



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

**USO DE *Trichoderma* spp. COMO PROMOTOR DE
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:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: LESLY DAYANA CERNA ORTEGA

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

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, Lesly Dayana Cerna Ortega

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, LESLY DAYANA CERNA ORTEGA, 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, 14 de marzo de 2022



Lesly Dayana Cerna Ortega

172701662-6

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **USO DE TRICHODERMA SPP. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE VIVERO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA**, realizado por la señorita: **LESLY DAYANA CERNA ORTEGA**, 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. Armando Esteban Espinoza Espinoza	 Firmado electrónicamente por: ARMANDO ESTEBAN ESPINOZA ESPINOZA	2022-03-14

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D.	PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO	Firmado digitalmente por PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO	2022-03-14
--	-----------------------------------	---	------------

**DIRECTOR DE TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ing. Daniel Arturo Román Robalino M.Sc.	DANIEL ARTURO ROMAN ROBALINO	Digitally signed by DANIEL ARTURO ROMAN ROBALINO Date: 2022.04.19 17:07:48 -05'00'	2022-03-14
---	------------------------------------	---	------------

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con mucho amor y esfuerzo a mi madre Claudia, a mis hermanos Alejandro y Stiven como a la señora Victoria Troya.

Lesly

AGRADECIMIENTO

A mi madre por ser una mujer de grandes virtudes que me ha guiado por este largo trayecto llamado vida, a mis hermanos porque siempre me han acompañado durante mis días de alegría y más aun de cansancio brindando palabras de ánimo y persistencia.

Al resto de familia, familiares y amigos por todas sus acciones de amor y solidaridad que siempre encontré en cada uno de ustedes.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal por su paciencia y cariño en cada una de sus enseñanzas impartidas en clases, por enseñarnos el importante rol que cumple el ambiente en la sociedad y la vida, por motivarnos a ser profesionales y personas de calidad.

A mi tribunal de tesis Dr. Pablo Álvarez (director), Ing. Daniel Román (asesor) e Ing. Hugo Rodríguez (+) por su enseñanza, asesoramiento y sugerencias para desarrollar este trabajo de investigación.

Lesly

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Información botánica de las especies forestales.....	4
1.1.1. Guaba (<i>Inga edulis</i>).....	4
1.1.1.1. Clasificación taxonómica.....	4
1.1.1.2. Caracterización botánica.....	4
1.1.1.3. Usos.....	5
1.1.2. Molle (<i>Schinus molle</i>).....	5
1.1.2.1. Clasificación taxonómica.....	5
1.1.2.2. Caracterización botánica.....	5
1.1.2.3. Usos.....	6
1.1.3. Yalomán (<i>Delostoma integrifolium</i>).....	6
1.1.3.1. Clasificación taxonómica.....	6
1.1.3.2. Caracterización botánica.....	6
1.1.3.3. Usos.....	7
1.2. Vivero.....	7
1.2.1. ¿Qué es un vivero?.....	7
1.2.2. Componentes de un vivero forestal.....	8
1.3. Métodos de propagación vegetal.....	8
1.3.1. Métodos de siembra.....	8
1.3.1.1. Siembra al voleo.....	8
1.3.1.2. Siembra directa en la funda.....	8
1.4. Prácticas culturales.....	8
1.4.1. Riego.....	9

1.4.2.	<i>Deshierbe</i>	9
1.4.3.	<i>Enfundado</i>	9
1.4.4.	<i>Repique</i>	9
1.5.	Recomendación para la siembra	10
1.6.	<i>Trichoderma spp</i>	10
1.6.1.	<i>Generalidades</i>	10
1.7.	<i>Trichoderma harzianum</i>	11
1.7.1.	<i>Descripción</i>	11
1.8.	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	11
1.8.1.	<i>Descripción</i>	11
1.9.	Mecanismos de acción de <i>Trichoderma spp</i>	12
1.9.1.	<i>Principales mecanismos de acción de <i>Trichoderma spp</i></i>	12
1.9.1.1.	<i>Competencia directa</i>	12
1.9.1.2.	<i>Antibiosis</i>	12
1.9.1.3.	<i>Micoparasitismo</i>	12
1.10.	Producción de metabolitos secundarios: enzimas y otros subproductos	13
1.11.	Efecto de <i>Trichoderma spp.</i> en el desarrollo y crecimiento de especies leñosas. 13	

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	14
2.1.	Materiales y métodos	14
2.1.1.	<i>Localización y caracterización del lugar de estudio</i>	14
2.1.1.1.	<i>Localización</i>	14
2.1.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	14
2.1.2.3.	<i>Características climatológicas</i>	15
2.1.2.	Materiales y equipos	15
2.1.2.1.	<i>Materiales de campo</i>	15
2.1.2.2.	<i>Equipos y materiales de laboratorio</i>	15
2.1.2.3.	<i>Reactivos e insumos</i>	15
2.1.2.4.	<i>Especies fúngicas y forestales de interés</i>	15
2.1.2.5.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	15
2.2.	Metodología	16
2.2.1.	<i>Tipo de investigación</i>	16
2.2.2.	<i>Diseño experimental</i>	16
2.2.3.	<i>Tratamientos</i>	16

2.2.4.	<i>Variables por evaluar</i>	17
2.2.4.1.	<i>Altura de la planta</i>	17
2.2.4.2.	<i>Diámetro del tallo a la altura del cuello (DAC)</i>	17
2.2.4.3.	<i>Hojas verdaderas</i>	17
2.2.4.4.	<i>Longitud de la raíz</i>	18
2.2.4.5.	<i>Masa fresca</i>	18
2.2.4.6.	<i>Masa seca foliar y radicular</i>	18
2.2.4.7.	<i>Índice de Calidad de Dickson (ICD)</i>	18
2.2.5.	<i>Fase de campo</i>	18
2.2.5.1.	<i>Preparación del terreno</i>	18
2.2.5.2.	<i>Establecimiento del diseño experimental</i>	19
2.2.6.	<i>Labores culturales</i>	19
2.2.6.1.	<i>Inoculación de <i>Trichoderma harzianum</i>, <i>Trichoderma longibrachiatum</i> y agua</i>	19
2.2.6.2.	<i>Deshierbe</i>	19
2.2.7.	<i>Fase del laboratorio</i>	19
2.2.7.1.	<i>Preparación de los inóculos de <i>T. harzianum</i> y <i>T. longibrachiatum</i></i>	19
2.2.8.	<i>Análisis estadístico</i>	20

CAPÍTULO III

3.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	21
3.1.	Resultados de las variables a evaluar	21
3.1.1.	<i>Altura a los 15, 30, 45, 60 y 75 días</i>	21
3.1.2.	<i>Dac a los 15, 30, 45, 60 y 75 días</i>	24
3.1.3.	<i>Número de hojas verdaderas a los 75 días</i>	27
3.1.4.	<i>Longitud radicular a los 75 días</i>	30
3.1.5.	<i>Peso Fresco a los 75 días</i>	33
3.1.6.	<i>Peso seco foliar a los 75 días</i>	36
3.1.7.	<i>Peso seco radicular a los 75 días</i>	39
3.1.8.	<i>Índices de la calidad de la planta</i>	41
3.1.8.1.	<i>Índice de Calidad de Dickson</i>	41
3.2.	Discusión de resultados	43
	CONCLUSIONES	45
	RECOMENDACIONES	46
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	

ANEXO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Diseño experimental factorial tipo DBCA	16
Tabla 2-2:	Código de tratamiento y su significado	17
Tabla 3-2:	Información de las cepas de <i>T. harzianum</i> y <i>T. longibrachiatum</i>	20
Tabla 1-3:	Test de Tukey al 5% en la variable altura a los 75 días	23
Tabla 2-3:	Test de Tukey al 5% en la variable DAC a los 75 días	26
Tabla 3-3:	Test de Tukey al 5% en la variable número de hojas verdaderas a los 75 días	29
Tabla 4-3:	Test de Tukey al 5% en la variable longitud radicular a los 75 días	32
Tabla 5-3:	Test de Tukey 5% en la variable peso fresco a los 75 días	35
Tabla 6-3:	Test de Tukey al 5% en la variable peso seco foliar a los 75 días.....	38
Tabla 7-3:	Test de Tukey al 5% en la variable peso seco radicular a los 75 días	41
Tabla 8-3:	ICD en los tratamientos de guaba.....	41
Tabla 9-3:	ICD en los tratamientos de molle	42
Tabla 10-3:	ICD en los tratamientos de yalomán	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Mapa ubicación del vivero "Las Palmeras"	14
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Diagrama de caja y bigote en variable altura.....	21
Gráfico 2-3:	Diagrama de caja y bigote en variable altura por cepas.....	22
Gráfico 3-3:	Diagrama de caja y bigote en variable DAC	24
Gráfico 4-3:	Diagrama de caja y bigote en variable DAC por cepas	25
Gráfico 5-3:	Diagrama de caja y bigote en variable hojas verdaderas	27
Gráfico 6-3:	Diagrama de caja y bigote en variable hojas verdaderas por cepas.....	28
Gráfico 7-3:	Diagrama de caja y bigote en variable longitud radicular.....	30
Gráfico 8-3:	Diagrama de caja y bigote en variable longitud radicular por cepas.....	31
Gráfico 9-3:	Diagrama de caja y bigote en variable peso fresco	33
Gráfico 10-3:	Diagrama de caja y bigote en variable peso fresco por cepas	34
Gráfico 11-3:	Diagrama de caja y bigote en variable peso seco foliar	36
Gráfico 12-3:	Diagrama de caja y bigote en variable peso seco foliar por cepas	37
Gráfico 13-3:	Diagrama de caja y bigote en variable peso seco radicular.....	39
Gráfico 14-3:	Diagrama de caja y bigote en variable peso seco radicular por cepas.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FASE DE CAMPO

ANEXO B: FASE DE LABORATORIO PREPARACIÓN DE *TRICHODERMA*

ANEXO C: APLICACIÓN DE *TRICHODERMA* Y AGUA DESTILADA

ANEXO D: TOMA DE DATOS A LOS 15, 30, 45, 60 Y 75 DÍAS

ANEXO E: ESTADO FINAL A LOS 75 DÍAS DE LAS ESPECIES FORESTALES

ANEXO F: FASE DE LABORATORIO MEDICIÓN Y PESAJE DE UNIDADES

ANEXO G: TABLAS ANOVA POR VARIABLE EVALUADA

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* como promotores de crecimiento en *Inga edulis*, *Schinus molle* y *Delostoma integrifolium* a nivel de vivero. La investigación se desarrolló en la provincia de Pichincha con un diseño de bloques completo al azar factorial con 4 bloques, 15 tratamientos y 4 repeticiones, donde se inocularon *Trichoderma harzianum* cepa 1 y 2, *Trichoderma longibrachiatum* cepa 1 y 2 por cada plántula en tres tiempos (20 d, 40 d y 60 d), los datos de las variables de calidad (altura, dac, número de hojas verdaderas, longitud radicular, peso fresco, peso seco foliar y radicular) se registraron en cinco tiempos (15 d, 30 d, 45 d, 60 d y 75 d). Para el análisis estadístico se utilizó el software “R4.1.1” que permitió análisis exploratorios donde los principales resultados demostraron que *T. harzianum* obtuvo efectos positivos sobre el desarrollo de estructuras vegetativas en *Inga edulis* con la cepa 2, en *Schinus molle* con la cepa 1, en *Delostoma integrifolium* no se registró mayor respuesta. *T. longibrachiatum* obtuvo mayor desarrollo vegetativo en *Inga edulis* con la cepa 2, en *Schinus molle* con la cepa 2, en *Delostoma integrifolium* con la cepa 1. Se concluye que *Trichoderma longibrachiatum* obtuvo efectos positivos en el crecimiento y desarrollo vegetal con la aplicación de la cepa 2 en *Inga edulis* para altura, número de hojas verdaderas, peso fresco y peso seco radicular. Se recomienda continuar con estudios en base al efecto de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento en especies forestales de nuestro país.

Palabras clave: <*Trichoderma harzianum*>, <*Trichoderma longibrachiatum*>, <GUABA (*Inga edulis*)>, <MOLLE (*Schinus molle*)>, <YALOMAN (*Delostoma integrifolium*)>, <ESPECIES FORESTALES>, < PROMOCIÓN DE CRECIMIENTO >.



0639-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

The aim was to determine the effect of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum* as growth promoters in *Inga edulis*, *Schinus molle* and *Delostoma integrifolium* at nursery level. The research was developed in the province of Pichincha with a factorial randomized complete block design with 4 blocks, 15 treatments and 4 replications, where *Trichoderma harzianum* strain 1 and 2, *Trichoderma longibrachiatum* strain 1 and 2 were inoculated for each seedling in three times (20 d, 40 d and 60 d), the data of the quality variables (height, dac, number of true leaves, root length, fresh weight, leaf and root dry weight) were recorded at five times (15 d, 30 d, 45 d, 0 d and 75 d). For the statistical analysis, the software "R4.1.1" was used, which allowed exploratory analyses where the main results showed that *T. harzianum* obtained positive effects on the development of vegetative structures in *Inga edulis* with strain 2, in *Schinus molle* with strain 1, in *Delostoma integrifolium* no greater response was recorded. *T. longibrachiatum* obtained greater vegetative development in *Inga edulis* with strain 2, in *Schinus molle* with strain 2, in *Delostoma integrifolium* with strain 1. It is concluded that *Trichoderma longibrachiatum* obtained positive effects on plant growth and development with the application of strain 2 in *Inga edulis* for height, number of true leaves, fresh weight and root dry weight. It is recommended to continue with studies based on the effect of *Trichoderma spp.* as growth promoter in forest species of our country.

Key words: <*Trichoderma harzianum*>, <*Trichoderma longibrachiatum*>, <GUABA (*Inga edulis*)>, <MOLLE (*Schinus molle*)>, <YALOMAN (*Delostoma integrifolium*)>, <FOREST SPECIES>, <GROWTH PROMOTION>.



Firmado electrónicamente por:

**ELSA
AMALIA
BASANTES
ARIAS**

INTRODUCCIÓN

La gran utilización de hongos hoy en día ha permitido que su interés por estudiarlos se incremente continuamente, su comportamiento evidenciado por combatir enfermedades y brindar protección a las plantas mediante la activación de mecanismos permite brindar soluciones sin mayor impacto ambiental (Torres et al., 2015, p.948).

Los viveros cumplen una función muy importante en dicha acción ya que son los encargados de producir y entregar plantas jóvenes de buena calidad que posteriormente serán llevadas a un lugar definitivo para desarrollarse, convertirse en adulto y cumplir su función. La etapa más vulnerable de una especie empieza con el desarrollo de su semilla hasta la obtención de sus primeras hojas verdaderas que le permiten desarrollar su proceso fotosintético y continuar con su proceso de crecimiento (Torres et al., 2015, p.948).

El suelo naturalmente es conocido por ser uno de los hábitats microbianos con mayor biodiversidad en donde se encuentran microorganismos benéficos como es el caso de *Trichoderma* spp. hongo con una distribución ambiental amplia muy empleado principalmente para el control de agentes fitopatógenos por su amplia gama de mecanismos de acción que garantizan beneficios socioambientales. Para la estimulación de procesos de crecimiento como de desarrollo estructural en la planta el hongo crea una interacción con la rizosfera en donde brinda protección mediante la producción de enzimas, antibióticos y estimuladores de crecimiento vegetal que le permiten enfrentar adversidades tanto bióticas como abióticas (Torres et al., 2015, p.948).

ANTECEDENTES

Estudios del género *Trichoderma* verifican los efectos antagónicos ejecutados en sus mecanismos de acción como el micoparasitismo en donde se elimina la presencia de otros hongos reduciendo su capacidad para expandirse y afectar a la planta, la competencia por nutrientes y por espacio contra hongos dañinos de diferentes géneros fúngicos desarrollados en el medio edáfico y por último destaca la antibiosis proceso en el que los hongos son capaces de generar sustancias antifúngicas, antibacterianas como antibióticas de carácter volátil y no volátil, estas características marcadas de las especies correspondientes el género mencionado le agregan un valor como agente de biocontrol preventivo efectivo (De la Cruz, 1994, pp.33-34).

Estudio basado en el interés de *Trichoderma* como promotor de crecimiento indican que algunas cepas de mencionado hongo tienen la capacidad de estimular los procesos de crecimiento mismos que inducen al aumento en el pesaje de masa seca de las estructuras de las plantas también se menciona una mayor producción de metabolitos y fitohormonas como las auxinas, las citoquininas que al activarlas mejoran el ritmo de crecimiento y desarrollo vegetal (Gómez, 2013, pp.17-20).

PROBLEMA

Actualmente no se registran mayores estudios de interés sobre el género de *Trichoderma* y su acción en la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetativo de especies forestales reproducidas en un vivero por ello como consecuencia se obtiene poca información sobre mencionado tema y se desconoce todas las bondades que estos hongos tienen por ofrecer cuando se los utiliza en la aplicación de ejemplares para maximizar su aprovechamiento como bioestimulante o en su mecanismo de biocontrol.

JUSTIFICACIÓN

Ecuador es uno de los países que alberga la mayor biodiversidad del mundo porque sus características físico-climáticas bien definidas permiten el desarrollo de cualquier microorganismo en función de su ubicación (Bravo, 2014, p.49). La importancia del papel de los microorganismos benéficos ha incrementado considerablemente y al igual que su utilización en diferentes campos. Gracias a los aportes ecoambientales que registran el género *Trichoderma* spp. sus especies toman una gran importancia siendo necesario realizar estudios en función de su accionar en especies forestales. Considerando la riqueza del país, los beneficios que aporta *Trichoderma* spp. y la vulnerabilidad de las plántulas en su etapa inicial dentro de un vivero la presente investigación tiene como objetivo el análisis del efecto de *Trichoderma* spp. para el crecimiento de guaba (*Inga edulis*), molle (*Schinus molle*) y yalomán (*Delostoma integrifolium*) a nivel de vivero en la provincia de Pichincha con el fin de aportar información al campo forestal.

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar el efecto de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento en guaba (*Inga edulis*), molle (*Schinus molle*) y yalomán (*Delostoma integrifolium*) a nivel de vivero en la provincia de Pichincha.

ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* como promotor de crecimiento en guaba (*Inga edulis*), molle (*Schinus molle*) y yalomán (*Delostoma integrifolium*) a nivel de vivero.
- Evaluar el efecto de *Trichoderma longibrachiatum* como promotor de crecimiento en guaba (*Inga edulis*), molle (*Schinus molle*) y yalomán (*Delostoma integrifolium*) a nivel de vivero.

HIPÓTESIS

NULA

Ninguna de las especies de *Trichoderma* spp. presentan promoción de crecimiento de las especies forestales de guaba (*Inga edulis*), molle (*Schinus molle*) y yalomán (*Delostoma integrifolium*).

ALTERNATIVA

Al menos una de las especies de *Trichoderma* spp. presenta promoción de crecimiento de las especies forestales de guaba (*Inga edulis*), molle (*Schinus molle*) y yalomán (*Delostoma integrifolium*).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Información botánica de las especies forestales

1.1.1. Guaba (*Inga edulis*)

1.1.1.1. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Inga*

Especie: *Inga edulis* Mart. (Salinas, 2019, p.41).

1.1.1.2. Caracterización botánica

Altura

Alcanza una altura que va desde los 9 a 15 m (Salinas, 2019, p.41).

Hojas

Las hojas son compuestas pinnadas con 8 a 12 folíolos ovalados u elípticos con nervaduras paralelas laterales y un raquis alado (Salinas, 2019, p.41).

Flores

Presenta unas flores con corola de tonalidad blanquecina agrupadas en el ápice del raquis con un cáliz color verdoso (Salinas, 2019, p.41).

Frutos

Es una vaina cilíndrica tipo indehiscente de color verde multisurcado a medida longitudinal (Salinas, 2019, p.41).

Semilla

Semillas de color negro cubierto por una pulpa tono blanco suave y dulce de 3 cm de largo (Salinas, 2019, p.41).

1.1.1.3. Usos

Posee un valor comercial gracias a sus frutos comestibles por los que la especie forestal es conocida, pero también es valiosa por ser empleada como especie leñosa de sombra en las plantaciones de café y cacao. Por otra parte, su valor ambiental se basa en sus flores ya que atraen varias especies de aves como por la clase artrópoda (Marín, 2007, p.41).

1.1.2. Molle (*Schinus molle*)

1.1.2.1. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Anacardiaceae

Género: *Schinus*

Especie: *Schinus molle* (Castro, 2018, p.33).

1.1.2.2. Caracterización botánica

Altura

La especie forestal perennifolia que presenta una altura que va desde los 9 a 12 m, con una copa redondeada y un diámetro que varía de 25 a 35 cm (Ayala, 2011, p.9).

Hojas

Con su característica aromática son hojas compuestas de forma lanceolada con borde liso o aserrado con un largo que varía desde 1.5 a 4 cm, de color verde amarillento. La copa cuenta con un follaje denso de 15 a 40 foliolos alternos que produce una sombra moderada (Ayala, 2011, p.9).

Flores

Flores pequeñas llamativas de tono amarillo cálido dispuestas en panículas unisexuales o hermafroditas axilares de 12 a 15 cm de largo (Ayala, 2011, p.9).

Frutos

Son drupas pequeñas diferenciadas por presentar una tonalidad roja o rosa muy llamativo agrupadas en racimos colgantes (Ayala, 2011, p.9).

Semilla

Las semillas cuentan con un tamaño que varía desde los 3 a 5 mm son lisas con forma redondeada y textura rugosa presentan un color negruzco (Ayala, 2011, p.9).

1.1.2.3. Usos

El molle ha sido relacionado con el campo medicinal por sus destacadas propiedades terapéuticas como aromáticas, su corteza y resina presentan propiedades cicatrizantes, tónicas y antiespasmódicas, sus hojas en infusión para baños calientes sirven como analgésico antiinflamatorio, sus frutos frescos en infusión sirven para la retención de orina, sus bayas secas han sido empleadas en la sustitución de la pimienta, de igual manera al árbol se lo utiliza en programas de restauración ecológica como en sistemas forestales para formar barreras rompevientos (Robles, 2014, pp.29-31).

1.1.3. Yalomán (Delostoma integrifolium)

1.1.3.1. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Fanerogamae

Clase: Magnoliopsida

Orden: Scrophulariales

Familia: Bignoniaceae

Género: *Delostoma*

Especie: *Delostoma integrifolium* (Loya, 2014, p.3).

1.1.3.2. Caracterización botánica

Altura

La altura que alcanza el árbol de yalomán es de 15 m aproximadamente (Alwyn, 2009, pp.152-154).

Hojas

Hojas simples tipo oblongo elípticas u obovadas de base redondeada a obtusa con un margen entero y nervios desde su base, sus foliolos son de 6 a 16 cm de largo por un ancho de 4 a 10 cm y con un peciolo piloso (Alwyn, 2009, pp.152-154).

Flores

Presenta inflorescencias tipo panícula o racimo terminal que contiene pocas flores vellosas y poco usual bracteadas, colora tubular de tono rojo o rojiza (Alwyn, 2009, pp.152-154).

Frutos

Sus frutos son de tipo cápsula con forma elíptica a ovado elíptica ligeramente granular se observa una valva más larga que otra, de tono negro cuando se encuentra en estado seco (Alwyn, 2009, pp.152-154).

Semilla

Las semillas son delgadas con alas laterales translúcidas de color café que se encuentran rodeando el cuerpo de esta, miden de 1.5 a 2 cm de largo y de 3.2 a 4 cm en el ancho (Alwyn, 2009, pp.152-154).

1.1.3.3. Usos

El yalomán como especie forestal destaca por su uso maderable en construcciones rurales, requerida en el campo ornamental por sus vistosas flores, ha sido empleada para cercas vivas y reforestación en áreas erosionadas por su potencial agroforestal y como medicinal se lo ocupa en las infecciones del oído (Abanoto, 2017, p.4).

1.2. Vivero

1.2.1. ¿Qué es un vivero?

Se considera vivero al conjunto de instalaciones, equipos y prácticas agrícolas que permiten la propagación de plantas que puede tener carácter tipo forestal, frutal u ornamental, lugar permanente en donde los viveristas equilibran diferentes condiciones (factores bióticos y abióticos) para el beneficio y desarrollo óptimo de las plántulas (Sánchez y Wong, 2010, pp.1-2).

1.2.2. Componentes de un vivero forestal

Un vivero forestal requiere de varias herramientas para su funcionamiento algunas de ella son indispensables como el terreno con características favorables, fuentes de agua, recursos económicos, semillas, plántulas, herramientas, mano de obra y otras complementarias como es el caso de bodegas, maquinarias, equipos de seguridad, caminos mismos que van dependiendo si el tipo de vivero es permanente o temporal (Oliva et al., 2014, p.8).

1.3. Métodos de propagación vegetal

Existen básicamente dos alternativas para la propagación de plantas: la sexual mediante la utilización de semillas y el método asexual que requiere de los tejidos vegetales de la planta madre así se potencializa características como la multiplicación o la diferenciación celular para obtener nuevos individuos (Osuna et al., 2016, p.4).

1.3.1. Métodos de siembra

Dentro de los diferentes métodos para sembrar semillas de especies forestales dentro de un vivero se describen los siguientes:

1.3.1.1. Siembra al voleo

La siembra al voleo es una práctica manual o mecánica que consiste en esparcir uniformemente las semillas en la tierra siguiendo el espacio definido del semillero, posteriormente se procede a cubrirlas con distintos agregados como tierra fina, arena u otros que les permiten una mejor distribución (Boschini et al., 2015, p.2).

1.3.1.2. Siembra directa en la funda

Para este método las semillas empleadas suelen tener mayor viabilidad y capacidad germinativa, en el vivero se procede a ubicar las semillas directamente en las fundas haciendo un pequeño hoyo con los dedos y después se las cubre con el mismo sustrato manteniendo una profundidad adecuada (Parra et al., 2001, p.39).

1.4. Prácticas culturales

1.4.1. Riego

Esta acción de la debe realizar mediante un regador fino para que la caída del agua sea ligera así evitamos lavado del sustrato y por consecuencia exposición de la semilla o de su raíz cuando la plántula la ha desarrollado. Después de la siembra se debe regar de manera periódica para ayudar al sustrato a mantener la humedad y asegurar una buena germinación (Oliva et al., 2014, p.16).

1.4.2. Deshierbe

Durante el desarrollo de las semillas en la cama o lugar de siembra es muy común observar la presencia de otras plantas que compiten con las de interés por agua y nutrientes, por ello el deshierbe es una labor muy importante que debe realizarse de manera oportuna (Oliva et al., 2014, p.16).

1.4.3. Enfundado

Para realizar el enfundado se requiere tener listo fundas negras de 4x6 cm dependiendo de la especie y el sustrato que generalmente en vivero se utiliza la mezcla de tierra negra, arena y tierra de bosque porque permite un mejor suministro de aire y agua a la rizósfera. Listos los materiales se procede a llenar cada una de las fundas con sustrato hasta que esté llena y se las ubica ordenadamente en las camas de crecimiento de forma vertical sin mayor ajuste para permitir el paso de agua durante el riego (Carpio, 2014, p.72).

1.4.4. Repique

Cuando las plantas alcanzan un tamaño adecuado que varía entre 3 o 5 cm o su vez han desarrollado al menos cinco hojas verdaderas es necesario trasladarlas a otros recipientes para que sigan desarrollando todas sus estructuras y que su sistema radicular no se vea limitado con ello se espera hasta que hasta que logre un crecimiento óptimo para ser llevada a un lugar definitivo (Carpio, 2014, p.51).

En los viveros comúnmente utilizan fundas de color negro para trasladar cada una de ellas esto les permite conocer también el número total de plantas germinadas cuando se emplea por ejemplo el método de siembra al voleo (Carpio, 2014, p.51)

1.5. Recomendación para la siembra

- Desinfectar el suelo con agua hervida, cal, ceniza o producto natural con el fin de evitar la presencia de plagas o enfermedades.
- Para la distribución de semillas sobre las camas de crecimiento se lo debe hacer de manera uniforme.
- Las semillas se deben proteger con paja para proporcionar calor en las noches, amortiguamiento para el riego y evitar que las aves se alimenten de ellas.
- Es preferible realizar el proceso de trasplante fuera del medio día donde los rayos del sol se encuentran a mayor exposición.
- Al realizar el trasplante a fundas las plantas deben tener una altura adecuada.
- Mantener una humedad óptima (Garbanzo y Coto, 2017, pp.14-16).

1.6. *Trichoderma* spp.

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocreaceae

Género: *Trichoderma*

Especies: *T. hanatum*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum* y otros (Caiza, 2017, pp.7-8).

1.6.1. Generalidades

Las especies pertenecientes al género *Trichoderma* spp. son muy apetecidas por su ubicuidad, versatilidad, rápido crecimiento, facilidad de cultivo y manejo, además de estar presente en la mayoría de los hábitats y suelos se desarrolla fácilmente en estructuras como la corteza, madera o sustratos de igual posee un valor agregado al presentar un efecto antagónico frente a diversos microorganismos fitopatógenos presentes en el entorno edáfico gracias a su capacidad para generar secreciones tóxicas extracelulares que permiten su desintegración y eliminación sin mayor complicación (Vallejo, 2014, pp.4-5).

Trichoderma spp. también presenta resistencia a la mayoría de los productos químicos empleados con naturalidad en el sector agrícola productivo ya que este puede degradar algunos pesticidas de alta resistencia, fungicidas, insecticidas o herbicidas lo que garantiza en cierto porcentaje una

descontaminación de suelos que han sido afectados por el uso indiscriminado de estos agroquímicos (Agamez et al., 2008, pp.24-25).

Con respecto al desarrollo o crecimiento en las plantas con interacción de *Trichoderma* spp. se aportan beneficios en cuanto a la producción de metabolitos estimulantes del proceso de crecimiento vegetal, liberación de algunos nutrientes junto a la posterior descomposición de materia orgánica y su capacidad de colonización en el espacio edáfico liberando fitohormonas que contribuyen a la germinación de la especie forestal (Camargo y Ávila, 2014, p.93).

1.7. *Trichoderma harzianum*

1.7.1. Descripción

Es un hongo filamentoso presente en los suelos con una amplia gama de enzimas hidrolíticas y quinolíticas mismas que le permiten actuar de forma bioestimulante, biofertilizante, simbiótica o antagónica para controlar enfermedades fúngicas en función de sus mecanismos de acción (lisis enzimática, antibiosis, micoparasitismo) interactuando con otros microorganismos y plantas (Gato, 2010, pp.189-190).

Dentro de las especies del género en estudio se sabe que *T. harzianum* no solo se instala y desarrolla en el sistema radículas de las plantas mejorando la productividad del suelo, sino que además la sección de las hifas desarrolladas es capaz de penetrar la capa conocida como epidermis de las raíces lo que genera efectos positivos para un mejor crecimiento y fortalecimiento del sistema inmunológico de la planta (Antunes, 2015, pp.4-5).

1.8. *Trichoderma longibrachiatum*

1.8.1. Descripción

Es un hongo monofilético del género *Trichoderma* más comúnmente registrado en regiones tropicales que en regiones templadas, *T. longibrachiatum* es conocido por su elevada capacidad en su tasa de crecimiento a temperaturas superiores a los 35°C representando una ventaja frente a otras especies y por ello es considerado como potencial agente de control biológico (Moya, 2016, pp.49-50).

T. longibrachiatum destaca por ser capaz de inhibir el crecimiento de otras especies de hongos productoras de cloroanisoles, degrada clorofenoles en cultivos líquidos y presenta muy baja probabilidad de producción de micotoxinas (Feltre, 2008, pp.28-29).

1.9. Mecanismos de acción de *Trichoderma* spp.

Gracias a la variedad de especies pertenecientes al género de *Trichoderma* y a su versatilidad son conocidos ampliamente por ejercer mecanismos de acción junto a un efecto antimicrobiano sobre los hongos fitopatógenos, acciones que desencadenan en competencia por elementos vitales, micoparasitismo, antibiosis, entre otros (Hernández et al., 2013, pp.2-3).

Por otra parte, *Trichoderma* presenta la capacidad de crear relaciones simbióticas entre el hongo y la raíz del ejemplar arbóreo en donde se contribuye a la estimulación de respuestas de defensa vegetal mediante la síntesis o la inducción de determinadas enzimas otros (Hernández et al., 2013, pp.2-3).

1.9.1. Principales mecanismos de acción de *Trichoderma* spp.

1.9.1.1. Competencia directa

Trichoderma spp. al presentar plasticidad ecológica por encontrarse naturalmente en una gran variedad de suelos tanto agrícolas como forestales tiene una tasa de crecimiento rápida por lo que ejerce competencia directa frente a otros microorganismos edáficos evitando su proliferación. Acción caracterizada por un comportamiento desigual de dos o más organismo en donde uno de ellos reduce la cantidad de espacio disponible para los demás frente a un requerimiento nutricional (microelementos, azúcares, polisacáridos) o por sustratos (Infante et al., 2009, p.16).

1.9.1.2. Antibiosis

En la antibiosis *Trichoderma* spp. como mecanismo de ataque produce metabolitos secundarios como compuestos volátiles, no volátiles, solubles en agua y peptaboloideos con actividad microbiana en función de la supervivencia y desarrollo del hongo (Infante et al., 2009, p.18).

1.9.1.3. Micoparasitismo

El micoparasitismo es un proceso en donde el hongo secreta ciertas enzimas extracelulares como quitinasas, celulasas que son útiles para hidrolizar la pared celular del hongo que parasita, con ello se logra desorganizar las funciones vitales del citoplasma y crear una retracción de la membrana plasmática (Hernández et al., 2019, pp.99-100).

1.10. Producción de metabolitos secundarios: enzimas y otros subproductos

Trichoderma spp. aparte de su gran aporte ecológico también posee una importancia en el campo industrial ya que puede producir metabolitos secundarios como auxinas o giberelinas, sintetiza la celulosa y libera enzimas para continuar con determinados procesos celulares, siendo así una fuente práctica que permite brindar una solución amigable al ambiente (Hernández et al., 2019, pp.100-101).

1.11. Efecto de *Trichoderma* spp. en el desarrollo y crecimiento de especies leñosas.

Muchas de las especies de hongos pertenecientes al género de *Trichoderma* spp. están asociadas de manera externa mediante las raíces de la planta o endófitamente que indica en el interior, por ello tiene la capacidad de promover el desarrollo y crecimiento de una especie vegetal mediante la producción de metabolitos como auxinas y giberelinas, también pueden disminuir el pH del suelo por medio de la producción de ácidos orgánicos como el ácido cítrico, glucónico y fumárico en donde se solubiliza elementos o compuesto químicos importantes para la planta como el hierro, manganeso o fosfatos (Hernández et al., 2019, p.99).

Para la incorporación de materia orgánica a la planta el hongo fúngico toma nutrientes de los hongos que ha parasitado y de otros materiales orgánicos ayudando así al proceso de descomposición para su posterior absorción, esta acción se lo puede traducir como un incremento en la productividad por su notorio aumento en el sistema radicular y foliar (Hernández et al., 2019, p.94).

En el periodo de la interacción entre el *Trichoderma* y la planta, el hongo provee de cierta resistencia al estrés generado por factores nutricionales como abióticos mediante la regulación de niveles hormonales que favorecen al crecimiento de las estructuras vegetales (Morán, 2008, p.176).

CAPÍTULO II

1. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. Localización y caracterización del lugar de estudio

2.1.1.1. Localización

Se realizó la investigación en el vivero ornamental y forestal “Las Palmeras”, localizado en la parroquia Pifo, cantón Quito, provincia de Pichincha.

