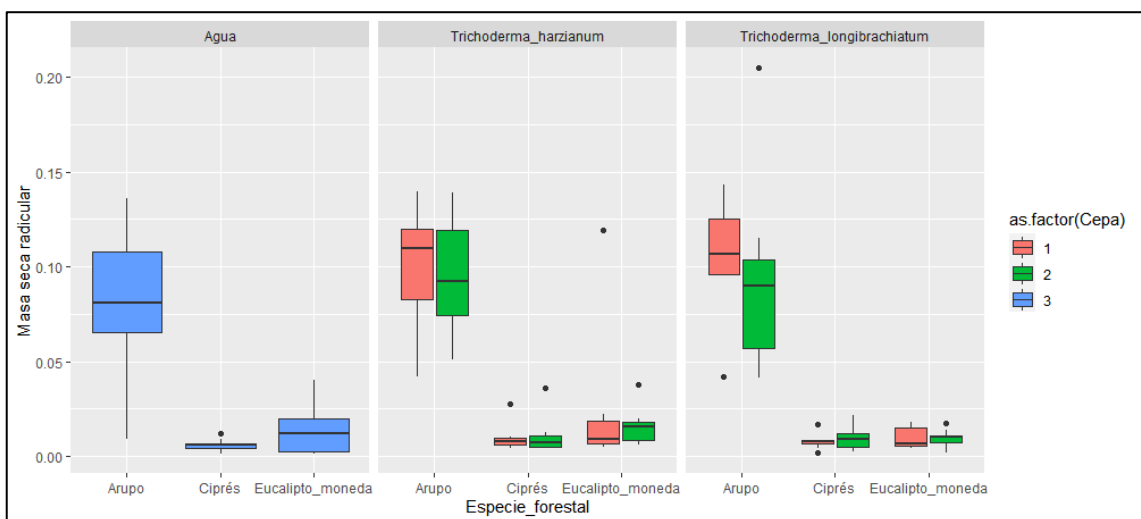


Gráfico 14-3: Diagrama de caja y bigote para el efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 y de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Se pudo observar que gráficamente *T. harzianum* 1 predominó ante *T. harzianum* 2 en las especies forestales arupo y ciprés, y por el contrario la cepa 2 de *T. harzianum* predominó ante la cepa 1 en la especie forestal eucalipto moneda. En el caso de *T. longibrachiatum* la cepa 1 predominó ante la cepa 2 en la especie forestal arupo y la cepa 2 predomina ante la cepa uno en las especies forestales ciprés y eucalipto moneda.

No se observó un efecto significativo tanto de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 como de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2 sobre la variable masa seca radicular, sin embargo, se consideró el efecto cepa y las especies de *Trichoderma* para los análisis.

Tabla 13-3: Análisis de varianza para la variable peso seco radicular de tres especies forestales en estudio con la inoculación de *Trichoderma* spp.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VAOR DE F	PR(>F)
Especie_forestal	2	0,09417	0,04709	142,339	2,00 ⁻¹⁶ ***
Especie_hongo	2	0,00066	0,00033	1,003	0,375
Cepa	1	0,00019	0,00019	0,574	0,453
Factor (Bloque)	3	0,00058	0,00019	0,588	0,626
Especie_forestal:Especie_hongo	4	0,00085	0,00021	0,644	0,634
Especie_forestal:Cepa	2	0,00021	0,00011	0,322	0,727
Especie_hongo:Cepa	1	0,00000	0,00000	0,012	0,913
Especie_forestal:Especie_hongo:Cepa	2	0,00010	0,00005	0,157	0,855
Error	42	0,01389	0,00033		

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Códigos de significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

El factor especie forestal presentó diferencias estadísticamente significativas debido a que alcanzó un valor de 2,00⁻¹⁶*** por lo que su $P < 0.05$, mientras que para los factores especie hongo, cepa, bloque y las interacciones dobles y triples no presentaron efecto significativo (**Tabla 22-3**).

Tabla 14-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable masa seca radicular de las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* spp.

Especie	Especie <i>Trichoderma</i> o agua	Promedio (g)	Grupos
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,11	a
Arupo	<i>T. harzianum</i> 1	0,10	a
Arupo	<i>T. harzianum</i> 2	0,09	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,09	a
Arupo	Agua	0,08	a
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 1	0,02	b
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 2	0,02	b
Eucalipto moneda	Agua	0,01	b
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 2	0,01	b
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 1	0,01	b
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,01	b
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,01	b
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,01	b
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,00	b
Ciprés	Agua	0,00	b

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente

Realizado por: González, Liseth, 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró dos grupos para esta variable (**Tabla 23-3**), a los 75 días la especie forestal arupo inoculada con *T. longibrachiatum* 1 alcanzó el mayor valor en la variable masa seca radicular con un promedio de 0,11 g, por el contrario, ciprés inoculado con el tratamiento control (agua) mostró el menor valor para esta variable, logrando un promedio de 0,00 g.

Para la variable masa seca radicular a los 75 días, arupo obtuvo el mayor valor con la aplicación de las dos cepas tanto de *Trichoderma harzianum* con un promedio de $0,10 \text{ g} \pm 0,03$ y *Trichoderma longibrachiatum* que alcanzó un promedio de $0,10 \text{ g} \pm 0,04$, y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que logró un promedio de $0,08 \text{ g} \pm 0,04$, eucalipto moneda tuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* que logró un promedio de $0,02 \text{ g} \pm 0,03$ y el menor valor se obtuvo al aplicar los dos tratamientos restantes que alcanzaron un promedio de $0,01 \text{ g} \pm 0,01$, y finalmente para ciprés se obtuvo un mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* logrando un promedio de $0,02 \text{ g} \pm 0,03$ y el menor valor se obtuvo al aplicar los dos tratamientos restantes que consiguieron un promedio de $0,01 \text{ g} \pm 0,01$ (**Anexo 27**).

3.1.8. Masa seca total

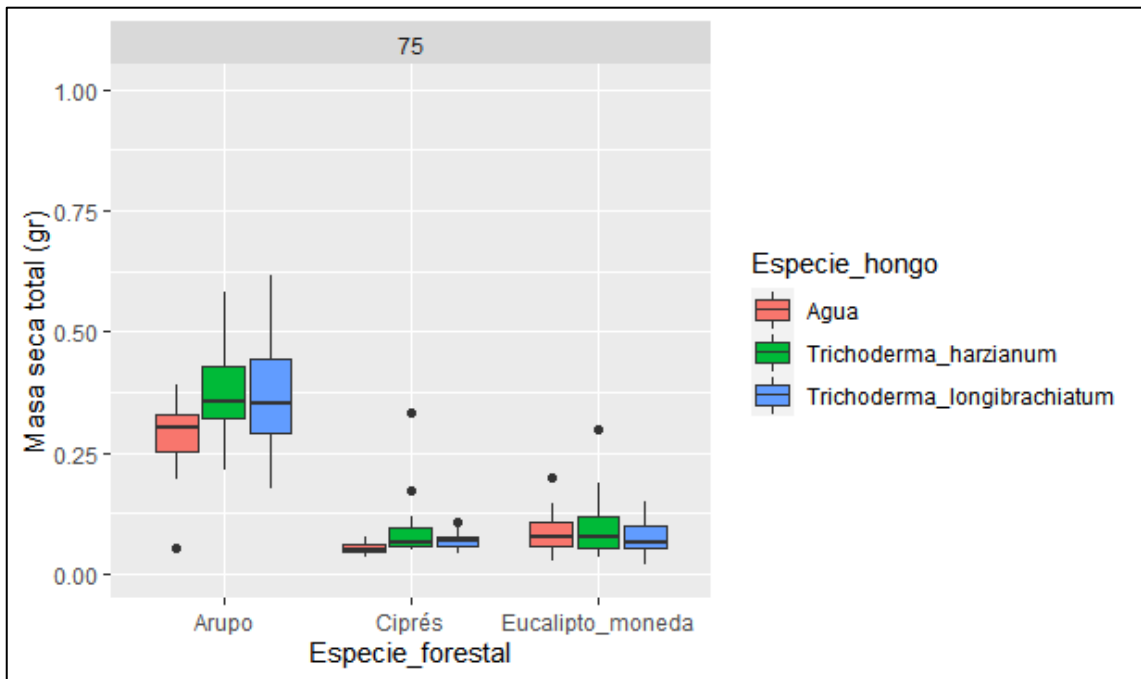


Gráfico 15-3: Diagrama de caja y bigote (boxplot) para la variable masa seca total para las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* y agua destilada.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

A los 75 días, gráficamente no se pudo observar una diferencia entre los distintos tratamientos aplicados para la variable masa seca total, sin embargo, para identificar cual fue la mejor acción entre las dos cepas de las dos especies de *Trichoderma* se realizó un bloxpot mostrado en el (Gráfico 16-3).