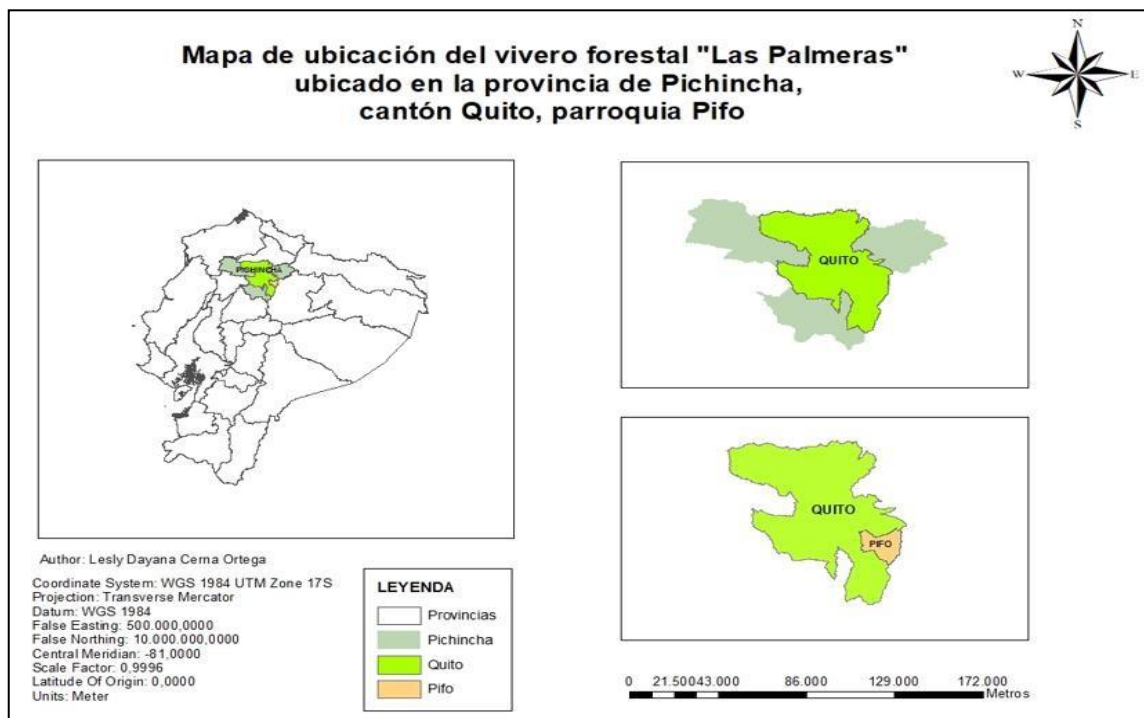


Figura 1-2. Mapa ubicación del vivero "Las Palmeras"

Realizado por: Cerna, L. 2021

2.1.1.2. Ubicación geográfica

Altitud: 3200 msnm

Coordenadas UTM

X: -0,248683

Y: -78,32572

2.1.2.3. Características climatológicas

Temperatura media: 16°C

Precipitación media anual: 1 953 mm

Humedad relativa: 85 %

2.1.2. Materiales y equipos

2.1.2.1. Materiales de campo

- Libreta de campo, lápiz, borrador, fundas negras plásticas, paja, regadera, cámara fotográfica, mochila.

2.1.2.2. Equipos y materiales de laboratorio

- Autoclave, cámara de flujo laminar, estereoscopio, balanza digitalizada, incubadora, mechero de bunsen, adaptador cámara fotográfica a microscopio, cámara de esporulación, envases plásticos, porta y cubre objetos, cajas petri, tamiz, pipetas, probeta, tubos de ensayo, vasos de precipitación, parafilm.

2.1.2.3. Reactivos e insumos

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

2.1.2.4. Especies fúngicas y forestales de interés

- Tres especies forestales (*Inga edulis*, *Schinus molle* y *Delostoma integrifolium*)
- Aislados fúngicos de *Trichoderma harzianum* cepa 1 (muestra de suelo); *Trichoderma harzianum* cepa 2 (muestra de raíz) y *Trichoderma longibrachiatum* cepa 1 (muestra de suelo); *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 (muestra de foliolo).

2.1.2.5. Materiales y equipos de oficina

- Laptop HP, hojas papel bond, lápiz, borrador, separadores, impresora HP, libreta, lápiz.

2.2. Metodología

2.2.1. Tipo de investigación

El estudio realizado fue de tipo experimental y consistió en la aplicación de 2 cepas por especie de *Trichoderma* y agua destilada a 3 especies forestales con un total 240 unidades experimentales distribuidas en 4 bloques a nivel de vivero a fin de evaluar que tratamiento impulsó más el desarrollo y crecimiento del material vegetal empleado.

2.2.2. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar factorial (D.B.C.A.):

Tabla 1-2: Diseño experimental factorial tipo DBCA

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETO AL AZAR (DBCA)	
FACTORIAL	
Número de bloques	4
Factor A	Especies forestales guaba (<i>Inga edulis</i>), molle (<i>Schinus molle</i>) y yalomán (<i>Delostoma integrifolium</i>)
Factor B	Especies de <i>Trichoderma</i> spp. <i>T. harzianum</i> y <i>T. longibrachiatum</i>
Factor C	Cepas de <i>Trichoderma</i> spp. <i>T. harzianum</i> cepa 1 y 2 <i>T. longibrachiatum</i> cepa 1 y 2
Separación de medias	Test de Tukey al 5%

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

2.2.3. Tratamientos

El número de repeticiones fue de 4 por cada uno de los tratamientos.

Tabla 2-2: Código de tratamiento y su significado

No. TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN DE CADA TRATAMIENTO
T1	<i>Inga edulis</i> * <i>T. harzianum</i> cepa 1
T2	<i>Inga edulis</i> * <i>T. harzianum</i> cepa 2
T3	<i>Inga edulis</i> * <i>T. longibrachiatum</i> cepa 1
T4	<i>Inga edulis</i> * <i>T. longibrachiatum</i> cepa 2
T5	<i>Inga edulis</i> * Control (agua destilada)
T6	<i>Schinus molle</i> * <i>T. harzianum</i> cepa 1
T7	<i>Schinus molle</i> * <i>T. harzianum</i> cepa 2
T8	<i>Schinus molle</i> * <i>T. longibrachiatum</i> cepa 1
T9	<i>Schinus molle</i> * <i>T. longibrachiatum</i> cepa 2
T10	<i>Schinus molle</i> * Control (agua destilada)
T11	<i>Delostoma integrifolium</i> * <i>T. harzianum</i> cepa 1
T12	<i>Delostoma integrifolium</i> * <i>T. harzianum</i> cepa 2
T13	<i>Delostoma integrifolium</i> * <i>T. longibrachiatum</i> cepa 1
T14	<i>Delostoma integrifolium</i> * <i>T. longibrachiatum</i> cepa 2
T15	<i>Delostoma integrifolium</i> * Control (agua destilada)

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

2.2.4. Variables por evaluar

2.2.4.1. Altura de la planta

Se tomó la altura de los 240 ejemplares desde la base del tallo hasta el ápice de la planta a los 15, 30, 45, 60 y 75 días posteriores a la aplicación de *Trichoderma* y agua destilada.

2.2.4.2. Diámetro del tallo a la altura del cuello (DAC)

Se tomó el DAC de cada unidad experimental a los 15, 30, 45, 60 y 75 días posteriores a la aplicación de *Trichoderma* y agua destilada.

2.2.4.3. Hojas verdaderas

Se registró el número de hojas verdaderas de dos plantas por unidad experimental a los 75 días.

2.2.4.4. Longitud de la raíz

Se midió la longitud radicular de dos unidades experimentales por tratamiento a los 75 días.

2.2.4.5. Masa fresca

Para el pesaje fresco se trasladó 2 ejemplares por unidad experimental de cada uno de los tratamientos al laboratorio de la ESPOCH ya etiquetadas, se registró y pesó las unidades experimentales en la balanza analítica a los 75 días.

2.2.4.6. Masa seca foliar y radicular

Se tomó cada sección y se colocó en una estufa marca J.P.SELECTA a 60° Celsius por 48 horas, posteriormente se pesó en la balanza y se registró los datos.

2.2.4.7. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Se calculó el ICD porque nos permite conocer las plantas que presentan mayor y menor calidad mediante la combinación de parámetros morfológicos de longitud y peso (Mendoza et al., 2016, p.49).

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$ICD = \frac{Masa\ seca\ total\ (g)}{\frac{Altura\ (cm)}{Dímetro\ (mm)} + \frac{Masa\ seca\ parte\ aérea\ (g)}{Peso\ seco\ raíz\ (g)}}$$

Se comparará el IDC de cada uno de los tratamientos con el ICD del tratamiento control.

2.2.5. Fase de campo

2.2.5.1. Preparación del terreno

Para establecer el diseño experimental en campo se limpió el espacio de terreno asignado en el vivero con una pala recogiendo todo el material vegetal seco propio del lugar.

2.2.5.2. Establecimiento del diseño experimental

Una vez que el espacio estuvo preparado se procedió a etiquetar cada una de las unidades experimentales con el código correspondiente para ubicarlas según el diseño de cada bloque y finalmente se tendió una cuerda por bloque para diferenciarlos.

2.2.6. Labores culturales

2.2.6.1. Inoculación de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma longibrachiatum* y agua

Se aplicó 50 mL de la suspensión del *Trichoderma* a una concentración de 1×10^6 propágulos por mL y 50 mL agua por planta en las tres especies forestales de estudio a los 20, 40 y 60 días.

2.2.6.2. Deshierbe

Se realizó esta labor en cada visita para evitar la presencia de otros organismos en los ejemplares forestales como en el lugar de estudio.

2.2.7. Fase del laboratorio

2.2.7.1. Preparación de los inóculos de *T. harzianum* y *T. longibrachiatum*

El primer paso fue repicar en un medio de cultivo (PDA) cada una de las especies de *Trichoderma* para lograr una propagación adecuada que ocurrió después de 15 días aproximadamente, después del tiempo transcurrido se procedió a tomar las esporas con ayuda de un cepillo para ubicarlas en un matraz Erlenmeyer de capacidad para 1 L de agua destilada en donde se ubicaron las esporas tomadas correspondientes a cada cepa del *T. harzianum* y *T. longibrachiatum*. Estos inóculos fueron ajustados a una concentración de 1×10^6 propágulos por mL con la ayuda de una cámara de Neubauer.

Las cepas de *Trichoderma* utilizadas pertenecen al proyecto “Estudio de *Trichoderma* spp. en viveros forestales en la provincia de Chimborazo y Suelos Agrícolas en Santa Cruz, Islas Galápagos”.

Tabla 3-2: Información de las cepas de *T. harzianum* y *T. longibrachiatum*

CÓDIGO ORIGINAL	CÓDIGO DE ENSAYO	RESPONSABLE DE RECOLECCIÓN	AÑO	TIPO DE MUESTRA	LUGAR DE LA MUESTRA
MTST2R1 (1)	TH1	María Toaquiza	2019	suelo	Vivero forestal ESPOCH
P3B	TH2	Juan Guerra	2019	fracción radicular	Fragmento de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)
MTST2R3 (1)	TL1	María Toaquiza	2019	suelo	Vivero forestal ESPOCH
H329	TL2	Camila Uvidida	2020	Foliolo	Fragmento de Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

2.2.8. Análisis estadístico

Ya obtenidos todos los datos de las variables de estudio se precedió a tabularlos, procesarlos y finalmente hacer el respectivo análisis mediante el software “R.versión 4.1.1” de acuerdo con el diseño propuesto siguiendo una estadística descriptiva e inferencial con el fin de determinar la varianza significativa entre tratamiento, obteniendo resultados en diagramas de cajas (boxplot) para su mejor visualización y comprensión

CAPÍTULO III

2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Resultados de las variables a evaluar

3.1.1. Altura a los 15, 30, 45, 60 y 75 días

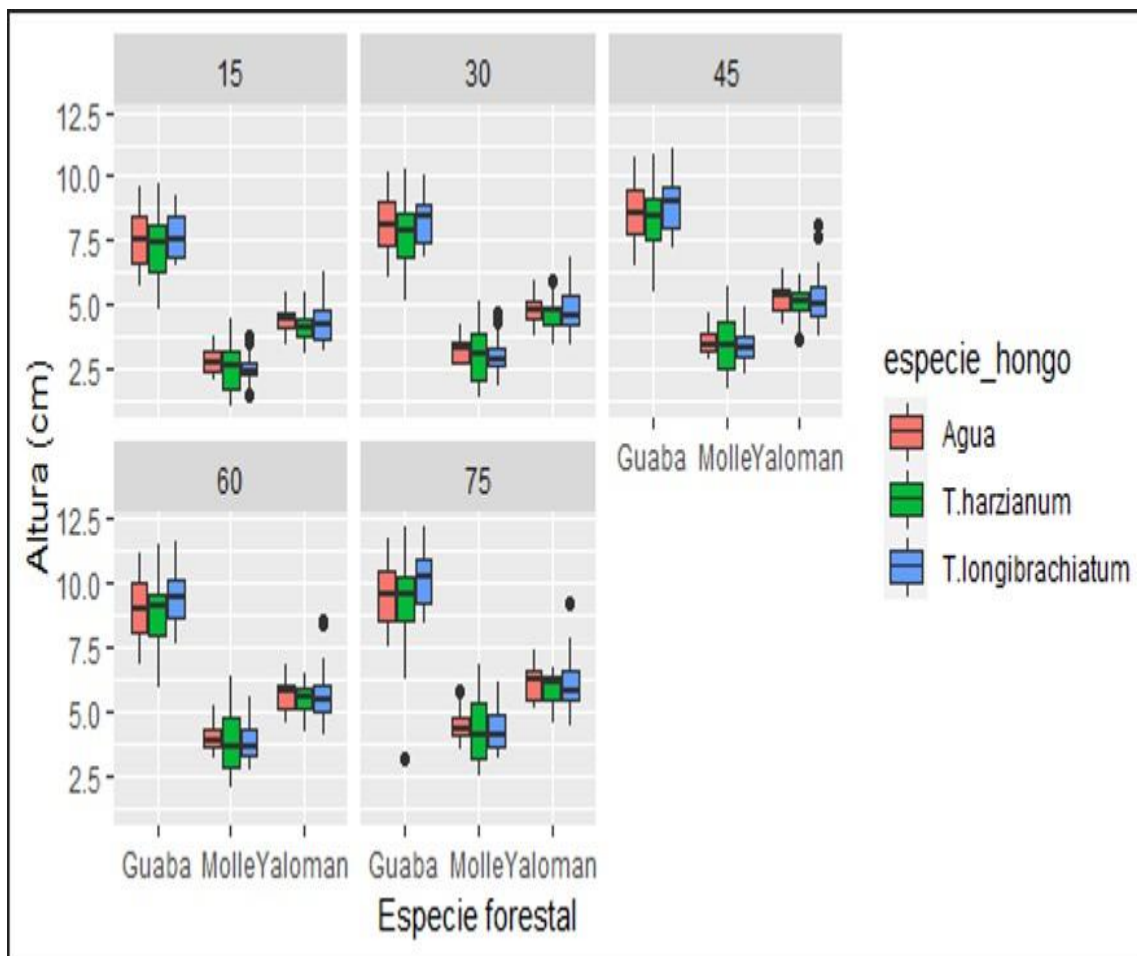


Gráfico 1-3. Diagrama de caja y bigote en variable altura

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

De acuerdo con el Gráfico1-3 se observó que en los tiempos correspondientes a 15, 30, 45 y 60 días no se evidenció un efecto claro en la variable altura por parte de los tratamientos.

Para conocer cuál de las cepas aplicadas por *Trichoderma* tuvo mayor incidencia en la variable altura de las especies forestales se realizó un boxplot a los 75 días.

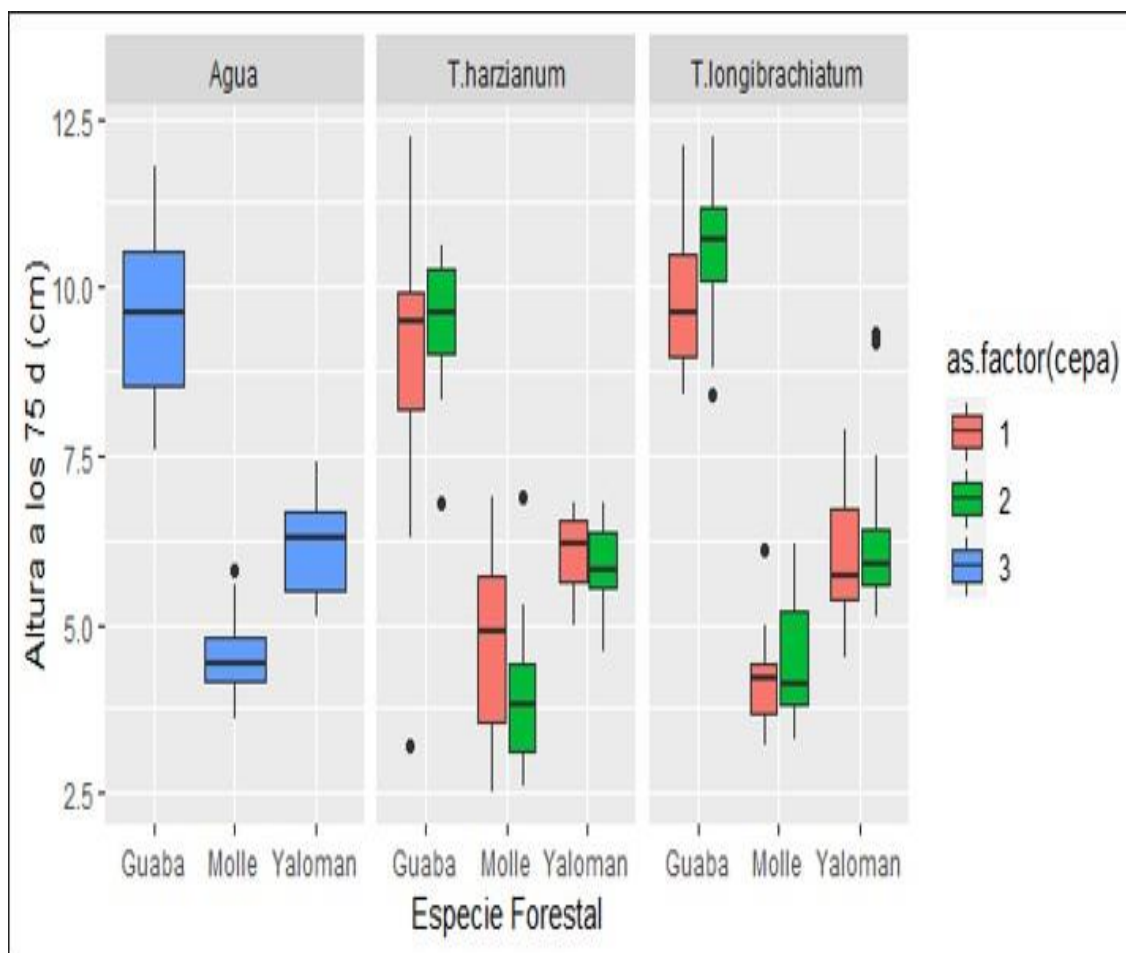


Gráfico 2-3. Diagrama de caja y bigote en variable altura por cepas

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que *T. Harzianum* cepa 1 en molle presentó un mejor comportamiento mientras que en guaba y yalomán no tuvieron efecto. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 2 en guaba evidenció mejor comportamiento a diferencia de molle y yalomán en donde no existió efecto de las diferentes cepas (Gráfico 2-3).