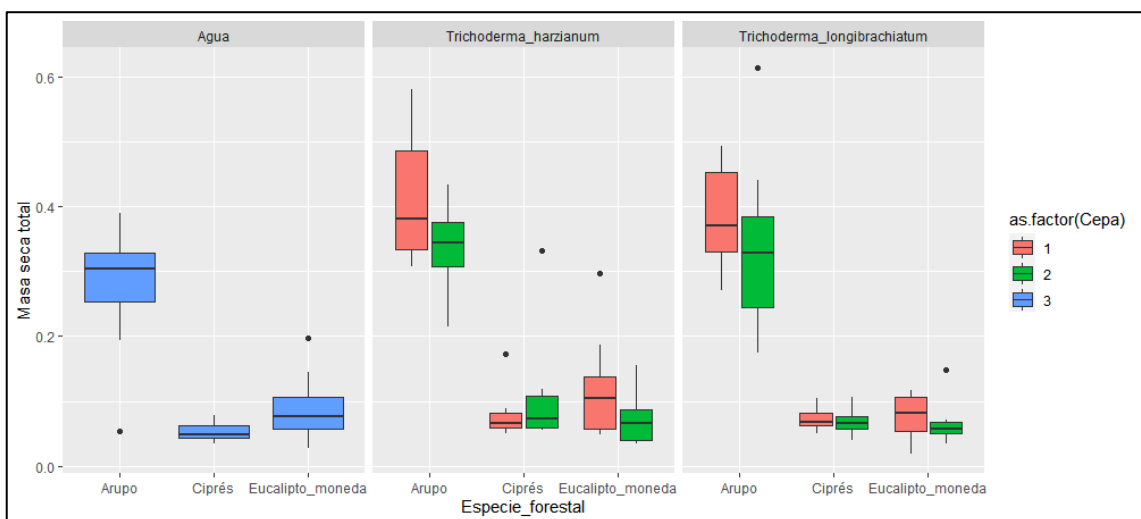


Gráfico 16-3: Diagrama de caja y bigote para el efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 y de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2.

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Se pudo observar que gráficamente *T. harzianum* 1 predominó ante *T. harzianum* 2 en las especies forestales arupo y eucalipto moneda, y por el contrario la cepa 2 de *T. harzianum* predominó ante la cepa 1 en la especie forestal ciprés. En el caso de *T. longibrachiatum* la cepa 1 predominó ante la cepa 2 en las tres especies forestales arupo, ciprés y eucalipto moneda.

No se observó un efecto significativo tanto de *Trichoderma harzianum* 1 y 2 como de *Trichoderma longibrachiatum* 1 y 2 sobre la variable masa seca total, sin embargo, se consideró el efecto cepa y las especies de *Trichoderma* para los análisis.

Tabla 15-3: Análisis de varianza para la variable masa seca total de las tres especies forestales en estudio inoculadas con *Trichoderma* spp.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PR(>F)
Especie_forestal	2	0,9547	0,4773	178,257	2,00 ^{-16***}
Especie_hongo	2	0,0202	0,0101	3,775	0,0311*
Cepa	1	0,0072	0,0072	2,682	0,1089
Factor (Bloque)	3	0,0114	0,0047	1,741	0,1733
Especie_forestal:Especie_hongo	4	0,0168	0,0042	1,567	0,2008
Especie_forestal:Cepa	2	0,0094	0,0047	1,758	0,1848
Especie_hongo:Cepa	1	0,0004	0,0004	0,154	0,6966
Especie_forestal:Especie_hongo:Cepa	2	0,0032	0,0016	0,599	0,5539
Error	42	0,1125	0,0027		

Realizado por: González, Liseth, 2021.

Códigos de significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

El factor Especie forestal presentó diferencias estadísticamente significativas debido a que alcanzó un valor de 2,00^{-16***} por lo que su $P < 0.05$, mientras que para el factor especie hongo solo existieron diferencias no significativas y para el factor cepa y las interacciones dobles y triples no existió efecto significativo (Tabla 24-3).

Tabla 16-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable masa seca total de las tres especies forestales con la inoculación de *Trichoderma* spp.

Especie forestal	Especie de <i>Trichoderma</i> o agua	Promedio (g)	Grupos
Arupo	<i>T. harzianum</i> 1	0,41	a
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,38	ab
Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,34	ab
Arupo	<i>T. harzianum</i> 2	0,34	ab
Arupo	Agua	0,27	b
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 1	0,12	c
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 2	0,11	c
Eucalipto moneda	Agua	0,09	c
Ciprés	<i>T. harzianum</i> 1	0,08	c
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,08	c
Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> 2	0,07	c
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,07	c
Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,07	c
Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,07	c
Ciprés	Agua	0,05	c

*Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferente

Realizado por: González, Liseth, 2021.

La prueba de Tukey al 5% mostró cuatro grupos para esta variable (**Tabla 25-3**), a los 75 días la especie forestal arupo inoculada con *T. harzianum* 1 alcanzó el mayor valor en la variable masa seca total con un promedio de 0,41 g, por el contrario, ciprés inoculado con el tratamiento control (agua) mostró el menor valor para esta variable, logrando un promedio de 0,05 g.

Para la variable masa seca total a los 75 días, arupo obtuvo el mayor valor con la aplicación de *Trichoderma harzianum* con un promedio de $0,37 \text{ g} \pm 0,10$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que logró un promedio de $0,27 \text{ g} \pm 0,09$, eucalipto moneda tuvo el mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* que alcanzó un promedio de $0,10 \text{ g} \pm 0,07$ y el menor valor se obtuvo al colocar *Trichoderma longibrachiatum* logrando un promedio de $0,07 \text{ g} \pm 0,03$ y finalmente para ciprés se obtuvo un mayor valor con la inoculación de *Trichoderma harzianum* que alcanzó un promedio de $0,09 \text{ g} \pm 0,07$ y el menor valor se obtuvo al aplicar el tratamiento control (agua) que logró un promedio de $0,05 \text{ g} \pm 0,01$ (**Anexo 28**).

3.1.9. Índice de Dickson (ICD)

Tabla 17-3: Índice de Dickson para la especie forestal Arupo

Tratamiento	Especie	Hongo	Índice de Dickson	
T1	Arupo	<i>T. harzianum</i> (1)	0,10	0,10
T2	Arupo	<i>T. harzianum</i> (2)	0,09	
T3	Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> (1)	0,11	0,10
T4	Arupo	<i>T. longibrachiatum</i> (2)	0,09	
T5	Arupo	Agua (3)	0,06	

Realizado por: González, Liseth, 2021.

En la especie forestal arupo el mayor índice de calidad de Dickson se obtuvo con el tratamiento T3 en donde se inoculó con *Trichoderma logibrachiatum* 1 alcanzando un valor de 0,11 y el menor valor se obtuvo con el tratamiento T5 en donde se aplicó el control (agua) logrando un valor de 0,06. Los tratamientos en donde se inoculó con las especies de *Trichoderma* obtuvieron valores más altos en comparación con el tratamiento donde se aplicó el control (agua).

Tabla 18-3: Índice de Dickson para la especie forestal Eucalipto moneda

Tratamiento	Especie	Hongo	Índice de Dickson	
T6	Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> (1)	0,02	0,02
T7	Eucalipto moneda	<i>T. harzianum</i> (2)	0,01	
T8	Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> (1)	0,01	0,01
T9	Eucalipto moneda	<i>T. longibrachiatum</i> (2)	0,01	
T10	Eucalipto moneda	Agua (3)	0,01	

Realizado por: González, Liseth, 2021.

En la especie forestal eucalipto moneda el mayor índice de calidad de Dickson se obtuvo con el tratamiento T6 donde se inoculó con *Trichoderma harzianum* 1 alcanzando un valor de 0,02 y el menor valor se obtuvo con los tratamientos T7, T8, T9 y T10 que se inocularon con *T. harzianum* 2, *T. longibrachiatum* 1, *T. longibrachiatum* 2 y control (agua) respectivamente, que lograron un valor similar de 0,01. El único tratamiento que reaccionó mejor ante el control (agua) fue el T6 que fue inoculado con *T. harzianum* 1, sin embargo, no existe una diferencia significativa.