Según el análisis de varianza para la variable altura a los 75 días (Anexo F) existió un valor estadísticamente significativo menor a 2×10^{-16} solo para el factor “especie forestal” mientras que, para las demás fuentes de variación no existió significancia estadística. La prueba de Tukey al 5% nos mostró 6 grupos, la especie forestal y el tratamiento que mayor altura alcanzó fue Guaba con *T. longibrachiatum* cepa 2 con 10,59 cm por otro lado la especie forestal y tratamiento que menor altura mostró fue Molle con *T.harzianum* cepa 2 con 3.84 cm (Tabla 1-3).

Tabla 1-3: Test de Tukey al 5% en la variable altura a los 75 días

Especie forestal	<i>Trichoderma cepa</i>	Promedio (cm)	Grupo
Guaba	<i>T. longibrachiatum 2</i>	10,59	a ¹
Guaba	<i>T. longibrachiatum 1</i>	9,79	a ¹
Guaba	Control (Agua)	9,71	a ¹
Guaba	<i>T. harzianum 2</i>	9,47	a ¹
Guaba	<i>T. harzianum 1</i>	9,13	a ¹
Yalomán	<i>T. longibrachiatum 2</i>	6,32	b ¹
Yalomán	Control (Agua)	6,22	bc
Yalomán	<i>T. harzianum 1</i>	6,15	bc
Yalomán	<i>T. longibrachiatum 1</i>	5,97	bcd
Yalomán	<i>T. harzianum 2</i>	5,79	bcde
Molle	Control (Agua)	4,57	cdef
Molle	<i>T. harzianum 1</i>	4,53	cdef
Molle	<i>T. longibrachiatum 2</i>	4,37	def
Molle	<i>T. longibrachiatum 1</i>	4,09	ef
Molle	<i>T. harzianum 2</i>	3,85	f ¹

¹ Promedios seguidos de letras iguales no muestran una diferencia significativa del Test de Tukey.

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021

3.1.2. Dac a los 15, 30, 45, 60 y 75 días

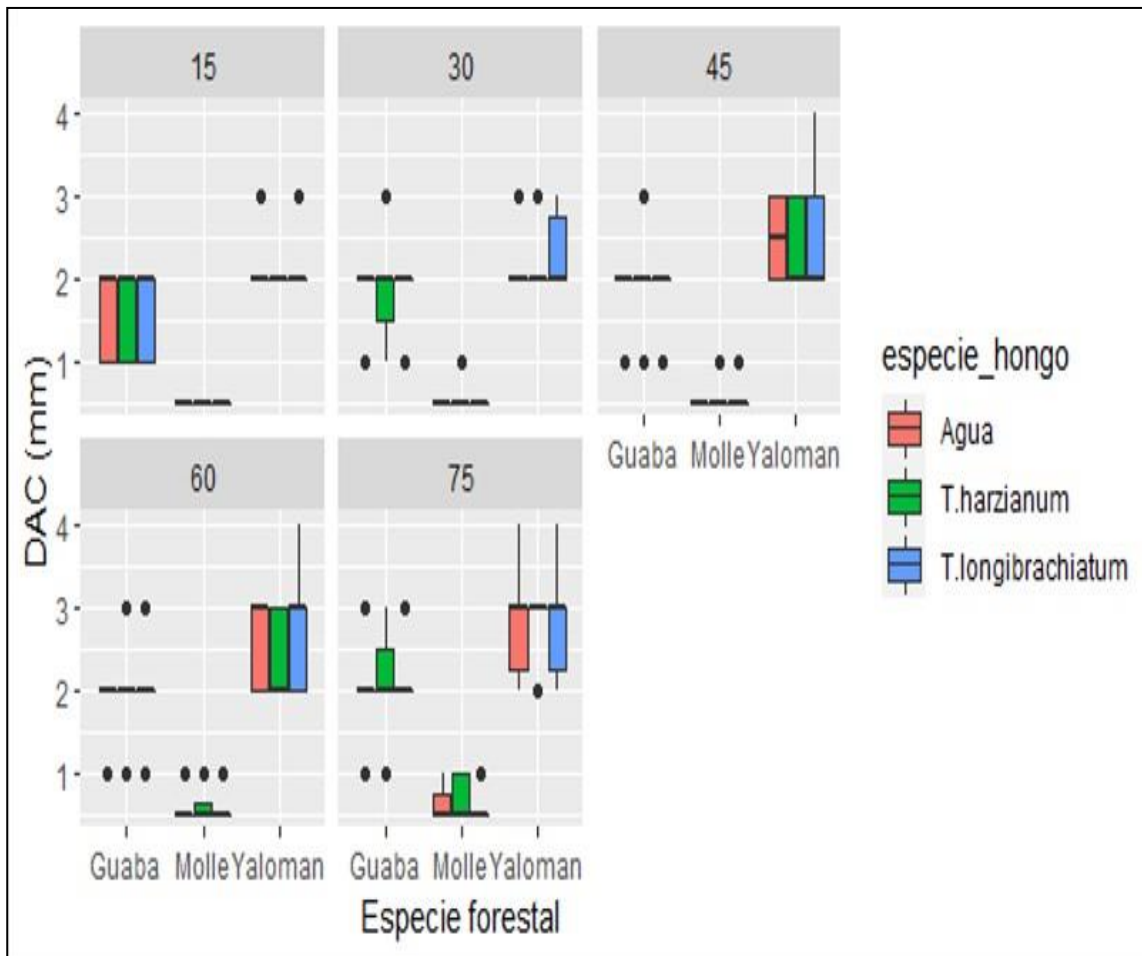


Gráfico 3-3. Diagrama de caja y bigote en variable DAC

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

De acuerdo con el Gráfico 3-3 se observó que en los tiempos correspondientes a 15, 30, 45 y 60 días no se evidenció un efecto claro en la variable DAC por parte de los tratamientos.

Para conocer cuál de las cepas aplicadas por *Trichoderma* tuvo mayor incidencia en la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las especies forestales se realizó un boxplot a los 75 días.

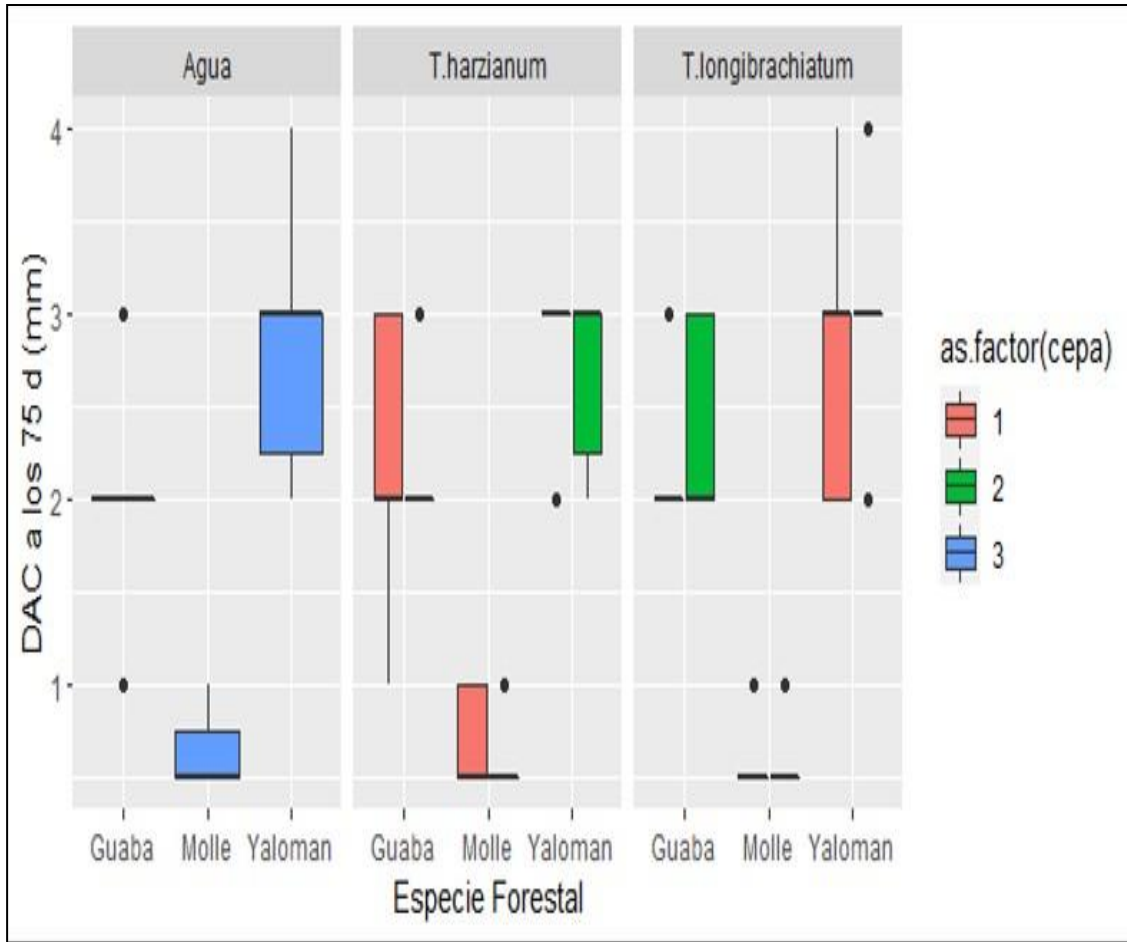


Gráfico 4-3. Diagrama de caja y bigote en variable DAC por cepas

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que, para las cepas 1 y 2 correspondientes a *T. harzianum* como para las cepas 1 y 2 correspondientes a *T. longibrachiatum* en relación de las especies forestales guaba, molle y yalomán no se apreció mayor comportamiento (Gráfica 4-3).

El análisis de varianza reflejó que el diámetro a la altura del cuello a los 75 días (Anexo F) para la variable especie forestal existió un valor estadísticamente significativo menor a 2×10^{-16} solo para el factor “especie forestal” mientras que, para las demás fuentes de variación no existió diferencia estadística. La prueba de Tukey al 5% nos mostró 7 grupos, la especie forestal y el tratamiento que mayor dac alcanzó fue Yalomán con *T. harzianum* cepa 1 con 2,93 mm por otro lado la especie forestal y tratamiento que menos dac mostró fue Molle con *T. longibrachiatum* cepa 2 con 0,58 mm (Tabla 2-3).

Tabla 2-3: Test de Tukey al 5% en la variable DAC a los 75 días

Especie forestal	<i>Trichoderma cepa</i>	Promedio (mm)	Grupo
Yalomán	<i>T. harzianum</i> 1	2,93	a ¹
Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> 2	2,90	ab
Yalomán	Control (Agua)	2,81	abc
Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> 1	2,75	abcd
Yalomán	<i>T. harzianum</i> 2	2,69	abcde
Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> 2	2,31	bcdef
Guaba	<i>T. harzianum</i> 1	2,25	cdef
Guaba	<i>T. harzianum</i> 2	2,17	def
Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> 1	2,13	ef
Guaba	Agua	2,06	f ¹
Molle	<i>T. harzianum</i> 1	0,69	g ¹
Molle	Control (Agua)	0,65	g ¹
Molle	<i>T. harzianum</i> 2	0,59	g ¹
Molle	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,59	g ¹
Molle	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,58	g ¹

¹ Promedios seguidos de letras iguales no muestran una diferencia significativa del Test de Tukey.

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

3.1.3. Número de hojas verdaderas a los 75 días

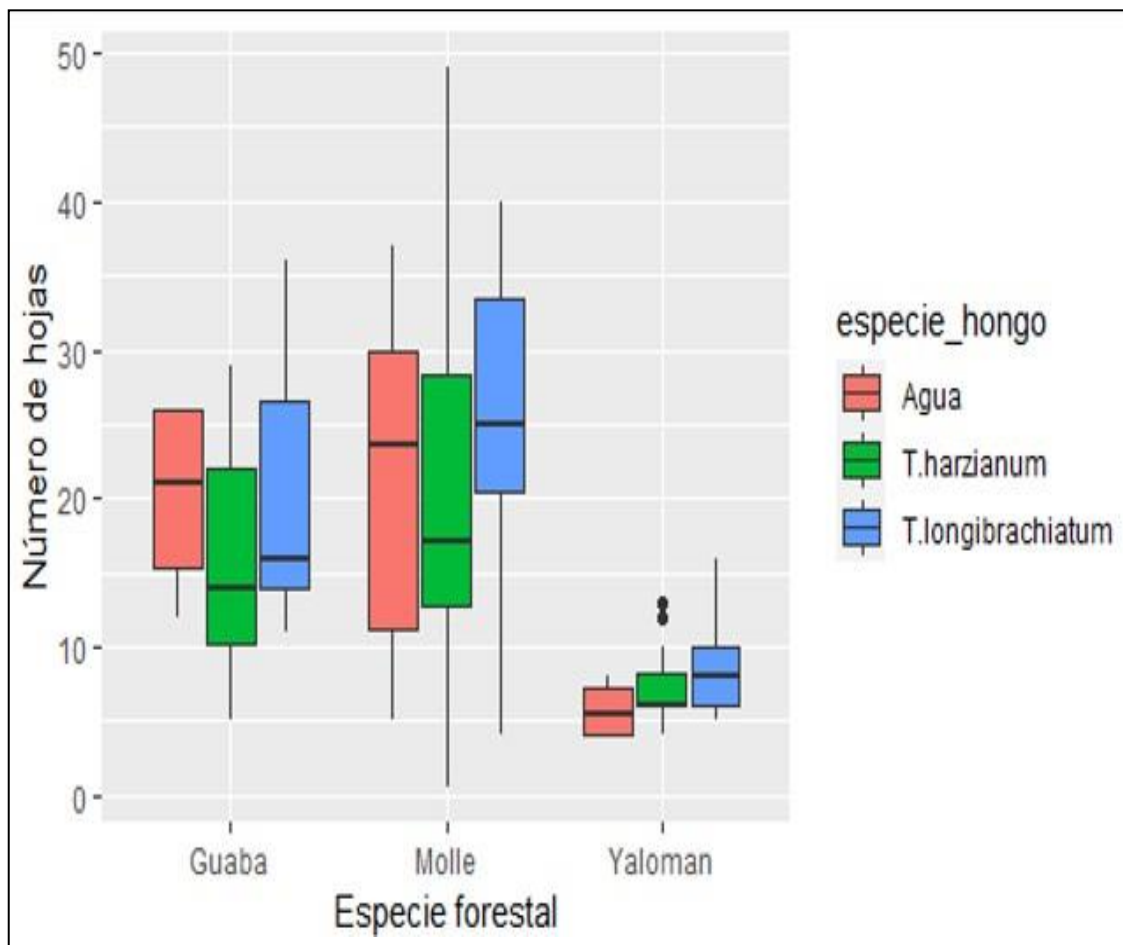


Gráfico 5-3. Diagrama de caja y bigote en variable hojas verdaderas

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

A los 75 días, las plantas de molle tratadas con *T. longibrachiatum* registraron una media en el número de hojas de 25 ± 10.68 , siguiendo con yalomán tratado con *T. longibrachiatum* que registró una media de 8 ± 3.32 mientras que en guaba no se observó efectos por tratamiento (Gráfico 5-3).

Para conocer cuál de las cepas aplicadas por *Trichoderma* tuvo mayor incidencia en la variable número de hojas verdaderas de las especies forestales se realizó un boxplot a los 75 días.

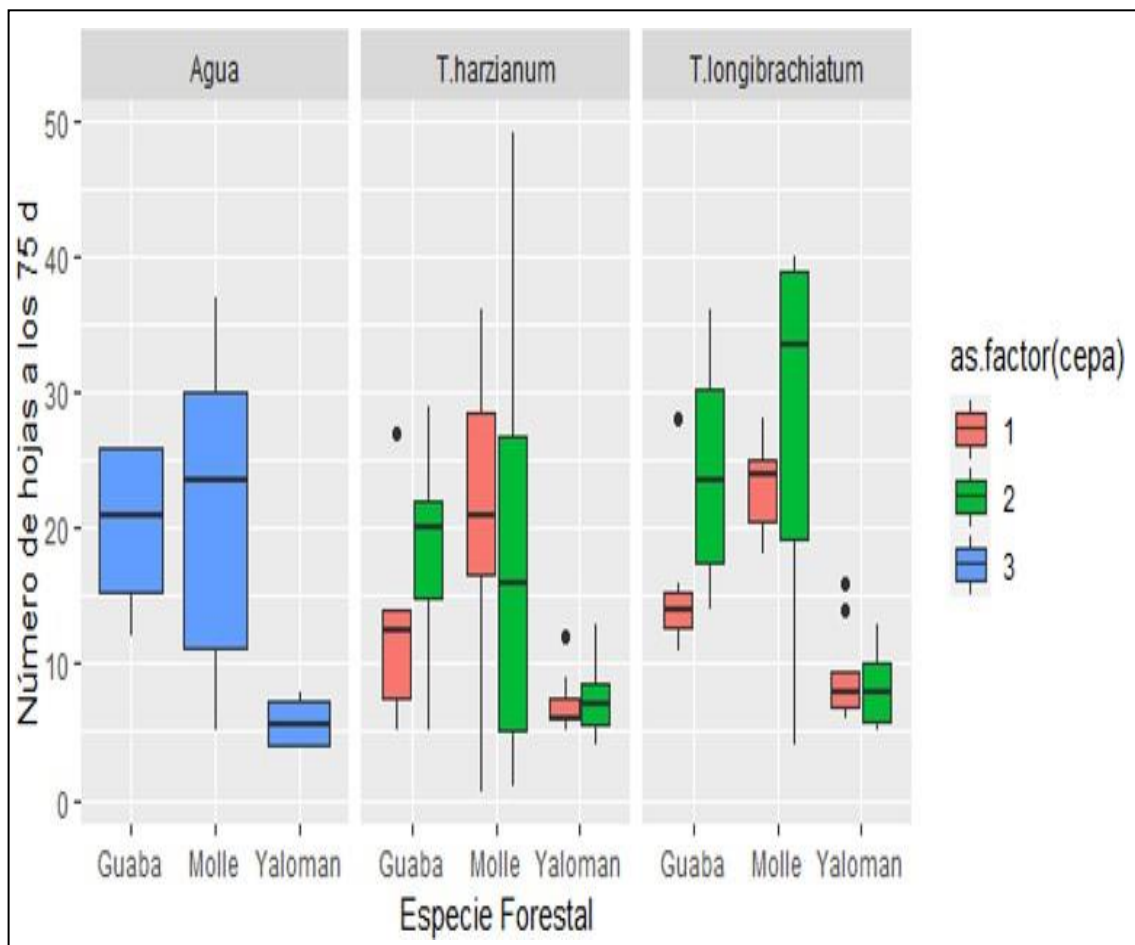


Gráfico 6-3. Diagrama de caja y bigote en variable hojas verdaderas por cepas

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que la cepa 2 de *T. harzianum* reflejó mejor comportamiento para guaba, en cuanto a molle la cepa 1 brindó mejores resultados y en yalomán no tuvo mayor efecto. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 2 evidenció mejores resultados para guaba y molle pero en el caso de yalomán las cepas no mostraron algún efecto (Gráfico 6-3).

Según el análisis de varianza correspondiente al número de hojas (Anexo F) existió significancia solo para el factor “especie forestal” con un valor de 8.16×10^{-07} mientras que, para las demás fuentes de variación no existió diferencia significativa. La prueba de Tukey al 5% nos mostró 2 grupos, la especie forestal y el tratamiento que mayor hojas verdaderas alcanzó fue Molle con *T. longibrachiatum* cepa 2 con 27 por otro lado la especie forestal y tratamiento que menos número de hojas mostró fue Yalomán con control (agua) con 5 (Tabla 3-3).

Tabla 3-3: Test de Tukey al 5% en la variable número de hojas verdaderas a los 75 días

Especie forestal	<i>Trichoderma cepa</i>	Promedio	Grupo
Molle	<i>T. longibrachiatum 2</i>	27	a ¹
Guaba	<i>T. longibrachiatum 2</i>	24	a ¹
Molle	<i>T. longibrachiatum 1</i>	23	a ¹
Molle	Control (Agua)	21	a ¹
Molle	<i>T. harzianum 1</i>	21	a ¹
Guaba	Control (Agua)	20	ab
Guaba	<i>T. harzianum 2</i>	18	ab
Molle	<i>T. harzianum 2</i>	18	ab
Guaba	<i>T. longibrachiatum 1</i>	15	ab
Guaba	<i>T. harzianum 1</i>	12	ab
Yalomán	<i>T. longibrachiatum 1</i>	9	b ¹
Yalomán	<i>T. longibrachiatum 2</i>	8	b ¹
Yalomán	<i>T. harzianum 1</i>	7	b ¹
Yalomán	<i>T. harzianum 2</i>	7	b ¹
Yalomán	Control (Agua)	5	b ¹

¹ Promedios seguidos de letras iguales no muestran una diferencia significativa del Test de Tukey.

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021

3.1.4. Longitud radicular a los 75 días

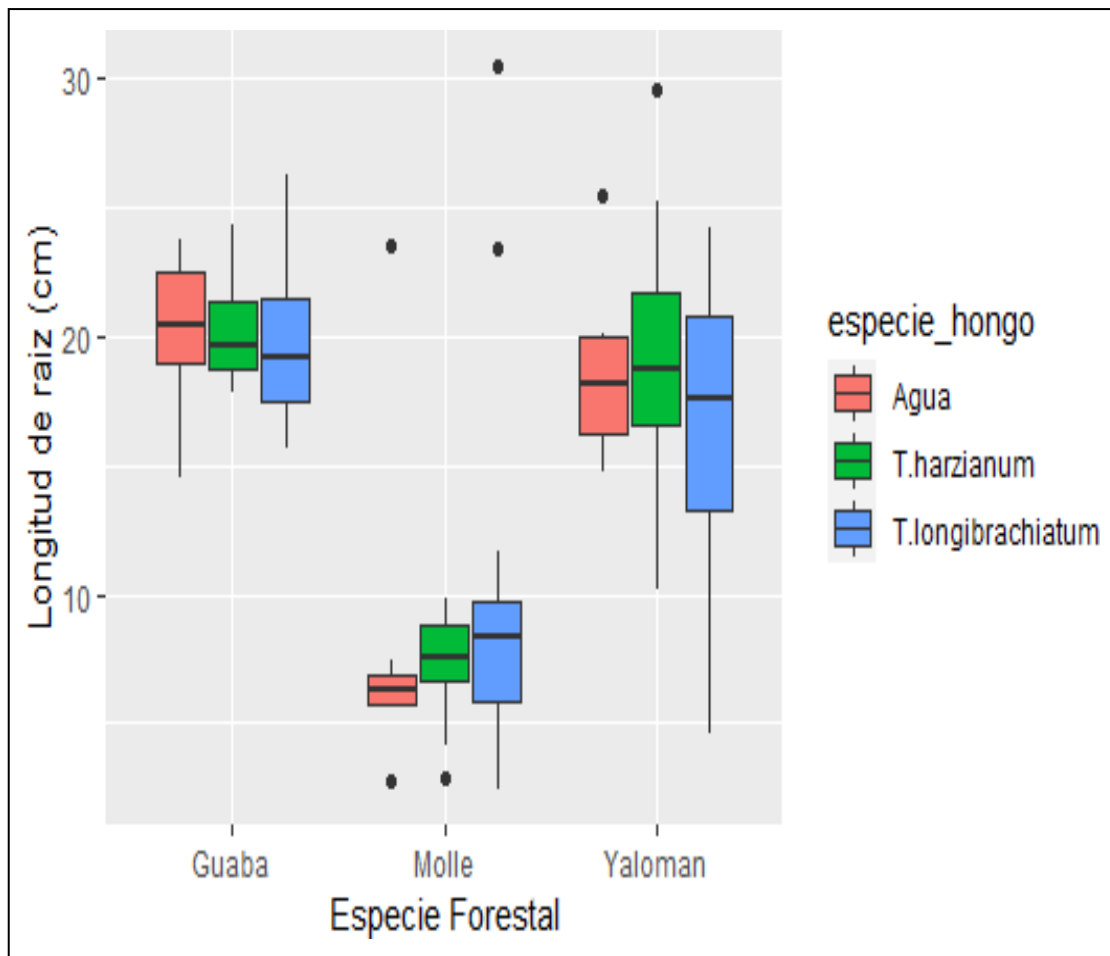


Gráfico 7-3. Diagrama de caja y bigote en variable longitud radicular

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

A los 75 días, las plantas de yalomán inoculadas con *T. harzianum* registraron una longitud radicular media de 19.04 cm \pm 4.97, siguiendo con las plántulas de molle inoculadas con *T. longibrachiatum* que registraron una media de 10.00 cm \pm 7.40 mientras que en la especie guaba no se observó efectos por tratamiento (Gráfica 7-3).

Para conocer cuál de las cepas aplicadas por *Trichoderma* tuvo mayor incidencia en la variable longitud radicular de las especies forestales se realizó un boxplot a los 75 días.

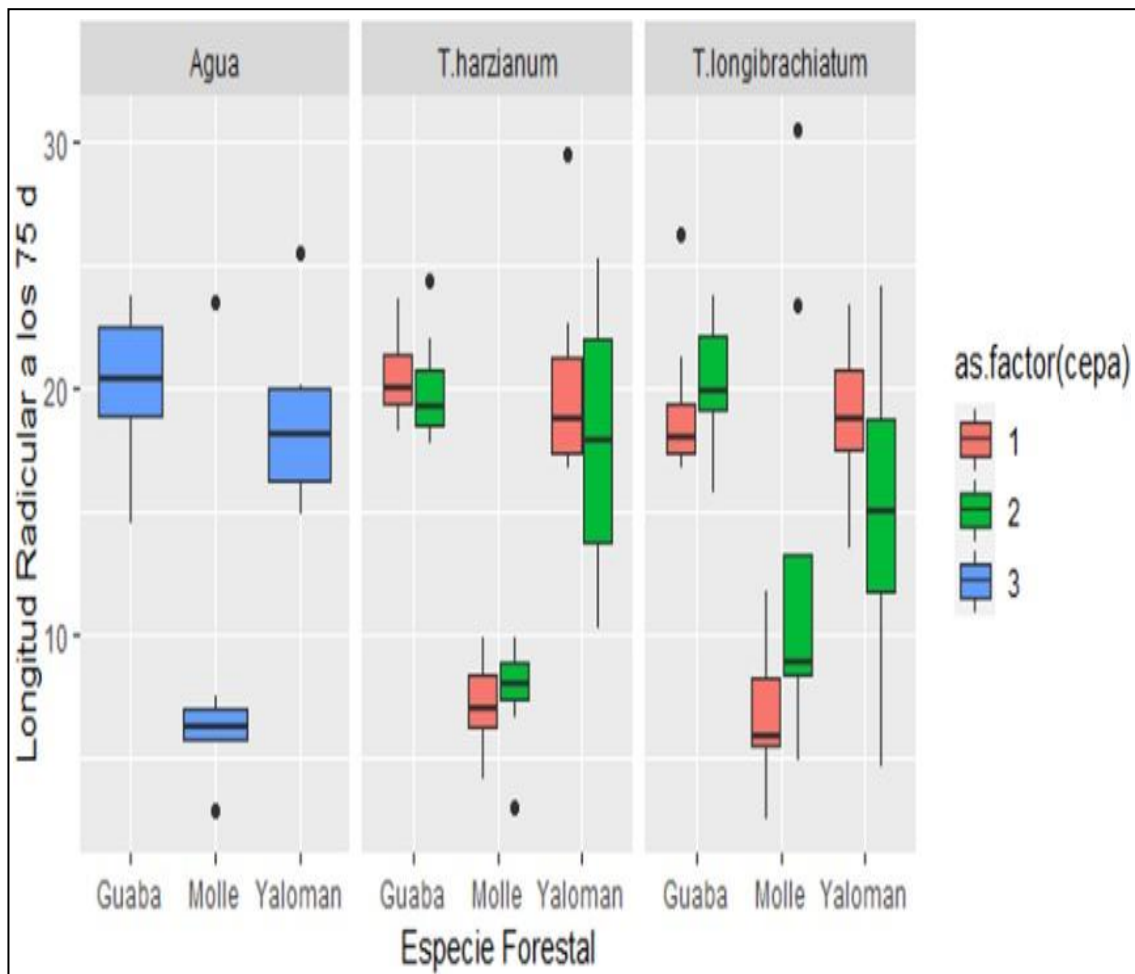


Gráfico 8-3. Diagrama de caja y bigote en variable longitud radicular por cepas

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que, para las cepas 1 y 2 de *T. harzianum* en relación con guaba, molle y yalomán no existió diferencia representativa entre cepas. En *T. longibrachiatum* para guaba las cepas no presentaron efecto, sin embargo en el caso de molle la cepa 2 y yalomán con la cepa 1 mostraron mejor comportamiento (Gráfico 8-3).

Según el análisis de varianza en la variable longitud radicular a los 75 días (Anexo F) existió un valor estadísticamente significativo de 3.35×10^{-14} solo para el factor “especie forestal” mientras que, para las demás fuentes de variación no existió diferencia significativa. La prueba de Tukey al 5% nos mostró 2 grupos, la especie forestal y el tratamiento que mayor longitud radicular alcanzó fue Guaba con *T. harzianum* cepa 1 con 20,40 cm por otro lado la especie forestal y tratamiento que menos número de hojas mostró fue Molle con *T. harzianum* con 7,10 cm (Tabla 4-3).

Tabla 4-3: Test de Tukey al 5% en la variable longitud radicular a los 75 días

Especie forestal	<i>Trichoderma cepa</i>	Promedio (cm)	Grupo
Guaba	<i>T. harzianum</i> 1	20,40	a ¹
Guaba	Control (Agua)	20,3	a ¹
Yalomán	<i>T. harzianum</i> 1	20,21	a ¹
Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> 2	20,14	a ¹
Guaba	<i>T. harzianum</i> 2	19,96	a ¹
Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> 1	19,23	a ¹
Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> 1	18,99	a ¹
Yalomán	Control (Agua)	18,56	a ¹
Yalomán	<i>T. harzianum</i> 2	17,87	a ¹
Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> 2	15,26	ab
Molle	<i>T. longibrachiatum</i> 2	12,83	ab
Molle	Control (Agua)	8,05	b ¹
Molle	<i>T. harzianum</i> 2	7,60	b ¹
Molle	<i>T. longibrachiatum</i> 1	7,12	b ¹
Molle	<i>T. harzianum</i> 1	7,10	b ¹

¹ Promedios seguidos de letras iguales no muestran una diferencia significativa del Test de Tukey.

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

3.1.5. Peso Fresco a los 75 días

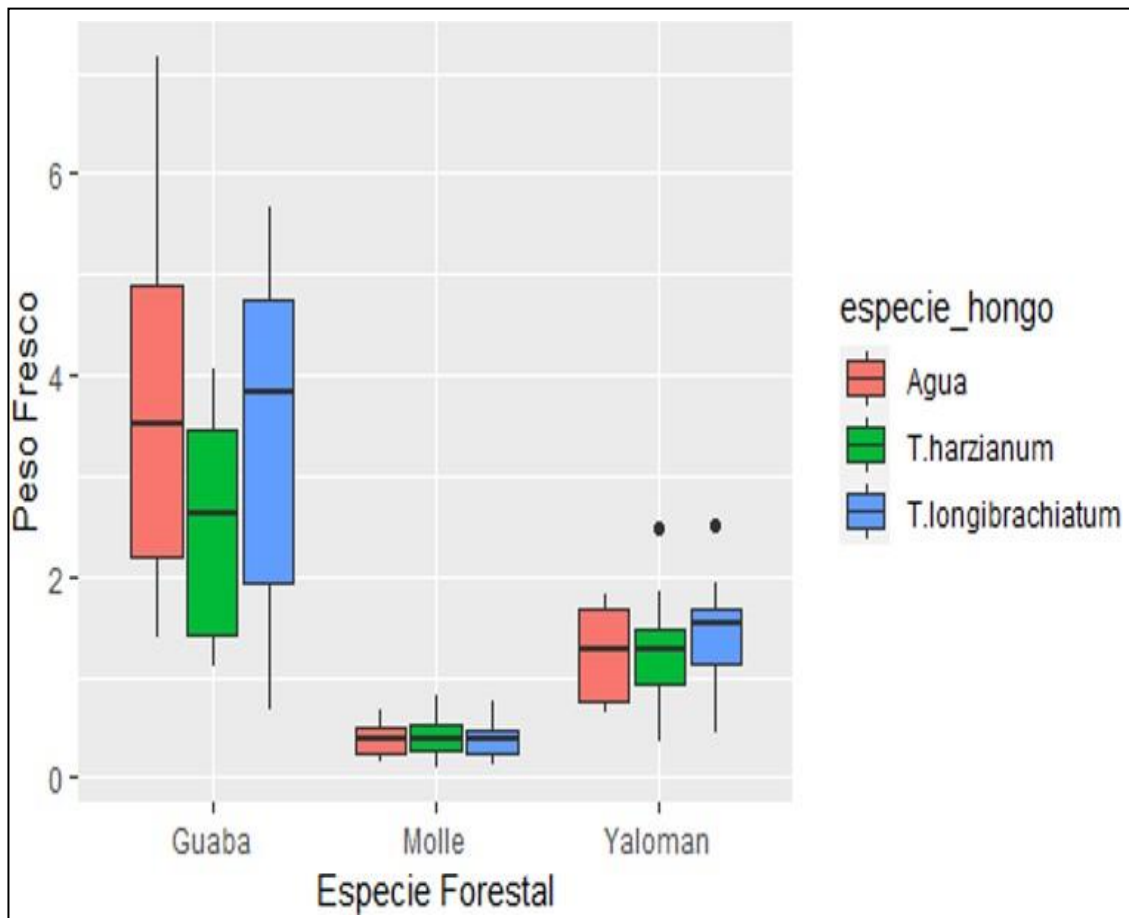


Gráfico 9-3. Diagrama de caja y bigote en variable peso fresco

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

A los 75 días, las plantas de yalomán inoculadas con *T. longibrachiatum* registraron una media del peso fresco de $1.41 \text{ g} \pm 0.52$ siendo el más alto valor siguiendo con las plántulas de molle inoculadas con *T. longibrachiatum* que registraron una media de $0.40 \text{ g} \pm 0.19$ mientras que en la especie guaba no se observó efectos por tratamiento (Gráfica 9-3).

Para conocer cuál de las cepas aplicadas por *Trichoderma* tuvo mayor incidencia en la variable peso fresco de las especies forestales se realizó un boxplot a los 75 días.