Tabla 19-3: Índice de Dickson para la especie forestal Ciprés

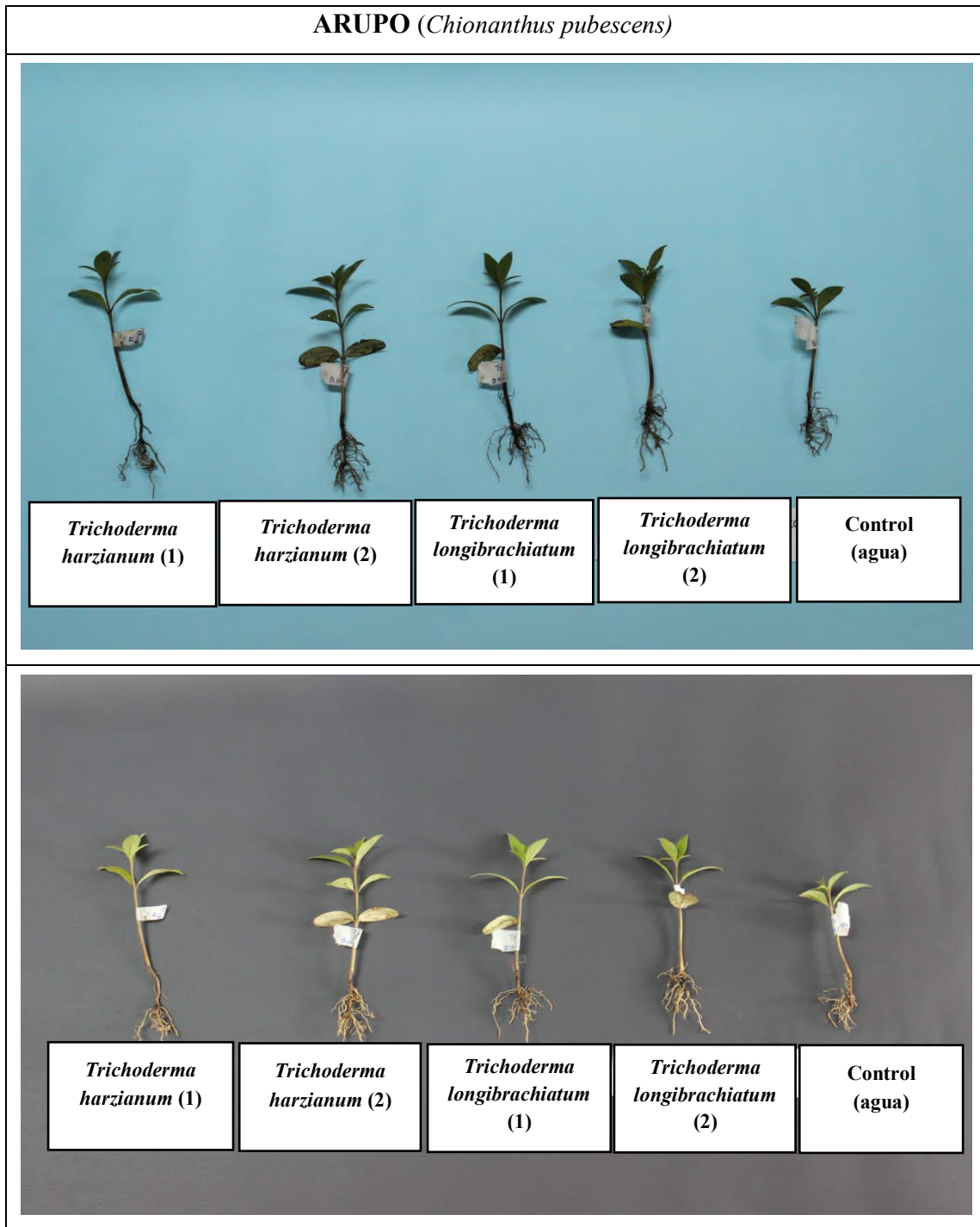
Tratamiento	Especie	Hongo	Índice de Dickson	
T11	Ciprés	<i>T. harzianum</i> (1)	0,01	0,01
T12	Ciprés	<i>T. harzianum</i> (2)	0,01	
T13	Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> (1)	0,01	0,01
T14	Ciprés	<i>T. longibrachiatum</i> (1)	0,01	
T15	Ciprés	Agua (3)	0,01	







Realizado por: González, Liseth, 2021.

En la especie forestal Ciprés el índice de calidad de Dickson fue similar para todos los tratamientos T11, T12, T13, T14 y T15 inoculados con las dos especies de *Trichoderma* y control (agua), alcanzando un valor de 0,01, por lo tanto, no existe diferencia alguna entre tratamientos.

3.1.10. Fotografías de las tres especies forestales sometidas a los distintos tratamientos de Trichoderma




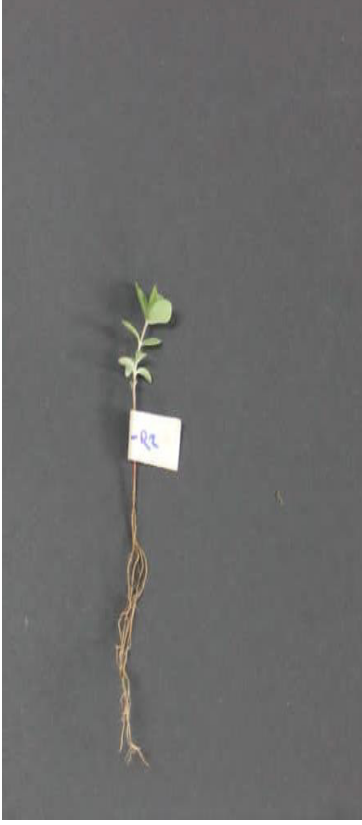

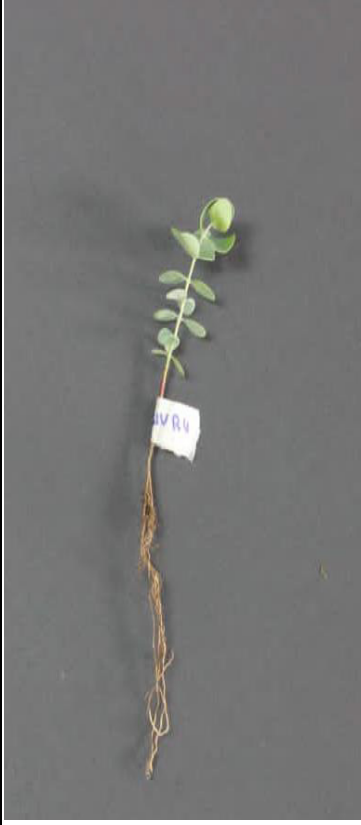
Tabla 20-3: Fotografías de las plantas de las diferentes especies forestales sometidas a los distintos tratamientos.



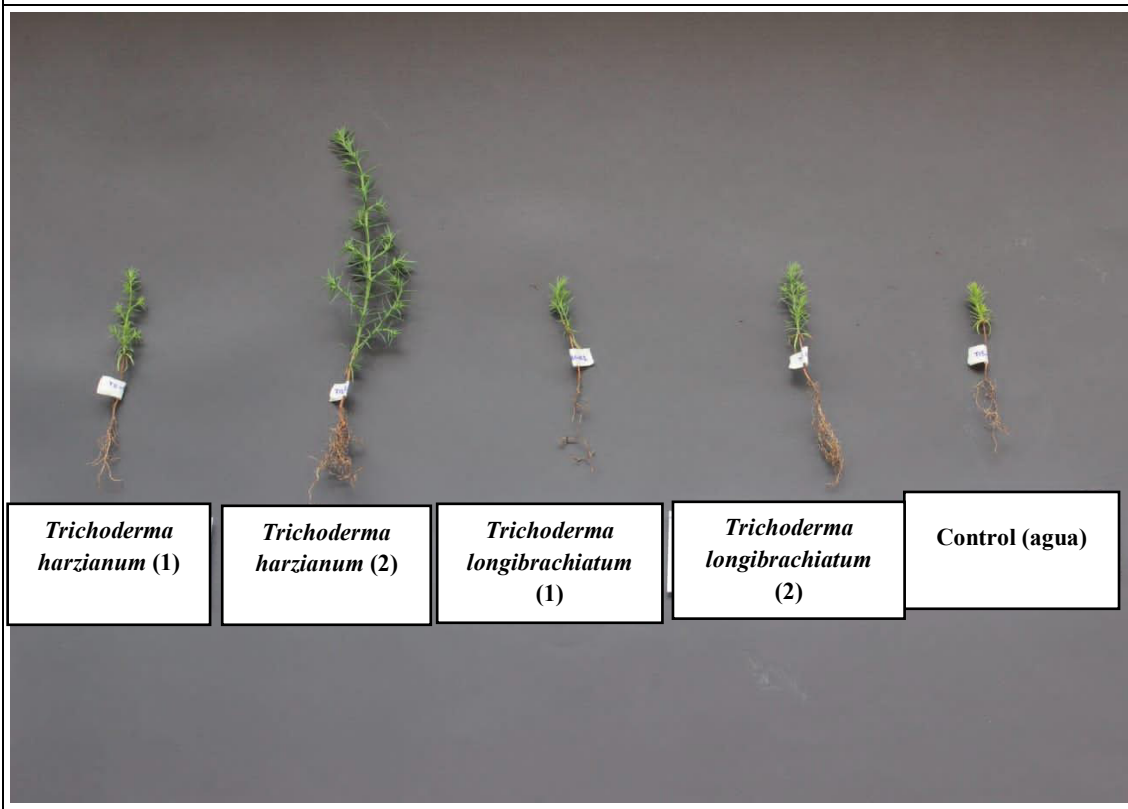
		
<p>Testigo (agua)</p>	<p><i>T. harzianum</i> 1</p>	<p><i>T. harzianum</i> 2</p>
		
<p>Testigo (agua)</p>	<p><i>T. longibrachiatum</i> 1</p>	<p><i>T. longibrachiatum</i> 2</p>