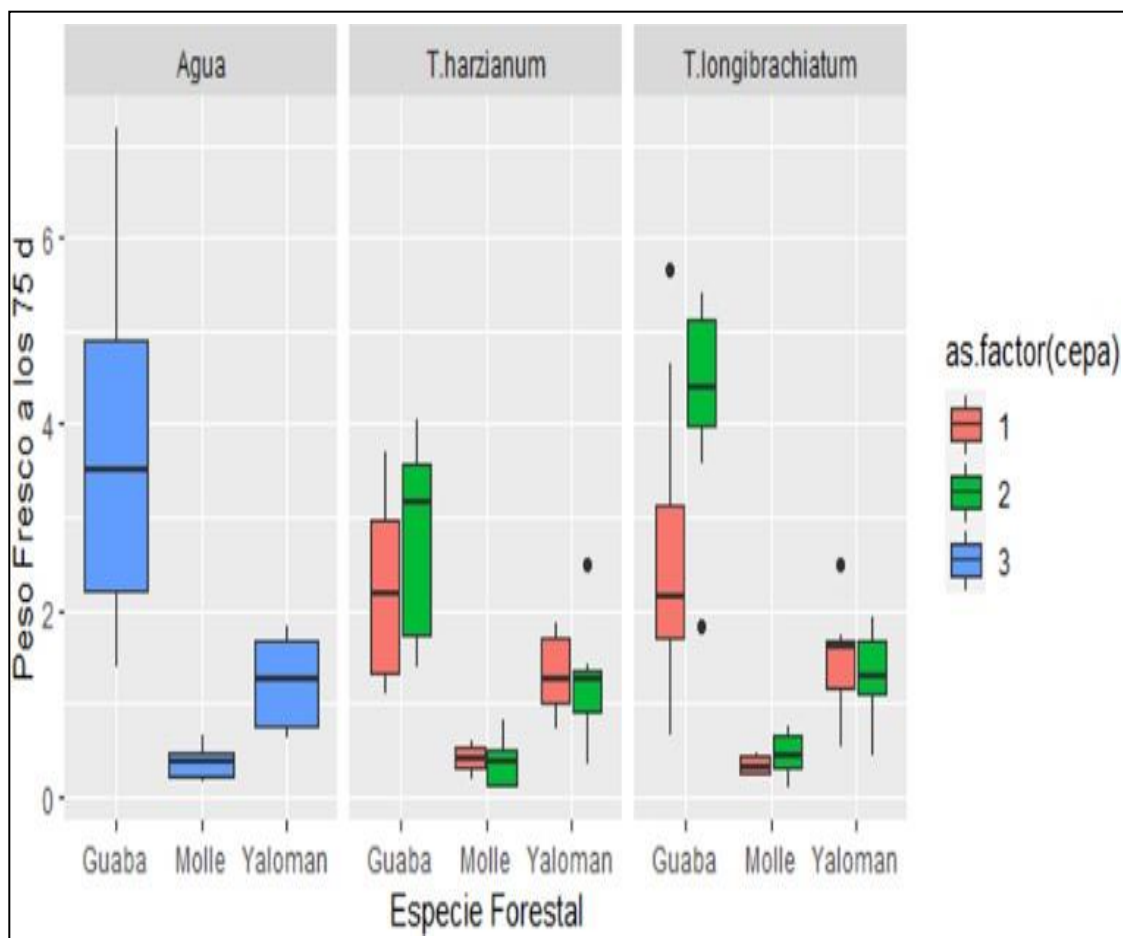


Gráfico 10-3. Diagrama de caja y bigote en variable peso fresco por cepas

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

En el análisis por cepas de *Trichoderma* indicó que, la cepa 2 de *T. harzianum* reflejó mejor comportamiento para guaba en cuanto a molle y yalomán no existe diferencia en sus resultados. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 2 evidenció mejores resultados para guaba, en el caso de molle y yalomán no se evidenció mayor comportamiento (Gráfica 10-3).

El análisis de varianza reflejó que el peso fresco a los 75 días (Anexo F) existió un valor estadísticamente significativo menor a 2×10^{-16} solo para el factor “especie forestal” mientras que, para las demás fuentes de variación no existió diferencia significativa. La prueba de Tukey al 5% nos mostró 8 grupos, la especie forestal y el tratamiento que mayor peso fresco alcanzó fue Guaba con *T. longibrachiatum* cepa 2 con 4,25 g por otro lado la especie forestal y tratamiento que menor peso fresco mostró fue Molle con *T. longibrachiatum* cepa 1 con 0,32 g (Tabla 5-3).

Tabla 5-3: Test de Tukey 5% en la variable peso fresco a los 75 días

Especie forestal	<i>Trichoderma</i> cepa	Promedio (g)	Grupo
Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> 2	4,25	a ¹
Guaba	Control (Agua)	3,71	ab
Guaba	<i>T. harzianum</i> 2	2,78	bc
Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> 1	2,66	bcd
Guaba	<i>T. harzianum</i> 1	2,23	cde
Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> 1	1,50	def
Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> 2	1,31	efg
Yalomán	<i>T. harzianum</i> 1	1,30	efg
Yalomán	Control (Agua)	1,24	efg
Yalomán	<i>T. harzianum</i> 2	1,23	efg
Molle	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,45	fg
Molle	<i>T. harzianum</i> 1	0,41	fg
Molle	Control (Agua)	0,38	fg
Molle	<i>T. harzianum</i> 2	0,37	fg
Molle	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,32	g ¹

¹ Promedios seguidos de letras iguales no muestran una diferencia significativa del Test de Tukey.

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

3.1.6. Peso seco foliar a los 75 días

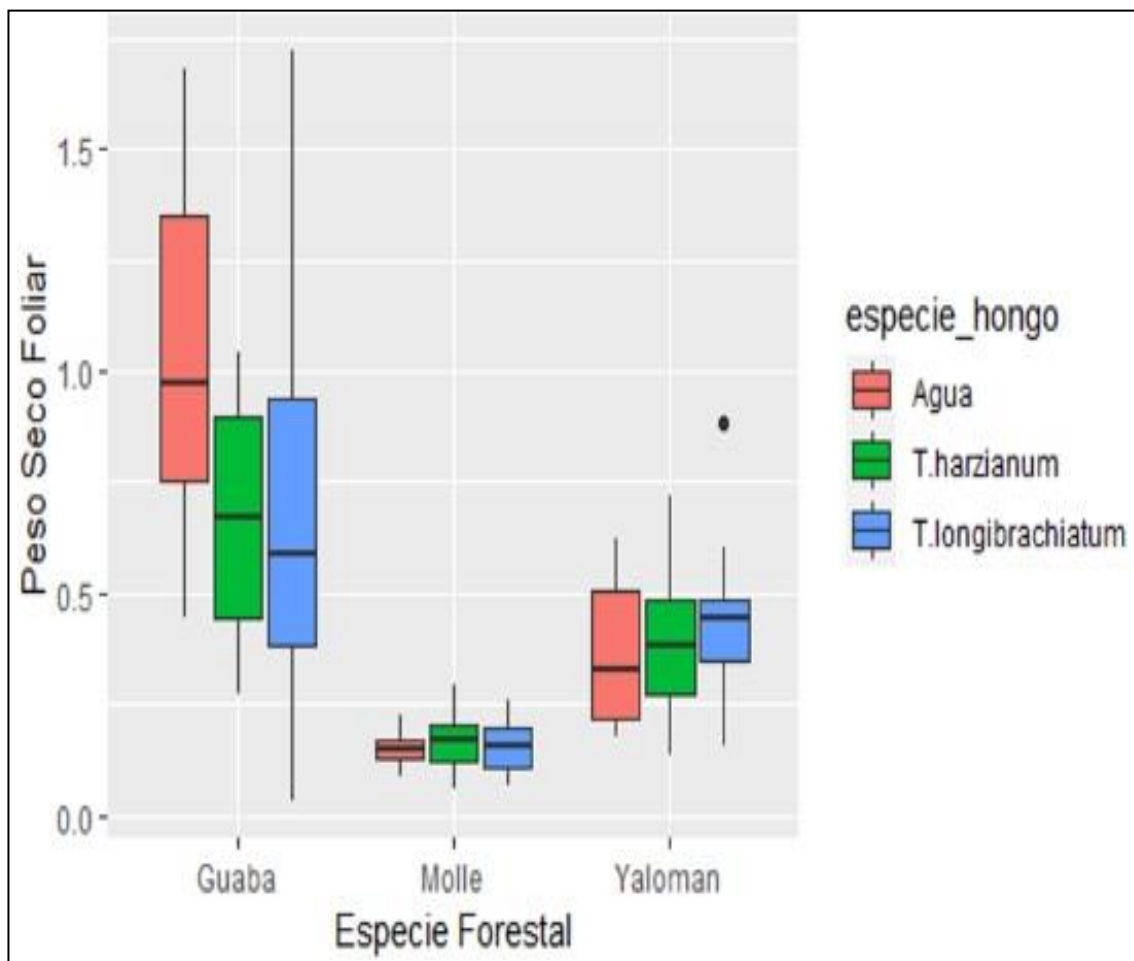


Gráfico 11-3. Diagrama de caja y bigote en variable peso seco foliar

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

A los 75 días, las plantas de yalomán inoculadas con *T. longibrachiatum* registraron un peso seco foliar media de $0.43 \text{ g} \pm 0.17$ siendo el más alto valor siguiendo con las plántulas de molle inoculadas con *T. harzianum* que registraron una media de $0.16 \text{ g} \pm 0.06$ mientras que en la especie guaba no se observó efectos por tratamiento (Gráfico 11-3).

Para conocer cuál de las cepas aplicadas por *Trichoderma* tuvo mayor incidencia en la variable peso seco foliar de las especies forestales se realizó un boxplot a los 75 días.

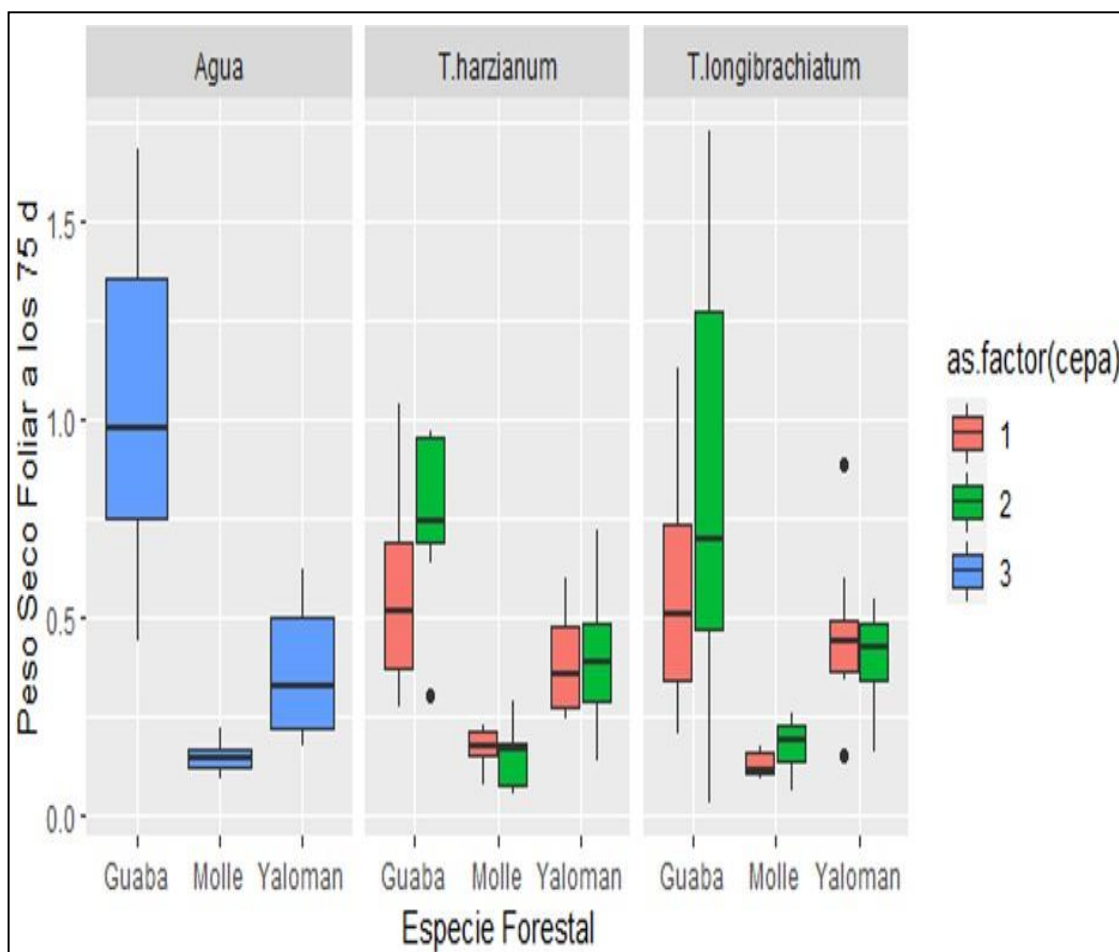


Gráfico 12-3. Diagrama de caja y bigote en variable peso seco foliar por cepas

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que la cepa 2 de *T. harzianum* reflejó mejor comportamiento para guaba en cuanto a molle y yalomán no existe diferencia en sus resultados. En el caso de *T. longibrachiatum* la cepa 1 tuvo mejor comportamientos en guaba, para molle y yalomán no existió diferencia entre las cepas (Gráfico 12-3).

Según el análisis de varianza correspondiente al peso seco foliar (Anexo F) existió significancia con un valor menor a 2×10^{-16} para el factor “especie forestal” mientras que, para las demás fuentes de variación no existió diferencia significativa. La prueba de Tukey al 5% nos mostró 5 grupos, la especie forestal y el tratamiento que mayor peso seco foliar alcanzó fue Guaba con control (agua) con 1,04 g por otro lado la especie forestal y tratamiento que menor peso seco foliar mostró fue Molle con *T. longibrachiatum* cepa 1 con 0,13 g (Tabla 6-3).

Tabla 6-3: Test de Tukey al 5% en la variable peso seco foliar a los 75 días

Especie forestal	Trichoderma cepa	Promedio (g)	Grupo
Guaba	Control (Agua)	1,04	a ¹
Guaba	<i>T. longibrachiatum 2</i>	0,83	ab
Guaba	<i>T. harzianum 2</i>	0,75	abc
Guaba	<i>T. harzianum 1</i>	0,57	bcd
Guaba	<i>T. longibrachiatum 1</i>	0,56	bcd
Yalomán	<i>T. longibrachiatum 1</i>	0,46	cde
Yalomán	<i>T. longibrachiatum 2</i>	0,40	de
Yalomán	<i>T. harzianum 2</i>	0,39	de
Yalomán	<i>T. harzianum 1</i>	0,38	de
Yalomán	Control (Agua)	0,36	de
Molle	<i>T. longibrachiatum 2</i>	0,18	e ¹
Molle	<i>T. harzianum 1</i>	0,17	e ¹
Molle	<i>T. harzianum 2</i>	0,15	e ¹
Molle	Control (Agua)	0,14	e ¹
Molle	<i>T. longibrachiatum 1</i>	0,13	e ¹

¹ Promedios seguidos de letras iguales no muestran una diferencia significativa del Test de Tukey.

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

3.1.7. Peso seco radicular a los 75 días

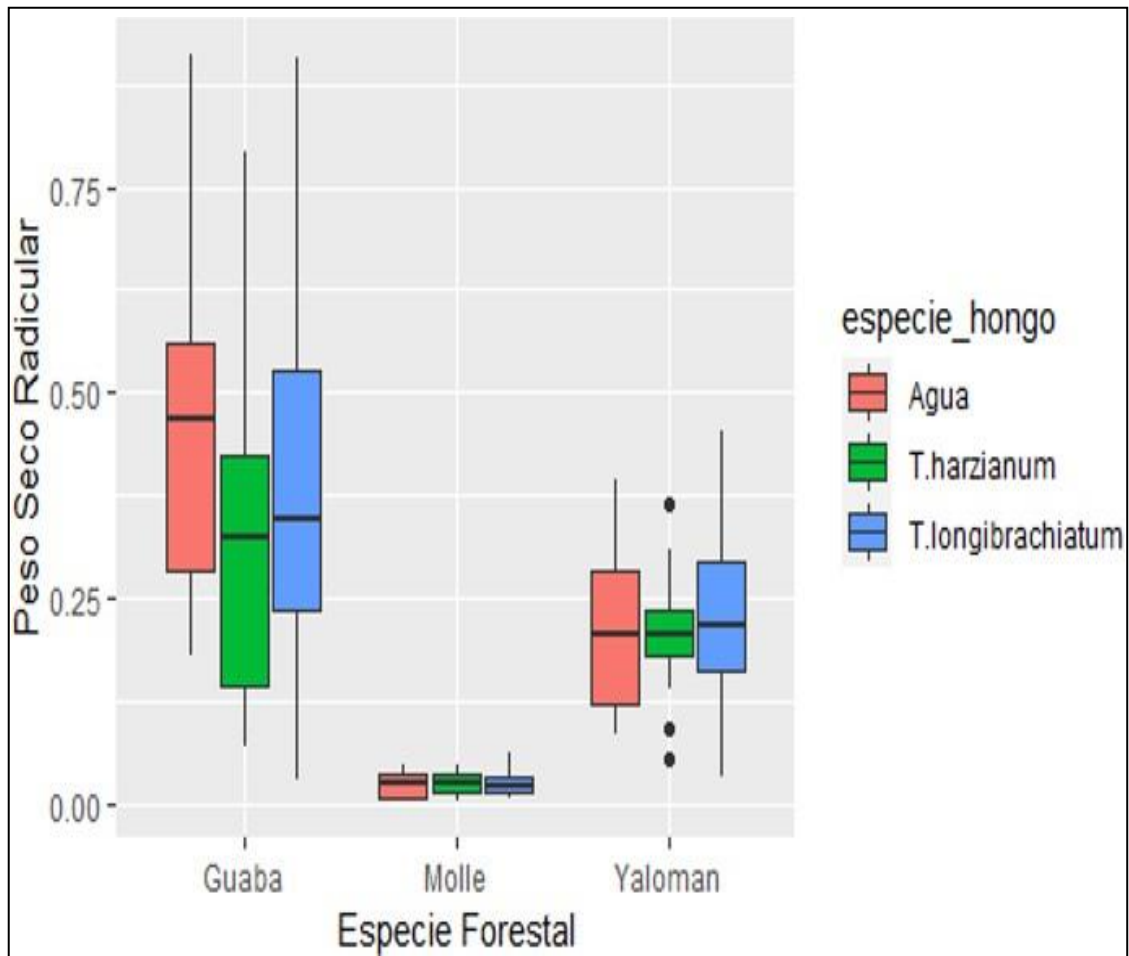


Gráfico 13-3. Diagrama de caja y bigote en variable peso seco radicular

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

A los 75 días, las plantas de yalomán inoculadas con *T. longibrachiatum* registraron una mediana del peso seco radicular de $0.22 \text{ g} \pm 0.11$ siendo el más alto valor siguiendo con las plántulas de molle inoculadas con *T. longibrachiatum* que registraron una mediana de $0.02 \text{ g} \pm 0.02$ mientras que en la especie guaba no se observó efectos por tratamiento (Gráfica 13-3).