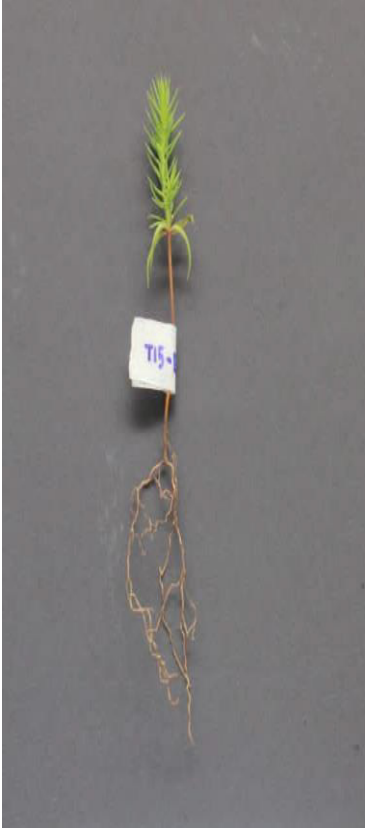


EUCALIPTO MONEDA (*Eucalyptus cinerea*)



		
<p>Testigo (agua)</p>	<p><i>T. harzianum</i> 1</p>	<p><i>T. harzianum</i> 2</p>
		
<p>Testigo (agua)</p>	<p><i>T. longibrachiatum</i> 1</p>	<p><i>T. longibrachiatum</i> 2</p>

CIPRÉS (*Cupressus macrocarpa*)



		
<p><i>Testigo (agua)</i></p>	<p><i>T. harzianum 1</i></p>	<p><i>T. harzianum 2</i></p>
		
<p><i>Testigo (agua)</i></p>	<p><i>T. longibrachiatum 1</i></p>	<p><i>T. longibrachiatum 2</i></p>
<p>Realizado por: González, Liseth, 2021.</p>		

3.2. Discusión

Las dos especies de *Trichoderma* tuvieron efectos positivos como promotores de crecimiento en las tres especies forestales, *T. harzianum* mostró valores positivos en las variables de altura, número de hojas, longitud de raíz, masa fresca total y masa seca radicular. Estos resultados coinciden en ciertas variables como la altura y longitud de raíz con el estudio realizado por Álvarez et al., (2021) sobre el efecto de dos especies de *Trichoderma* sobre tres especies forestales ubicadas en la provincia de Pichincha y mencionan que el género de *Trichoderma* según Domínguez et al., (2016); citado en Álvarez et al., (2021) tiene la capacidad de producir fitohormonas como auxinas, citoquininas y giberlinas y en particular el ácido indol-3-acético (AIA) que va a estimular el crecimiento de las raíces (Tucci et al., 2011; citado en Álvarez et al., 2021).

Las dos especies de *Trichoderma* tuvieron diferencias positivas no significativas en relación con el testigo en las tres especies forestales, para Eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) la especie de *Trichoderma harzianum* tuvo efecto positivo en las variables altura, número de hojas, masa fresca total y masa seca total, que concuerda con el estudio de uso de *Trichoderma harzianum* Rifai como promotor de crecimiento en producción en vivero de *Eucalyptus globulus* Labill. realizado por Penon, (2015, p.59) donde resalta la eficacia de *Trichoderma harzianum* sobre *Eucalyptus globulus* en cuanto a las variables altura, biomasa aérea y diámetro del cuello, para esta última variable mencionada *Eucalyptus cinerea* no tuvo resultados positivos en el presente estudio.

Trichoderma harzianum tuvo resultados positivos para las tres especies en estudio, Arupo (*Chionanthus pubescens*) tuvo efecto para las variables altura de la planta, número de hojas, masa fresca total y masa seca radicular, Eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) tuvo efecto en las variables altura de la planta, longitud de raíz, masa fresca total y masa seca total y Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) tuvo efecto en las variables diámetro la altura del cuello (DAC), masa fresca total y masa seca total, al igual que ha tenido efectos positivos en especies forestales como Cedro en cuanto a las variable altura, número de hojas y biomasa seca, mientras que para Leucaena y Samán solo tuvo efecto en el diámetro basal según los estudios realizados por Santana (2018, p.81), de la misma manera en *Pinus radiata* se tuvo diferencias significativas para incremento en las variables área radicular, altura de planta y biomasa total según Donoso, (2008).

Las cepas de *Trichoderma* según varios estudios se puede decir que tiene gran efecto como promotor de crecimiento en cuanto a las variables altura, masa seca, masa fresca, longitud de raíz y número de hojas tanto para especies forestales como para leguminosas, ornamentales y frutales como es el caso de la Arveja, tomate, berenjena, frejol, café y papa (Camargo y Ávila, 2014, p. 93),

también en pimiento (Cruz y Cisterna, 1998; citados en Arias ,2016, p.11), lechuga (Lynch et al., 1991; citados en Pisco, 2013, p. 20), maíz, tabaco (Windham et al, 1986; citados en Arias, 2016, p.12), entre otras.

El índice de calidad de Dickson para la especie forestal arupo mostró resultado favorable con la inoculación de *T. longibrachiatum* 1 en comparación al testigo, en la especie forestal eucalipto moneda se obtuvo mejores resultados con inoculación de *T. harzianum* 1 en comparación al testigo y para la especie forestal ciprés no hubo diferencias entre tratamientos y según CONAFOR, (2005); citado en Ramos y Lombardi, (2020, p.137) tuvo una clasificación para calidad de planta baja, sin embargo para mejorar esta calidad es necesario realizar la siembra tres meses antes de aplicar el tratamiento para lograr un mejor desarrollo en vivero, ya que se propicia un crecimiento acelerado y al no hacerlo se puede ver modificado la calidad, la supervivencia y el desarrollo (Reyes, 2014, p.110).

CONCLUSIONES

Basado en los resultados, *Trichoderma harzianum* tuvo efecto positivo significativo como promotor de crecimiento en Arupo (*Chionanthus pubescens*) para las variables altura con la cepa 2 alcanzó un promedio de 8,55 cm, en masa fresca total con la cepa 1 obtuvo un promedio de 1,00 g, en masa seca foliar con la cepa 1 logró un promedio de 0,31 g y en masa seca total con la cepa 1 obtuvo un promedio de 0,41 g, en eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) se obtuvo únicamente efectos significativos para la variable longitud de raíz con la cepa 2, logrando un promedio de 7,44 cm, sin embargo, en ciprés (*Cupressus macrocarpa*) se alcanzó cambios positivos pero no significativos para las variables masa fresca total y masa seca foliar y radicular.

Basado en los resultados, *Trichoderma longibrachiatum* tuvo efecto positivo significativo como promotor de crecimiento en arupo (*Chionanthus pubescens*) para la variable masa seca radicular con la cepa 1 que obtuvo un promedio de 0,11g, sin embargo, para ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y eucalipto moneda (*Eucalyptus cinerea*) existieron cambios positivos, pero no significativos para las variables número de hojas y longitud de raíz.

Basado en los resultados, para la especie forestal arupo el mejor tratamiento en comparación al testigo según el índice de calidad de Dickson (ICD) fue el T3 inoculado con *T. longibrachiatum* 1 que obtuvo un valor de 0,11 seguido del T1 que fue inoculado con *T. harzianum* 1 que alcanzó un valor de 0,10, para eucalipto moneda el mejor tratamiento en comparación al testigo fue el T6 inoculado con *T. harzianum* 1 que logró un valor de 0,02 y para ciprés no hubo diferencias entre los tratamientos T11, T12, T13, T14 y T15 por lo que alcanzaron un valor general de 0,01.

RECOMENDACIONES

Para próximas investigaciones con el uso de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento es recomendable que el lapso sea más de 6 a 10 meses para generar más inoculaciones y obtener mejores resultados en las variables analizadas en el presente estudio.

Realizar estudios con *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* en especies forestales de rápido crecimiento que se encuentran en peligro de extinción o vedadas por sus múltiples usos en la industria maderera.

Ejecutar estudios con *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* como una prueba de un tratamiento pre-germinativo para especies forestales que tardan en su proceso de germinación.

GLOSARIO

Almácigo: Lugar donde se colocan varias semillas que necesitan cuidados especiales desde su inicio hasta el momento de trasplantar (INDESOL, 2013: p.3).

Celulosa: Es el biopolímero más abundante en la naturaleza, ya que se trata del principal componente estructural de las células vegetales. Este biopolímero está conformado por microfibrillas cristalinas insolubles, y por subunidades de glucosa que se unen mediante enlaces glucosídicos en la configuración β -1-4 dando lugar a la unidad central celobiosa que se repite exactamente en la cadena polimérica (Esa, 1985; citado en Aguilar, 2016: p.5).

DAC: Diámetro a la Altura del Cuello

Estípula: Son un par de apéndices foliáceos, laminares que se ubican a ambos lados de la inserción del peciolo, con el cual suelen funcionar (UNLPAM, 2017: p.98).

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1995; citado en Mamani, 2015).

Hifa: Célula micótica múltiple. Es la unidad del micelio (Gómez, 2019: p.18).

Imbricar: Disponer una serie de cosas iguales de manera que queden superpuestas parcialmente (RAE, 2014).

Micelio: Es el conjunto de hifas que forman una trama o tejido (Basori, 2013: p.19).

NRCS: Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS y USDA, 2016; Santa Cruz, 2012; Quishpe, 2011; citado en Peralta et al., 2017).

Proliferación: Que se reproduce o multiplica en formas similares (RAE, 2014).

Quitina: Es un polímero biodegradable muy abundante en la naturaleza, que se obtiene fundamentalmente del exoesqueleto de los crustáceos, y del que mucho se ha escrito por sus potencialidades de aplicación en la agricultura (Ramírez, 2010: p.1).

Raquis: Es el eje de la inflorescencia, puede ser largo, corto o ensanchado en forma de plato, en cuyo caso recibe el nombre de clinanto, como en el “girasol” y todas las compuestas (UNLPAM, 2017: p.69).

Saprófito: Que se alimenta de materia orgánica muerta o en descomposición (ADESPER, 2007).

USDA: Departamento de Agricultura (NRCS y USDA, 2016; Santa Cruz, 2012; Quishpe, 2011; citado en Peralta et al., 2017).

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR MUNGUÍA, Dendera. Deslignificación de la penca de *Agave tequilana* FAC Weber empleando peróxido de hidrógeno alcalino como pretratamiento para la producción de biohidrógeno [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) IPYCYT, México. 2016. [Consulta: 2021-05-12]. Disponible en <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/bitstream/handle/11627/3006/TMIPICYTM8D42016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANDRADE MONTALVO, Claudia María. 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 [En línea] (Tesis de Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, provincia de Tungurahua. 2012. pp. 2-7. [Consulta: 2021-05-13]. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2207/1/13T0752%20.pdf>

ÁLVAREZ ROMERO, Pablo, IZA CRUZ, Marylin y RODRIGUES GUERRA, Juan. Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* en el desarrollo de diferentes plántulas de especies forestales. *Revista Académica Agraria* [en línea]. Ecuador: vol.4, núm.4, 2021. [Consulta: 2021-11-01]. DOI: 10.32406/v4n4/2021/74-83/agrariacad. Disponible en <https://agrariacad.com/2021/08/02/efeito-do-trichoderma-harzianum-e-trichoderma-longibrachiatum-no-desenvolvimento-de-diferentes-mudas-de-especies-florestais/>

ARENAS, Omar Romero, et al. Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. *Revista colombiana de Biotecnología* [en línea], 2009, (Colombia) vol. 11, no 2, pp. 143-151. [Consulta: 2021-11-01]. ISSN 0123-3475. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752009000200015&script=sci_abstract&tlng=es

ARENAS, Villegas. *Trichoderma pers.* Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. *Revista de Biotecnología Vegetal* [en línea], 2005, (México) vol. 19, no 4, pp. 237-248. [Consulta: 2021-11-01]. ISSN 2074-8647. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v19n4/2074-8647-bvg-19-04-237.pdf>

ARIAS RODAS, Fabián Eduardo. Evaluación de dos cepas de *Trichoderma T. harzianum*, *T. koningii* como estimulantes del desarrollo radicular de estacas de mora de castilla *Rubus glaucus*, Benth [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de Cuenca, Ecuador. 2016. [Consulta: 2021-07-08]. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24224/1/tesis.pdf.pdf>

BIASOLI, M. Microbiología general bioquímica [En línea]. 2013. [Consultado el 25 de noviembre 2021]. Disponible en https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/file.php/123/TEORIAS_2013/1o_Clase-Estructura_Fungica-2013.pdf

BONILLA, Carlos; PINO, Marcelo; LOGROÑO, Julio. Guía técnica MANEJO DE VIVEROS FORESTALES [En línea]. 2014. Disponible en <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>

CABASCANGO, Poalacin; MARICELA, Juana. Estudio del adecuado crecimiento del hongo *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma hamatum* en sustrato sólido [En línea] (Trabajo de licenciatura). Universidad Central del Ecuador. 2015. [Consultado el 2021-08-20]. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4776/1/T-UCE-0017-128.pdf>

CAMARGO-CEPEDA, David Fernando; ÁVILA, Edwin Ricardo. Efectos del *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.) [En línea] Ecuador. Revista *Ciencia y Agricultura*, 2014, vol. 11, no 1, pp. 91-100. [Consulta: 2021-10-05]. ISSN 0122-8620. Disponible en file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-EfectosDelTrichodermaSpSobreElCrecimientoYDesarrol-5039253%20(1).pdf

CASTRO, A. M.; RIVILLAS, C. A. *Trichoderma* spp. modos de acción eficacia y usos en el cultivo de café. Boletín técnico Cenicafé [En línea]. (Centro Nacional de Investigaciones de café), 2012. [Consulta: 2021-11-18]. ISSN 0120-047. Disponible en https://www.cenicafe.org/es/publications/Boletin_38_FINAL2014.pdf

CUBILLOS-HINOJOSA, Juan; VALERO, Nelson; MEJÍA, Lauris. *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. Flavicarpa Degener) [En línea]. Revista *Agronomía Colombiana*, 2009, vol. 27, no 1, pp. 81-86. [Consulta: 2021-10-01]. ISSN 0120-9965. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-99652009000100011&lng=pt&nrm=is&tlng=es#:~:text=Los%20resultados%20sugieren%20una%20acci%C3%B3n,ecol%C3%B3gico%20del%20cultivo%20de%20maracuy%C3%A1.

CUMBAGIN TORRES, Aracely Jazmín; FLORES MORALES, Cynthia Alejandra. Evaluación de sustratos orgánicos destinados a la propagación de *Trichoderma harzianum* como biocontrolador para fincas agroecológicas de la ASOCAMCAY, al norte de la provincia de Pichincha-Ecuador [En línea] (Tesis de Licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. 2020. [Consulta: 2021-10-18]. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19492/1/UPS-TTQ169.pdf>

DARRIBA, Andrea Fernández; PANDO, Francisco Javier Silva. El Género *Eucalyptus* (Myrtaceae) en Galicia: Claves y descripción [En línea]. *Nova Acta Científica Compostelana*, 2016, vol. 23, pp. 23-51. [Consulta: 2021-11-02]. ISSN 1130-9717. Disponible en file:///C:/Users/User/Downloads/2962-Texto%20del%20art%C3%ADculo-14874-1-10-20160330%20(1).pdf

DONOSO, Eduardo; LOBOS, Gustavo A.; ROJAS, Nadia. Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero [En línea]. Bosque (Valdivia). 2008, vol. 29, no 1, pp. 52-57. [Consulta: 2021-12-15]. ISSN 0717-9200. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002008000100006

GALEANO, M., et al. Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai (cepa T-22) sobre cultivos hortícolas [En línea]. *Agrícola vergel*, 2002, vol. 21, no 251, pp. 628-632. [Consulta: 2021-12-03]. ISSN 0211-2728. Disponible en <https://docplayer.es/21698831-Efecto-de-trichoderma-harzianum-rifai-cepa-t-22-sobre-cultivos-horticolos.html>