Para conocer cuál de las cepas aplicadas por *Trichoderma* tuvo mayor incidencia en la variable peso seco radicular de las especies forestales se realizó un boxplot a los 75 días.

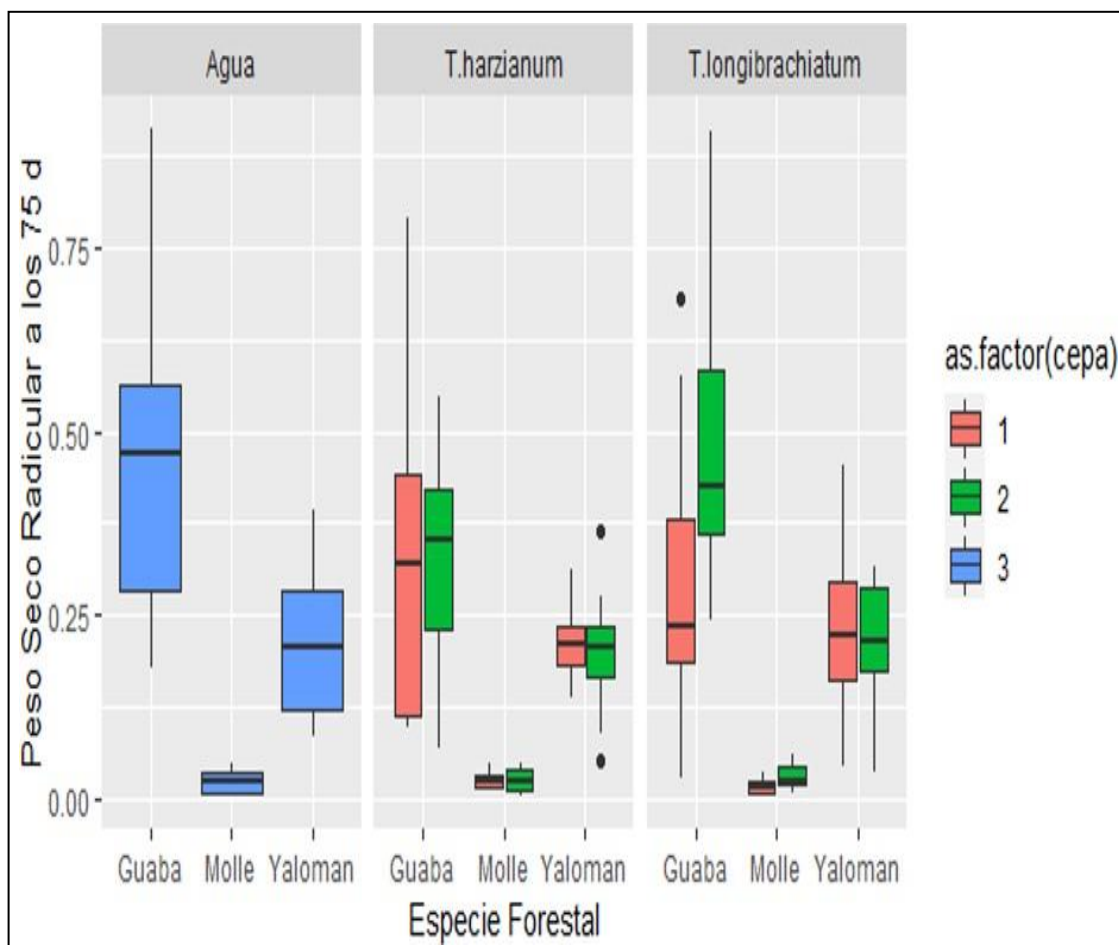


Gráfico 14-3. Diagrama de caja y bigote en variable peso seco radicular por cepas

Realizado por: Cerna, Lesly. 2021

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que, en *T. harzianum* ninguna de las cepas evidenció diferencias en guaba, molle o yalomán. En el caso de *T. longibrachiatum* la cepa 2 reflejó mejor comportamiento para guaba en cuanto a molle y yalomán no existe diferencia en sus resultados (Gráfico 14-3).

De acuerdo con el análisis de varianza en la variable peso seco radicular a los 75 días (Anexo F) existió un valor estadísticamente significativo de 1.59×10^{-14} solo para el factor “especie forestal” mientras que, para las demás fuentes de variación no existió diferencia significativa. La prueba de Tukey al 5% nos mostró 4 grupos, la especie forestal y el tratamiento que mayor peso seco foliar alcanzó fue Guaba con *T. longibrachiatum* cepa 2 con 0,50 g por otro lado la especie forestal y tratamiento que menor peso seco foliar mostró fue Molle con *T. longibrachiatum* cepa 1 con 0,01 g (Tabla 7-3).

Tabla 7-3: Test de Tukey al 5% en la variable peso seco radicular a los 75 días

Especie forestal	<i>Trichoderma</i> cepa	Promedio (g)	Grupo
Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,50	a ¹
Guaba	Control (Agua)	0,46	ab
Guaba	<i>T. harzianum</i> 1	0,33	abc
Guaba	<i>T. harzianum</i> 2	0,32	abc
Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,30	abc
Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,23	bcd
Yalomán	<i>T. harzianum</i> 1	0,21	cd
Yalomán	Control (Agua)	0,21	cd
Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,21	cd
Yalomán	<i>T. harzianum</i> 2	0,20	cd
Molle	<i>T. longibrachiatum</i> 2	0,03	d ¹
Molle	<i>T. harzianum</i> 1	0,02	d ¹
Molle	<i>T. harzianum</i> 2	0,02	d ¹
Molle	Control (Agua)	0,02	d ¹
Molle	<i>T. longibrachiatum</i> 1	0,01	d ¹

¹ Promedios seguidos de letras iguales no muestran una diferencia significativa del Test de Tukey.

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

3.1.8. Índices de la calidad de la planta

3.1.8.1. Índice de Calidad de Dickson

Tabla 8-3: ICD en los tratamientos de guaba

Tratamiento	Especie	Hongo	ICD
T1	Guaba	<i>T. harzianum</i> cepa 1	1,24
T2	Guaba	<i>T. harzianum</i> cepa 2	1,30
T3	Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	1,13
T4	Guaba	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	1,69
T5	Guaba	Agua	1,66

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

En el cálculo del índice de calidad de Dickson en la especie forestal guaba el mayor valor fue el tratamiento T4 guaba con *T. longibrachiatum* cepa 2 con un valor de 1,69 y el menor valor fue el tratamiento T3 guaba con *T. longibrachiatum* cepa 1 con un valor de 1,13 (Tabla 8-3).

Tabla 9-3: ICD en los tratamientos de molle

Tratamiento	Especie	Hongo	ICD
T6	Molle	<i>T. harzianum</i> cepa 1	0,11
T7	Molle	<i>T. harzianum</i> cepa 2	0,11
T8	Molle	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	0,07
T9	Molle	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	0,13
T10	Molle	Control agua	0,10

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

En el cálculo del índice de calidad de Dickson en la especie forestal molle el mayor valor fue el tratamiento T9 molle con *T. longibrachiatum* cepa 2 con un valor de 0,13 y el menor valor fue el tratamiento T8 molle con *T. longibrachiatum* cepa 1 con un valor de 0,07 (Tabla 9-3).

Tabla 10-3: ICD en los tratamientos de yalomán

Tratamiento	Especie	Hongo	ICD
T11	Yalomán	<i>T. harzianum</i> cepa 1	1,24
T12	Yalomán	<i>T. harzianum</i> cepa 2	1,14
T13	Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	1,32
T14	Yalomán	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	1,17
T15	Yalomán	Control agua	1,13

Realizado por: Cerna Ortega, Lesly, 2021.

En el cálculo del índice de calidad de Dickson el mayor valor fue el tratamiento T13 yalomán con *T. longibrachiatum* cepa 1 con un valor de 1,32 y el menor valor fue el tratamiento T5 yalomán con control agua con un valor de 1,13 (Tabla 10-3).

3.2. Discusión de resultados

La incorporación de microorganismos fúngicos benéficos en la reproducción de especies forestales permite evidenciar un cambio prometedor a los procesos tradicionalmente de tipo químicos que han sido empleados por años para impulsar el desarrollo vegetativo como Vallejo (2014, p.14-15) menciona, la gran versatilidad de *Trichoderma* indica que muchas de sus especies son altamente interactivas en la sección radicular, foliar y en cualquier tipo de suelo mejorando el rendimiento de las funciones vitales de las especies vegetales.

El análisis e interpretación de resultados nos indican que la aplicación de *Trichoderma harzianum* brindó buenos resultados en la especie forestal guaba en las variables número de hojas verdaderas, peso fresco y peso seco foliar, en el caso de molle en la variable altura (Gráfico 2-3, 6-3, 10-3, 12-3) (Anexo F). Al respecto Castillo (2007, p.15) menciona en su trabajo de investigación que *Trichoderma* actúa como promotor de crecimiento induciendo un mayor número de hojas y esto se obtuvo con tres y cuatro aplicaciones, estos resultados coinciden además con los de González et al., (2019, p.7-8) quienes expresan que los tratamientos con *Trichoderma* incrementaron de manera significativa la germinación de *Phaseolus vulgaris* L. evidenciando un equilibrio enzimático para lograr una relación simbiótica con la sección radicular, describiendo mayor vitalidad en las plantas tratadas con respecto al testigo. Es importante mencionar a Hoyos et al., (2015, p.274) quienes expresan que *T. harzianum* es vulnerable a la influencia del ambiente, dato importante de considerar sabiendo que el estudio se hizo en el campo y no en un laboratorio en donde lo mencionado puede ser controlado. *Trichoderma* al realizar la acción de colonización induce a la liberación de hormonas importantes para el desarrollo de estructuras vegetativas como son la auxina, citoquinina y giberelinas, para la producción de ácido 3-indol acético conocido como AIA tiene relación directa con el aumento del sistema radicular nos mencionan Cubillos et al., (2009, p.82).

Para el caso de *Trichoderma longibrachiatum* se obtuvo mejores resultados en la especie forestal guaba en las variables altura, número de hojas verdaderas, peso fresco, peso seco foliar y peso seco radicular, en el caso de yalomán en la variable longitud radicular (Gráfico 2-3, 6-3, 8-3, 10-3, 14-3) (Anexo F), el desarrollo que se evidenció en las variables evaluadas en esta investigación concuerda con lo descrito en el estudio de Murillo et al., (2016, p.38) en base a la acción biopromotora del género *Trichoderma* en interacción con la planta y el medio en el que se desarrolla sin alterar el sistema edáfico, potencializando la calidad y sin duda su actividad antagónica frente a posibles ataques propios del ambiente. Con respecto a los ácidos orgánicos López et al., (2018, pp.4-5) en su documento señala que los componentes de *Trichoderma* pueden disminuir el pH del suelo y permitir la solubilización de fosfatos, micro y macronutrientes como el hierro, manganeso y

magnesio que son vitales para el correcto metabolismo de las plantas. Gracias a su acción colonizante puede adherirse a la sección radicular donde se producen diferentes compuestos químicos que se encuentran relacionados con la activación de ciertos mecanismos y estructuras celulares que propician el desarrollo de las estructuras vegetativas (Gómez, 2013, pp.15-16). Como lo indican Álvarez (2021) *Trichoderma* spp. no solo es eficaz en su acción de control sino también como estimulador en el desarrollo en la planta al fortalecer y maximizar la disponibilidad de ciertos nutrientes presentes en la materia orgánica del suelo; Candellero et al., (2015, p.114) aportan a su vez que debido a la formación de sideróforos quelatantes de hierro y hormonas como la auxina que estimulan tejidos meristemáticos primarios en secciones jóvenes, así mismo, el hongo se ve involucrado en la síntesis de fitoalexinas y derivados fenólicos.

CONCLUSIONES

- *Trichoderma harzianum* como promotor de crecimiento obtuvo buenos resultados con la aplicación de la cepa 2 en tres variables correspondientes al número de hojas verdaderas con 18 hojas, peso fresco con 2,78 g y peso seco foliar con 0,75 g en la especie forestal guaba (*Inga edulis*), para molle (*Schinus molle*) la cepa 1 sobresalió en altura con 4,53 cm y número de hojas verdaderas con 21 hojas, finalmente en el caso de yalomán (*Delostoma integrifolium*) no se registró mayor respuesta.
- *Trichoderma longibrachiatum* como promotor de crecimiento obtuvo buenos resultados con la aplicación de la cepa 2 en más de la mitad de las variables de estudio como la altura con una valor de 10,59 cm, número de hojas verdaderas con 24 hojas, peso fresco con 4,25 g, peso seco radicular con 0,50 g para la especie forestal guaba (*Inga edulis*), de igual manera para molle (*Schinus molle*) la aplicación de la cepa 2 resaltó en el número de hojas verdaderas con 27 hojas y longitud radicular con 12,83 cm, posteriormente en yalomán (*Delostoma integrifolium*) la cepa 1 presentó mejor efecto en solo en la longitud radicular con un valor de 18,99 cm.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda:

- Emplear *Trichoderma harzianum* cepa 2 y *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 como biofertilizantes para la especie forestal guaba (*Inga edulis*) debido al incremento en la altura, número de hojas verdaderas, peso fresco, peso seco foliar y peso seco radicular.
- Aplicar *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 como biofertilizante en la especie forestal molle (*Schinus molle*) debido al incremento en el número de hojas verdaderas, longitud radicular, peso fresco, peso seco foliar.
- Realizar estudios con *Trichoderma longibrachiatum* en otras especies forestales de importancia socioeconómico ambiental.
- Continuar con estudios en base al efecto de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento en especies forestales de nuestro país.

GLOSARIO

Hiperparasitismo: representa una relación biológica en donde un parásito se encuentra parasitado por otro parásito (Salas y Salazar, 2003, p.33).

Fitopatógeno: termino que hace referencia a cierto microorganismo causante de algún desorden en el metabolismo celular de las plantas (López et al., 2010, p.93).

Enzima: es una proteína que tiene por función ser un catalizador biológico en las reacciones químicas acelerando el tiempo en que estas normalmente se desarrollarían (Arroyo, 1998, p.3).

Metabolito secundario: son compuestos químicos sintetizados por las plantas que existen como el resultado de procesos generados en la utilización de metabolitos primarios (Castro, 2002, p.25).

Fitohormona: de manera interna celular se define como un compuesto que producen las especies vegetales que definen el crecimiento en el comportamiento de los patrones (Bottini, 2019, p.119).

Simbiosis: es la relación biológica que entablan dos o más organismos en la cual ambos se benefician con el fin de mantener su existencia (Carrillo et al, 1992, p.58).

Foliolo: término botánico para nombrar a las piezas separadas de que se encuentra en el limbo de las hojas particularmente compuestas (Chaimsohn et al, 2008, p.953).

Perennifolio: especie leñosa que tiene la capacidad para mantener su follaje sin importar la estación en la que se encuentra (Linera, 2016, p.62).

Proliferación: el termino hace referencia a la multiplicación o algún aumento exponencial de determinado ser vivo (Betancur et al., 2016, p.321).