GATO CÁRDENAS, Yohana. Métodos de conservación y formulación de *Trichoderma harzianum* Rifai [En línea]. *Fitosanidad*, 2010, vol. 14, no 3, pp. 189-195. [Consulta: 2021-10-17]. ISSN 1818-1686. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-30092010000300008

GÓMEZ, F. Características generales de los hongos e infecciones sistémicas y oportunistas de las micosis tropicales [En línea]. 2019. [Consulta: 2021-11-21]. Disponible en http://aula.campusamericana.com/_Cursos/Curso01417/Temario/Experto_Med_Tropical/M5T1-Texto.pdf

HARMAN, Gary E. Mitos y dogmas de los cambios de control biológico en las percepciones derivados de la investigación sobre *Trichoderma harzianum* T-22 [En línea]. *Enfermedad de las plantas*, 2000, vol. 84, no 4, pp. 377-393. [Consulta: 2021-10-05]. ISSN 2224-4697. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002

IBÚJES, Quishpe; ARACELY, Jeanneth. Evaluación de seis tratamientos pre germinativos y cuatro tipos de Sustratos para la preparación de Arupo (*Chionantus pubescens* Kunt) [En línea] (Tesis licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2011. [Consulta: 2021-09-10]. Disponible en <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/708/1/33T0062.pdf>

InBUY. Plantas vasculares Ficha dendrológica de *Eucalyptus cinerea* F. Muell. Ex Benth. [En línea]. 2011. Disponible en http://inbuy.fcien.edu.uy/fichas_de_especies/DATAonline/DBASEImpresiones/Eucalyptus_cine_rea_i.pdf

INDESOL. Manual de construcción y desarrollo de almácigo para invernaderos hidropónicos. 2013. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Hidropon%C3%ADa/Manual%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20desarrollo%20de%20alm%C3%A1cigo.pdf>

IRIGOYEN, J. I.; VELA, Cruz. *Guía técnica de semilleros y viveros frutales*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Santa Techa (El Salvador) Programa Nacional de Frutas de El Salvador, Santa Techa (El Salvador) IICA, San Salvador (El Salvador), 2005. [Consulta: 2021-12-03]. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B0507e/B0507e.pdf>

JARA GUAÑA, Andrea Margarita. Evaluación de *Trichoderma harzianum* como propuesta alternativa al uso de sustancias químicas sintéticas para el control de *Botrytis* spp. en el cultivo de rosas (*Rosa* spp.) variedad aubade en la Finca Florícola Valle Verde Cayambe [En línea] (Tesis licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana. 2014. [Consulta: 2021-09-22]. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7513/1/UPS-YT00226.pdf>

MAE; MAGAP; MSP; NAP. Guía Técnica MANEJO DE VIVEROS FORESTALES [En línea]. 2014. [Consulta: 2021-12-08]. Disponible en <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>

MAMANI GUARACHI, Pablo Victor. Caracterización dendrológica y morfológica de semillas de tres especies forestales: *eucalipto* (*Eucalyptus globulus*), *cipres* (*Cupressus macrocarpa*) y *acacia floribunda* (*Acacia retinoides*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Mayor de San Miguel. 2014. [Consulta: 2021-12-20]. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5375/T-1974.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MARTÍNEZ, Benedicto; INFANTE, Danay; PETEIRA, Belkis. Taxonomía polifásica y variabilidad en el género *Trichoderma* [En línea]. *Revista de Protección Vegetal*, 2015, vol. 30. [Consulta: 2021-11-28]. ISSN 2224-4697. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30s1/rpv004s15.pdf>

MAZA, Marianela; STAZORNELLI, Enzo Allori; YASEM, Marta Graciela. Evaluación in vitro de aislamientos nativos de *Trichoderma* como agentes de biocontrol y promoción del crecimiento inicial en soja [En línea]. *Revista Agronómica*, 2012, vol. 32, pp. 55-62. [Consulta: 2021-10-19]. ISSN 0080-2069. Disponible en https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/62806/CONICET_Digital_Nro.5ce5e504-ea78-4b7b-a9c4-0c9c87925fc2_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

OLIVA VALLE, Mario, et al. Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú [En línea]. 2017. [Consulta: 2021-10-08]. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/publ1419.pdf>

PENON, E., et al. Uso de *Trichoderma harzianum* Rifai como promotor de crecimiento en producción en vivero de *Eucalyptus globulus* Labill [En línea]. *Ciencia e investigación Forestal INFOR*. 2015, vol. 21, no. 2, pp. 53-60. [Consulta: 2021-11-27]. Disponible en <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/20835/31368-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PERALTA, I., et al. El arupo (*Chionanthus pubescens* Kunth), árbol ornamental con potencial de uso en Ecuador [En línea]. 2017. [Consulta: 2021-11-16]. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4298/1/iniapscCD114.pdf>

PISCO PEÑA, Janeth Mary. Eficiencia preliminar de aislamientos de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento vegetativo y controlador biológico de *Sclerotium rolfsii* en frijol “Chaucha” (*Phaseolus vulgaris* L.) [En línea] (Tesis licenciatura). Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2013. [Consulta: 2021-09-30]. Disponible en <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/152/AGR-595.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAE. Imbricar. 2014. [Consultado el 25 de noviembre 2021]. Disponible en <https://dle.rae.es/imbricar>

RAE. Proliferante. 2014. [Consultado el 25 de noviembre 2021]. Disponible en <https://dle.rae.es/proliferante>

RAMÍREZ, M., et al. La quitina y sus derivados, biopolímeros con potencialidades de aplicación agrícola [En línea]. *Biotecnología aplicada*, 2010, vol. 27, no 4, pp. 270-276. [Consulta: 2021-11-30]. ISSN 1027-2852. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-28522010000400002

RAMOS-HUAPAYA, Andrea E.; LOMBARDI-INDACOCHEA, Ignacio R. Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con “*Eucalipto urograndis*” [En línea]. *Revista Forestal del Perú*, 2020, vol. 35, no 2, pp. 132-145. [Consulta: 2021-12-10]. ISSN 0556-6592. Disponible en <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1581>

REYES, J. Trinidad Sáenz, et al. Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero “Morelia”, estado de Michoacán [En línea]. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2014, vol. 5, no 26, pp. 98-111. [Consulta: 2021-09-13]. ISSN 2007-1132. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000600008

RUIZ-CISNEROS, María Fernanda, et al. Efecto de *Trichoderma* spp. y hongos fitopatógenos sobre el crecimiento vegetal y calidad del fruto de jitomate [En línea]. *Revista mexicana de fitopatología*, 2018, vol. 36, no 3, pp. 444-456. [Consulta: 2021-11-09]. ISSN 2007-8080. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092018000300444#:~:text=demonstraron%20que%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de,et%20al.%20\(2016\).](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092018000300444#:~:text=demonstraron%20que%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de,et%20al.%20(2016).)

SAMUELS, Gary J., et al. The *Longibrachiatum* clade of *Trichoderma*: a revision with new species [En línea]. *Fungal diversity*, 2012, vol. 55, no 1, pp. 77-108. [Consulta: 2021-12-17]. ISSN 1560-2745. Disponible en <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13225-012-0152-2.pdf>

SANTANA DÍAZ, Tarsicio; CASTELLANOS GONZÁLEZ, Leónides. Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* Rifai en posturas de leucaena, cedro y samán [En línea]. *Colombia Forestal*, 2018, vol. 21, no 1, p. 81-90. [Consulta: 2021-11-15]. ISSN 2256-201X. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v21n1/0120-0739-cofo-21-01-00081.pdf>

SCHOCH, Conrad. y col. Taxonomía del NCBI: una actualización completa sobre conservación, recursos y herramientas [En línea]. *Base de datos*, 2020, vol. 2020, pp. 1-21. [Consulta: 2021-09-23]. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7408187/pdf/baaa062.pdf>

UNLPAM. Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía [En línea]. [Consulta: 2021-11-25]. Disponible en <http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/botanica-morforlogia-taxonomia-y-fitogeografia.pdf>

WINDHAM, M. T.; ELAD, Y.; BAKER, R. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. [En línea]. *Phytopathology*, 1986, vol. 76, no 5, pp. 518-521. [Consulta: 2021-12-13]. Disponible en https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1986Articles/Phyto76n05_518.PDF

XIE, Bin-Bin, et al. Comparative genomics provide insights into evolution of *Trichoderma* nutrition style [En línea]. *Genome biology and evolution*, 2014, vol. 6, no 2, pp. 379-390. [Consulta: 2021-12-14]. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24482532/>

ANEXOS

ANEXO A: SIEMBRA EN EL SEMILLERO



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO B: REPIQUE DE ESPECIES FORESTALES



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO C: PREPARACIÓN DEL BLOQUE EXPERIMENTAL EN CAMPO



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO D: ROTULADO DE ESPECIES FORESTALES



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO E: APLICACIÓN DEL INÓCULO



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO F: RIEGO



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO G: RECOLECCIÓN DE DATOS-ALTURA Y DAP



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO H: RECOLECCIÓN DE DATOS- CONTEO DE HOJAS



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO I: FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO

TRATAMIENTOS	BLOQUE #-REPETICIÓN #: VARIABLES PARA EVALUAR											
	Altura (cm)						DAC (cm)					
	8	15	30	45	60	75	8	15	30	45	60	75
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												
T#												

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO J: DESCRIPCIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* UTILIZADAS

CODIGO ORIGINAL	CODIGO DE ENSAYO	RESPONSABLE DE LA RECOLECCION	FECHA DE RECOLECCION	TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	METODO DE AISLAMIENTO
MTST2R1(1)	TH1	María Toaquiza	3/12/2019	suelo	Tipo de suelo Franco-arenoso color marrón oscuro, tomadas de la ESPOCH en el vivero forestal de la facultad de recursos naturales, zona de ensayos in situ. - Suelo sin vegetación, preparación de platabandas para ensayo.	Diluciones seriadas
P3B	TH2	Juan Guerra	9/1/2019	fracción radicular	Fragmento de raíz, de Áliso (alnus acuminata) en condiciones sanas.	inclusión directa de fragmento
MTST2R3(1)	TL1	María Toaquiza	3/12/2019	suelo	Tipo de suelo Franco-arenoso color marrón oscuro, tomadas de la ESPOCH en el vivero forestal de la facultad de recursos naturales, zona de ensayos in situ. - Suelo sin vegetación, preparación de platabandas para ensayo.	Diluciones seriadas
H329	TL2	Camila Uvidida	18/8/2020	Foliolo	Fragmento de foliolo de Cedro (Cedreia odorata) en condiciones sanas.	inclusión directa de fragmento

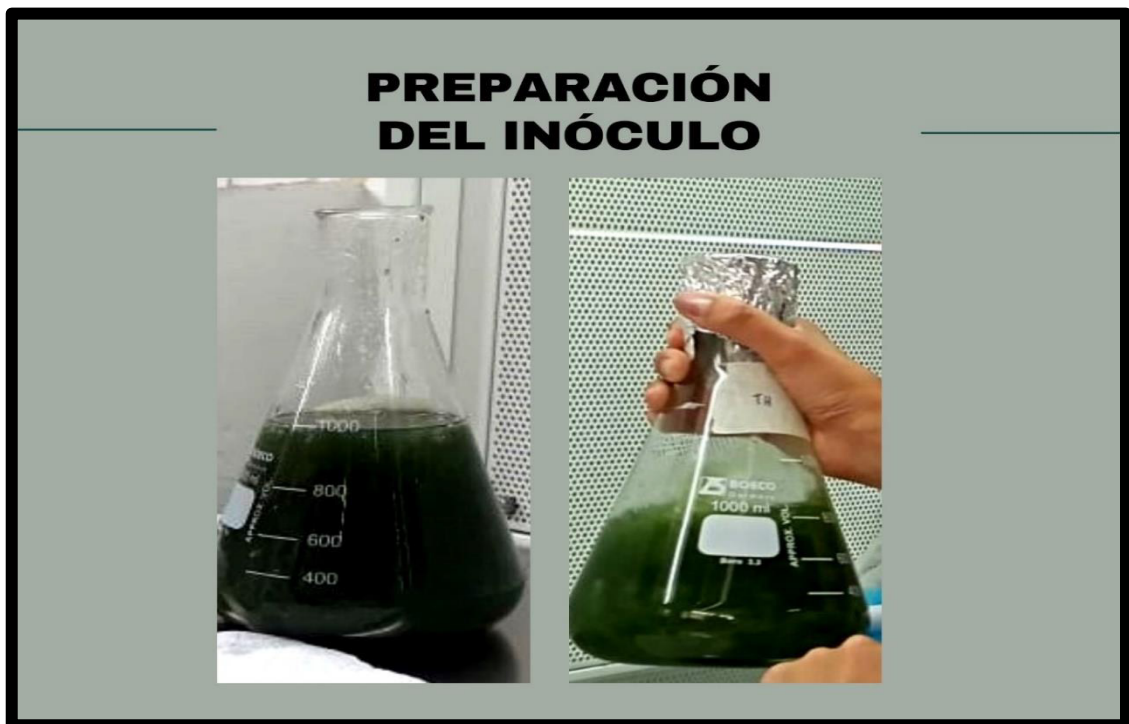
Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO K: PROPAGACIÓN DE *Trichoderma* spp.



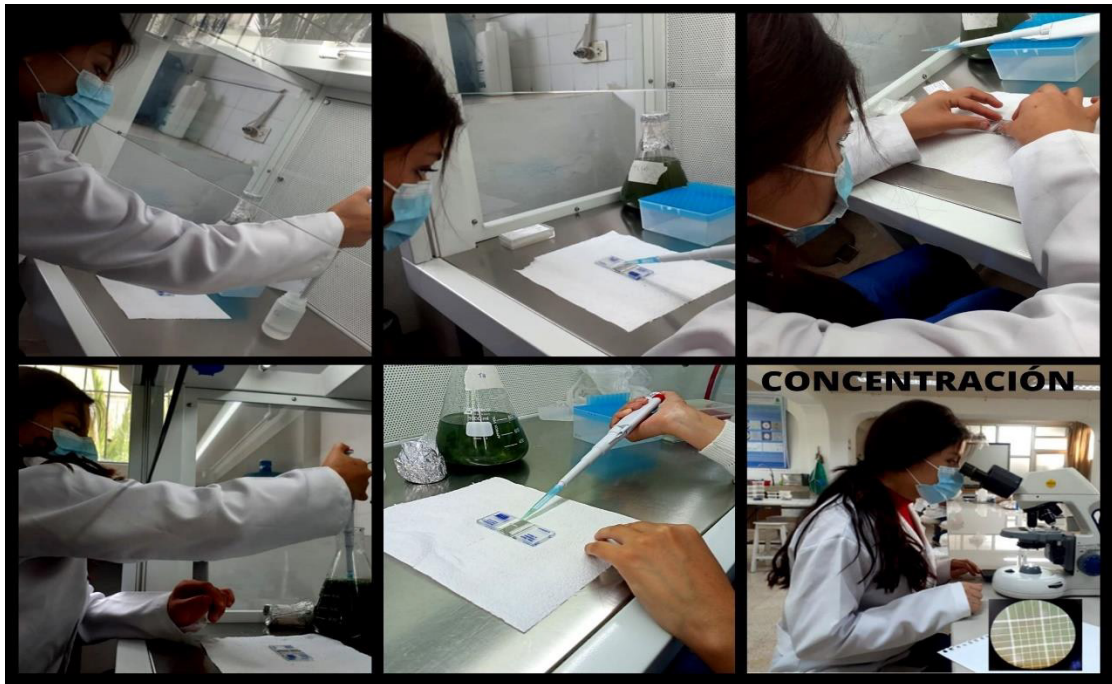
Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO L: PREPARACIÓN DEL INÓCULO



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO M: DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL INÓCULO



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO N: PREPARACIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES



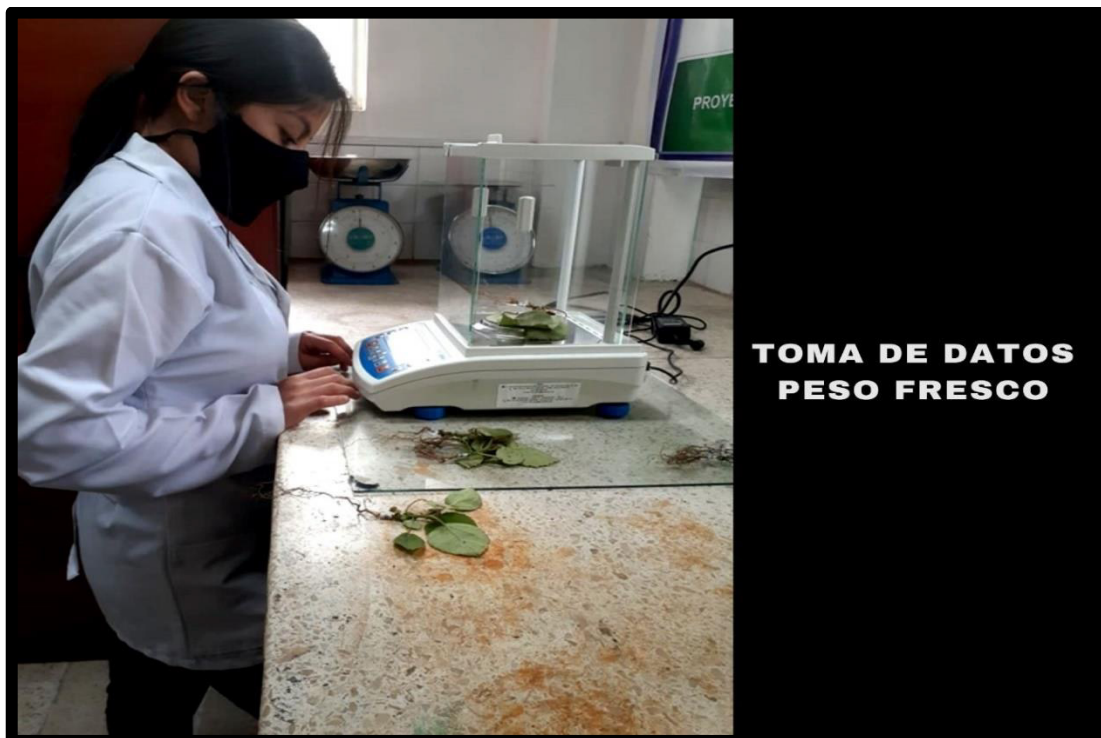
Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO O: FOTOGRAFÍAS DE LAS ESPECIES FORESTALES MODELO



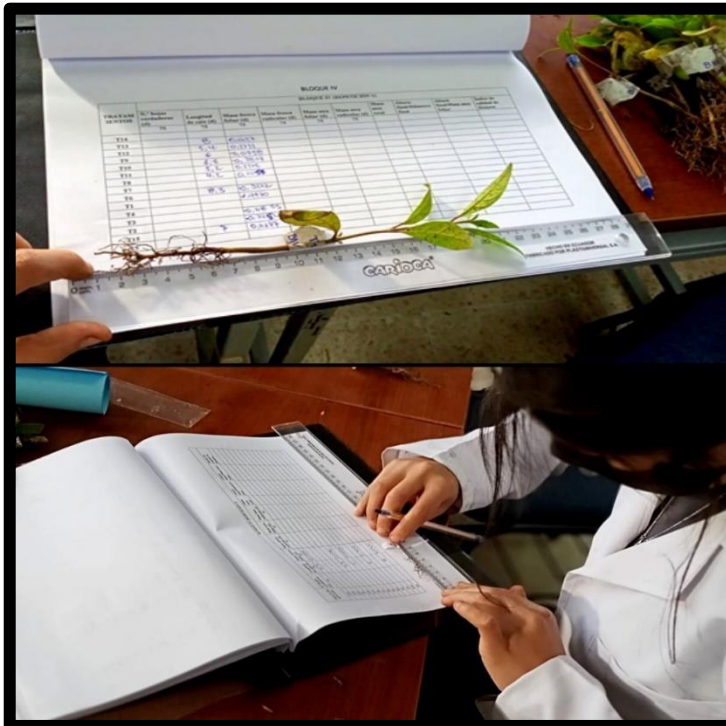
Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO P: TOMA DE DATOS-PESO FRESCO



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO Q: TOMA DE DATOS-LONGITUD DE RAÍZ



**TOMA DE DATOS
LONGITUD RAIZ**

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO R: SECADO DE ESPECIES FORESTALES



**SECADO DE
ESPECIES
FORESTALES**

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO S: TOMA DE DATOS-PESO SECO



Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO T: FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO

BLOQUE # (REPETICIÓN #)										
TRATAMIENTOS	N.º hojas verdaderas (d)	Longitud de raíz (d)	Masa fresca foliar (d)	Masa fresca radicular (d)	Masa seca foliar (d)	Masa seca radicular (d)	Masa seca total	Altura final/Diámetro final	Altura final/Masa seca foliar	Índice de calidad de Dickson
	75	75	75	75	75	75				
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										
T#										

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO U: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE ALTURA.

Tratamiento	Especie	Promedio (cm)	Desviación estándar
Agua	Arupo	7,63	1,72
<i>Trichoderma harzianum</i>	Arupo	8,15	2,07
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Arupo	7,66	1,83
Agua	Eucalipto moneda	3,98	1,65
<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto moneda	4,20	1,84
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Eucalipto moneda	3,59	1,16
Agua	Ciprés	3,74	0,98
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ciprés	4,54	2,38
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ciprés	4,00	0,96

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO V: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE DAC

Tratamiento	Especie	Promedio (mm)	Desviación estándar
Agua	Arupo	8,40	0,97
<i>Trichoderma harzianum</i>	Arupo	7,75	1,20
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Arupo	7,60	1,41
Agua	Eucalipto moneda	2,89	0,62
<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto moneda	2,98	0,66
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Eucalipto moneda	2,96	0,98
Agua	Ciprés	2,31	0,35
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ciprés	2,57	0,95
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ciprés	2,50	0,56

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO W: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS.

Tratamiento	Especie	Promedio	Desviación estándar
Agua	Arupo	8,13	1,75
<i>Trichoderma harzianum</i>	Arupo	9,38	1,90
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Arupo	8,25	1,71
Agua	Eucalipto moneda	17,50	3,55
<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto moneda	16,13	3,40
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Eucalipto moneda	13,14	2,85
Agua	Ciprés	4,50	1,29
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ciprés	4,13	1,64
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ciprés	4,38	1,41

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO X: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE LONGITUD DE RAÍZ.

Tratamiento	Especie	Promedio (cm)	Desviación estándar
Agua	Arupo	7,34	2,50
<i>Trichoderma harzianum</i>	Arupo	5,97	2,00
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Arupo	6,64	1,30
Agua	Eucalipto moneda	7,13	2,95
<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto moneda	7,38	2,17
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Eucalipto moneda	7,33	2,15
Agua	Ciprés	6,24	2,20
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ciprés	5,62	1,40
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ciprés	5,76	2,25

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO Y: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MASA FRESCA TOTAL.

Tratamiento	Especie	Promedio (g)	Desviación estándar
Agua	Arupo	0,71	0,44
<i>Trichoderma harzianum</i>	Arupo	0,85	0,46
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Arupo	0,75	0,23
Agua	Eucalipto moneda	0,16	0,17
<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto moneda	0,26	0,25
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Eucalipto moneda	0,16	0,14
Agua	Ciprés	0,10	0,02
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ciprés	0,24	0,22
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ciprés	0,17	0,08

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO Z: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MASA SECA FOLIAR.

Tratamiento	Especie	Promedio (g)	Desviación estándar
Agua	Arupo	0,19	0,11
<i>Trichoderma harzianum</i>	Arupo	0,28	0,08
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Arupo	0,26	0,14
Agua	Eucalipto moneda	0,08	0,09
<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto moneda	0,08	0,09
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Eucalipto moneda	0,06	0,05
Agua	Ciprés	0,05	0,01
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ciprés	0,08	0,06
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ciprés	0,06	0,02

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO AA: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MASA SECA RADICULAR.

Tratamiento	Especie	Promedio (g)	Desviación estándar
Agua	Arupo	0,08	0,04
<i>Trichoderma harzianum</i>	Arupo	0,10	0,03
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Arupo	0,10	0,04
Agua	Eucalipto moneda	0,01	0,01
<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto moneda	0,02	0,03
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Eucalipto moneda	0,01	0,01
Agua	Ciprés	0,01	0,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ciprés	0,01	0,01
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ciprés	0,01	0,01

Realizado por: González, Liseth, 2021.

ANEXO BB: MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MASA SECA TOTAL.

Tratamiento	Especie	Promedio (g)	Desviación estándar
Agua	Arupo	0,27	0,09
<i>Trichoderma harzianum</i>	Arupo	0,37	0,10
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Arupo	0,36	0,11
Agua	Eucalipto moneda	0,09	0,06
<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto moneda	0,10	0,07
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Eucalipto moneda	0,07	0,03
Agua	Ciprés	0,05	0,01
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ciprés	0,09	0,07
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ciprés	0,07	0,02

Realizado por: González, Liseth, 2021.



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: 13/05/2022

INFORMACIÓN DEL AUTORA (S)
Nombres – Apellidos: Liseth Karina González Tamayo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



D.B.R.A.I.

Ing. Cristhian Castillo



0779-DBRA-UTP-2022