BIBLIOGRAFÍA

ABANOTO ARROYO, F. Evaluación del efecto de tres sustratos en la emergencia de la *Delostoma integrifolium* D. Don (bignoniaceae) de dos localidades de la provincia de Cajamarca [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. 2017. p. 2-8. [Consulta: 2021-09-10]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1696/“EVALUACION%20DEL%20EFECTO%20DE%20TRES%20SUSTRATOS%20EN%20LA%20EMERGENCIA%20DE%20LA%20DELOSTOMA%20INTEGRIFOLIUM%20D.%20DON%20%20%28.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

AGAMEZ, E., et al. “Evaluating solid fermentation processes and substrates for producing *Trichoderma* sp. Spores”. *Revista Colombiana de Biotecnología* [en línea], 2008, (Colombia) 10(2), pp. 23-34. [Consulta: 13 septiembre 2021]. ISSN 0123-3475. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/776/77610204.pdf>

ÁLVAREZ, P., et al. “Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* en el desarrollo de diferentes plántulas de especies forestales”. *Revista Académica Agrícola* [en línea], 2021, (Ecuador) 4(4). [Consulta: 26 noviembre 2021]. Disponible en: <https://agrariacad.com/2021/08/02/efeito-do-trichoderma-harzianum-e-trichoderma-longibrachiatum-no-desenvolvimento-de-diferentes-mudas-de-especies-florestais/>

ALWYN, G. “Flora de Colombia”. *Casa editorial* [en línea], 2009, (Colombia), p. 462. [Consulta: 10 septiembre 2021]. ISSN 0120-4351. Disponible en: http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Archivos_Libros/Flora_de_Colombia/Bignoniaceae.pdf

ANTUNES, M. Contribución al estudio del sistema de lipasas de *Trichoderma harzianum* [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad de Salamanca, Salamanca. 2015. pp. 3-8. [Consulta: 2021-10-13]. Disponible en: <https://www.readcube.com/articles/10.14201%2Fgredos.128420>

ARROYO, M. “Inmovilización de enzimas. Fundamentos, métodos y aplicaciones”. *Ars pharmaceutica* [en línea], 1998, (España) 39(2), pp. 3-4. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.ugr.es/~ars/abstract/arroyo.pdf>

AYALA TERÁN, A. Establecimiento del cultivo *in vitro* de molle (*Schinus molle* L.) a partir de yemas axilares tomadas de plantas madre como una herramienta para la propagación de la especie en el distrito metropolitano de Quito [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador. 2011. p. 172. [Consulta: 2021-10-09]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4734/T-ESPE-032803.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BRAVO VELÁZQUEZ, E. *La biodiversidad en el Ecuador* [en línea]. Cuenca-Ecuador: Universitaria Abya-Yala, 2014. [Consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf>

BETANCUR, G., et al. “Microbial growth and post-thaw quality of stallion semen cryopreserved in presence of antibiotics”. *Investigaciones veterinarias del Perú* [en línea], 2016, (Perú), 27(2), pp. 316-325. [Consulta: 25 noviembre 2021]. ISSN 1609-9117. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v27n2/a14v27n2.pdf>

BOSCHINI, C., et al. “Evaluation of equipment for broadcast seed sowing of canary and linseed”. *Agronomía mesoamericana* [en línea], 2015, (Costa Rica) 26(1), pp. 171-180. [Consulta: 11 septiembre 2021]. ISSN 2215-3608. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43758353017/html/>

BOTTINI, A. “FITOHORMONAS ¿Cómo interpretan las plantas las señales del ambiente?”. *ANALES de la ANAV; tomo LXX (2017)* [en línea], 2019, (España), pp. 118-122. [Consulta: 25 noviembre 2021]. ISSN 0327-8093. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/87472>

CAIZA, S. Evaluación *in vitro* de la capacidad antagónica de *Trichoderma* comercial (*Trichoderma harzianum*) y *Trichoderma* nativo (*Trichoderma* sp.) frente a los patógenos *Alternaria* sp., *Fusarium oxysporum* y *Heterosporium echinolatum* del cultivo del clavel [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2017. pp. 6-14. [Consulta: 2021-09-13]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17534/1/CD-8039.pdf>

CAMARGO, D. & ÁVILA, E. “Efectos del *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.)”. *Revista Ciencia y Agricultura* [en línea], 2014, (Colombia) 11(1), pp. 91-100. [Consulta: 13 septiembre 2021]. ISSN 0122-8420. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5039253>

CANDELERO, D., et al. “*Trichoderma* spp. fostering growth on *Capsicum chinense* Jacq. seedlings and antagonistic against *Meloidogyne incognita*”. *Revista Internacional de Botánica Experimental* [en línea], 2015, (México), 84, pp. 113-119. [Consulta: 25 noviembre 2021]. ISSN 0031-9457. Disponible en: <http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol84-1/Candelerero.pdf>

CARPIO CAZORLA, S. Estudio de factibilidad para la creación de un vivero de producción de plantas forestales en la parroquia San Andrés, del cantón Guano, provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 2014. pp. 50-75. [Consulta: 2021-09-12]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/14012/1/TESIS%20SANTIAGO%20CARPIO.pdf>

CASTILLO SAMUDIO, R. Efecto de la aplicación de (*Trichoderma harzianum*) en la producción de maíz dulce (*Zea mays*) variedad Golden Baby [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Agrícola Panamericana ZAMORANO, Zamora, Honduras. 2007. pp. 13-15. [Consulta: 2021-11-24]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/691>

CARRILLO, R., et al. “Simbiosis micorrícica en comunidades boscosas del Valle Central en el sur de Chile”. *BOSQUE* [en línea], 1992, (Chile), 13(2), pp. 57-67. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: <http://revistas.uach.cl/pdf/bosque/v13n2/art08.pdf>

CASTRO, A., et al. “INVESTIGACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN PLANTAS MEDICINALES CON EFECTO HIPOGLICEMIANTE Y DETERMINACIÓN DEL CROMO COMO FACTOR DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA”. *Ciencia e Investigación* [en línea], 2002, (Perú), 5(1), pp. 24-28. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/3508/4437>

CASTRO QUISPE, B. Rendimiento de aceites esenciales de *Schinus molle* L. según tiempo de secado solar, de los frutos, La Mejorada – Huancavelica [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Centro Del Perú, Huancayo, Perú. 2018. pp. 30-38. [Consulta: 2021-10-09]. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5529/T010_45237568_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHAIMSOHN, F., et al. “Anatomía micrográfica del folíolo de la palma neotropical *Bactris gasipaes* (Arecaceae)”. *Biología Tropical* [en línea], 2008, (Chile), 56(2), pp. 951-959. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v56n2/art41v56n2.pdf>

CUBILLOS, J., et al. “*Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)”. *Agronomía colombiana* [en línea], 2009, (Colombia) 27(1), pp. 81-86. [Consulta: 26 noviembre 2021]. ISSN 0120-9965. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000100011

DE LA CRUZ DÍAZ, J. Purificación y caracterización de hidrolasas implicadas en el micoparasitismo de *Trichoderma harzianum* [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad de Sevilla, Sevilla. 1994. pp. 28-40. [Consulta: 2021-09-10]. Disponible en: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/15805/E_TD_265.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FELTRER, R. Análisis de la formación de cloroanisolos por “*Trichoderma longibrachiatum*”: caracterización del gen codificante del enzima clorofenol o-metiltransferasa (CPOMT) [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad de León, España. 2008. pp. 24-30. [Consulta: 2021-09-14]. Disponible en: <https://buleria.unileon.es/handle/10612/924>

GARBANZO, M. & COTO, A. *Manual para el Establecimiento y Manejo de un Vivero de Aguacate (Persea americana. Mill)* [en línea]. San José-Costa Rica: MAG/CRCAA/SUNII/FITTACORI, 2017. [Consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10905.pdf>

GATO, J. “Conservation and Formulation Methods of *Trichoderma harzianum* Rifai”. *Fitosanidad* [en línea], 2010, (Cuba) 14(3), pp. 189-195. [Consulta: 13 septiembre 2021]. ISSN 1818-1686. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-30092010000300008

GÓMEZ MALMIERCA, M. Biosíntesis del *Harzianum* A y su papel en la fisiología y en la actividad de biocontrol ejercida por "*Trichoderma arundinaceum*" [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad de León, León. 2013. p. 307. [Consulta: 2021-09-10]. Disponible en: <https://buleria.unileon.es/handle/10612/2677>

GONZÁLEZ MARQUERRI, I., ET AL. “Efecto de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg sobre indicadores de crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* L. cultivar BAT-304”. *Revista de Protección Vegetal* [en línea], 2019, (Cuba) 34(2), p. 5-10.

[Consulta: 24 noviembre 2021]. ISSN 2224-4697. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522019000200004

HERNÁNDEZ, A., et al. “Caracterización molecular de doce aislamientos de *Trichoderma* spp. mediante rapd y rADN-ITS”. *Bioagro* [en línea], 2013, (Venezuela) 25(3), pp. 167-174.

[Consulta: 14 septiembre 2021]. ISSN 1316-3361. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612013000300003

HERNÁNDEZ, D., et al. “*Trichoderma*: importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial”. *Chilean journal of agricultural & animal sciences* [en línea], 2019, (México) 35(1), pp. 98-112. [Consulta: 15 septiembre 2021].

ISSN 0719-3890. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0719-38902019000100098&lng=pt&nrm=iso

HOYOS CARVAJAL, L., et al. “The effect of various isolates of *Trichoderma* spp. on nutrient uptake in beans (*Phaseolus vulgaris*) in two soil types”. *Revista colombiana de ciencias hortícolas* [en línea], 2015, (Colombia) 9(2), pp. 274-276. [Consulta: 24 noviembre 2021].

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n2/v9n2a06.pdf>

INFANTE, D., et al. “Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos”.

Revista Protección Vegetal [en línea], 2009, (Cuba) 24(1), pp. 14-21. [Consulta: 15 septiembre 2021]. ISSN 2224-4697. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>

LINERA, G. “Crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perennifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa”. *Madera y bosques* [en línea], 2016, (México), 2(2), pp. 53-65. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en:

<https://myb.ojs.incol.mx/index.php/myb/article/view/1386/1554>

LÓPEZ CALVA, V., et al. “The *Trichoderma* genus an agrobiotechnological tool”. *Ciencias Biológicas* [en línea], 2018, (México) pp. 39-46. [Consulta: 24 noviembre 2021]. Disponible en:

https://www.ecorfan.org/proceedings/PCBS_TII/Ciencias_Biologicas_y_de_la_Salud_TII_1.pdf

LÓPEZ, C., et al. “Molecular Identification of *Trichoderma* spp. Strains, in vitro Growth Rate and Antagonism against Plant Pathogen Fungi”. *Revista Mexicana de Fitopatología* [en línea], 2010, (México) 28(2), pp. 87-96. ISSN 2007-8080. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v28n2/v28n2a2.pdf>

LOYA NAVARRETE, D. Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de yalomán (*Delostoma integrifolium* D. Don). Quito, Pichincha [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central Del Ecuador, Quito, Ecuador. 2014. pp. 2-9. [Consulta: 2021-10-10]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2564/1/T-UCE-0004-81.pdf>

MARÍN GÓMEZ, O. “Visitas de “Aves insectívoras” al guamo, *Inga edulis* (Mimosoideae) en el departamento del Quindío, Colombia”. *Boletín SAO* [en línea], 2007, (Colombia) 17(1), pp. 39-46. [Consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/234998019_Visitas_de_Aves_insectivoras_al_guamo_Inga_edulis_Mimosoideae_en_el_departamento_del_Quindio_Colombia

MENDOZA, H., et al. “Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel. (encino) en vivero forestal”. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* [en línea], 2016, (México) 12(1), pp. 46-52. [Consulta: 28 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v12-n1-5-indicadores-de-calidad-de-la-planta-de-quercus-canby-Trel-encino-en-vivero-forestal.pdf>

MORÁN, M. Aislamiento, caracterización y análisis funcional del gen *Thpg1* de *Trichoderma harzianum* [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad de Salamanca, Salamanca, España. 2008. pp. 172-176. [Consulta: 2021-09-13]. Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/22506/DMG_Aislamiento%2c%20caracterizacion%20y%20analisis%20funcional%20del%20gen%20Thpg1.pdf?sequence=3&isAllowed=y

MOYA, P. Antagonismo y efecto biocontrolador de *Trichoderma* spp sobre *Drechslera teres*, agente causal de la "mancha en red" de la cebada (*Hordeum vulgare* L. var. vulgare) [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina. 2016. pp. 45-53. [Consulta: 2021-10-14]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60044>

MURILLO, G., et al. “MANEJO ECOLÓGICO EN FRUTILLA APLICANDO *Trichoderma* sp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO Y CONTROLADOR BIOLÓGICO DE *Botrytis cinerea*”. *ASADES* [en línea], 2016, (Argentina) 20, pp. 37-44. [Consulta: 24 noviembre 2021]. ISSN 2314-1433. Disponible en: <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/averma/article/view/1724>

OLIVA, M., et al. “Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopamba Amazonas – Perú”. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana* [en línea], 2014 (Perú), p. 20. [Consulta: 11 septiembre 2021.] Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/pub11419.pdf>

OSUNA FERNÁNDEZ, H., et al. “Manual de propagación de plantas superiores”. *Casa abierta al tiempo* [en línea], 2016, (México), p. 91. [Consulta: 11 septiembre 2021]. ISBN: 978-607-02-9297-2. Disponible en: https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf

PARRA, P., et al. *Sanidad en viveros de Eucalyptus* [en línea]. Santiago-Chile: Instituto Forestal INFOR, 2001. [Consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/944>

RAMOS, A. & LOMBARDI, I. “Plants quality in an intermediate technology nursery in Huánuco: Case study with “*Eucalipto urograndis*””. *Revista Forestal del Perú* [en línea], 2020, (Perú) 35(2), pp. 132-145. [Consulta: 28 noviembre 2021]. ISSN 0556-6592. Disponible en: <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1581>

ROBLES ROLANDO, T. Efecto biocida de *Schinus molle* L. “molle” (Anacardiaceae) para el control de *Erosina hybarniata* Guenée 1858 (Lepidoptera: Geometridae) en estado larval, plaga del *Tecoma stans* (L.) C. Juss.Ex Kunth. (Bignoniaceae) en el Distrito de Miraflores, Lima-Perú [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. 2014. pp. 26-35. [Consulta: 2021-10-10]. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/1001/Robles_te.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SALAS ARAIZA, M. & SALAZAR SOLIS, E. “Importancia del uso Adecuado de Agentes de Control Biológico”. *Acta Universitaria* [en línea], 2003, (México) 13(1), pp. 29-35. [Consulta: 25 noviembre 2021]. ISSN 0188-6266. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/416/41613104.pdf>

SALINAS ANALUISA, B. Caracterización anatómica de la madera de cinco especies comerciales del sector la colonia Simón Bolívar, cantón Santa Clara, provincia de Pastaza [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

2019. pp. 36-42. [Consulta: 2021-09-10]. Disponible en:
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10377/1/33T0212.pdf>

SÁNCHEZ SANTANA, L. & WONG PARRALES, D. Implementación de un vivero forestal y ornamental en el campus de la facultad de ciencias agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador. 2010. p. 1-10. [Consulta: 2021-09-11]. Disponible en:
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/920/1/SÁNCHEZ%20SANTANA%20LUCÍA%20Y%20WONG%20PARRALES%20DIANA.pdf>

VALLEJO, M. Caracterización y clasificación de *Trichodermas* nativos aplicando diferentes medios de cultivo a nivel de laboratorio artesanal [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2014. pp. 4-10. [Consulta: 2021-09-13]. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7691/1/tesis-026%20Maestría%20en%20Agroecología%20y%20Ambiente%20-%20CD%20256.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: FASE DE CAMPO

Preparación del espacio en el vivero



Arreglo del diseño experimental



Etiqueta de las unidades experimentales



ANEXO B: FASE DE LABORATORIO PREPARACIÓN DE *TRICHODERMA*

A. Retiro de <i>Trichoderma</i>	B. Inoculación de cepas a un medios de cultivo
	
C. Obtención de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	
	

ANEXO C: APLICACIÓN DE *TRICHODERMA* Y AGUA DESTILADA

A. Primera aplicación



B. Segunda aplicación



C. Tercera aplicación



ANEXO D: TOMA DE DATOS A LOS 15, 30, 45, 60 Y 75 DÍAS

<p>A. Primera medición</p>  A person wearing a grey cap and a white long-sleeved shirt is kneeling in a nursery. They are using a measuring tool to measure the height of a young plant growing in a black nursery bag. The bags are arranged in rows, and each has a small white label with a number.	<p>B. Segunda medición</p>  A person wearing a black cap, a white jacket with blue stripes on the sleeves, and a face mask is kneeling in a nursery. They are holding a plant in a black nursery bag and measuring it with a tool. Other nursery bags are visible in the background.
<p>C. Tercera medición</p>  A person wearing a black hooded jacket and a black cap is kneeling in a nursery. They are measuring a plant in a black nursery bag. The nursery is outdoors, and the ground is dirt.	<p>D. Cuarta medición</p>  A person wearing a white short-sleeved shirt, a black cap, and a face mask is kneeling outdoors. They are holding a notebook and a pen, appearing to be recording data. There are plants in black nursery bags around them.

E. Quinta medición



ANEXO E: ESTADO FINAL A LOS 75 DÍAS DE LAS ESPECIES FORESTALES

A. Guaba (*Inga edulis*)



Trichoderma harzianum

cepa 1

Trichoderma harzianum

cepa 2

Trichoderma longibrachiatum

cepa 1

Trichoderma longibrachiatum

cepa 2

Testigo

Agua

B. Molle (*Schinus molle*)



Trichoderma harzianum

cepa 1

Trichoderma harzianum

cepa 2

Trichoderma longibrachiatum

cepa 1

Trichoderma longibrachiatum

cepa 2

Testigo

Agua

C. Yalomán (*Delostoma integrifolium*)



Trichoderma
harzianum

cepa 1

Trichoderma
harzianum

cepa 2

Trichoderma
longibrachiatum

cepa 1

Trichoderma
longibrachiatum

cepa 2

Testigo

Agua

ANEXO F: FASE DE LABORATORIO MEDICIÓN Y PESAJE DE UNIDADES

<p>A. Pesaje de la masa fresca</p> 	<p>B. Estufa con las unidades experimentales</p> 
<p>C. Pesaje de la masa seca</p> 	<p>D. Medición longitud radicular</p> 

ANEXO G: TABLAS ANOVA POR VARIABLE EVALUADA

Anova de la altura a los 75 días

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor de F	Pr (>F)
Especie forestal	2	309,18	154,59	331,22	$< 2 \times 10^{-16}$ ***
Especie hongo	2	1,89	0,94	2,02	0,14
Cepa	1	0,18	0,18	0,38	0,54
Bloque	3	14,72	4,91	10,51	$2,77 \times 10^{-05}$ ***
Especie forestal: Especie hongo	4	1,92	0,48	1,03	0,40
Especie forestal: Cepa	2	1,29	0,64	1,38	0,26
Especie hongo: Cepa	1	1,50	1,50	2,88	0,08
Especie forestal: especie hongo: cepa	2	0,14	0,07	0,15	0,86
Error	44	19,60	0,47		

*** Diferencia significativa 5%; 0.05

Anova del dac a los 75 días

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor de F	Pr (>F)
Especie forestal	2	51,09	25,55	461,74	$< 2 \times 10^{-16}$ ***
Especie hongo	2	0,02	0,009	0,16	0,85
Cepa	1	0,00	0,004	0,06	0,80
Bloque	3	1,98	0,66	11,95	$8,59 \times 10^{-06}$ ***
Especie forestal: Especie hongo	4	0,07	0,17	0,32	0,86
Especie forestal: Cepa	2	0,03	0,01	0,26	0,77
Especie hongo: Cepa	1	0,19	0,19	3,39	0,07
Especie forestal: especie hongo: cepa	2	0,05	0,02	0,44	0,64
Error	42	2,32	0,55		

*** Diferencia significativa 5%; 0.05

Anova del número de hojas verdaderas a los 75 días

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor de F	Pr (>F)
Especie forestal	2	1,81	0,91	19,94	8,16x10 ⁻⁰⁷ ***
Especie hongo	2	0,30	0,15	3,31	0,05*
Cepa	1	0,008	0,008	0,18	0,67
Bloque	3	0,71	0,24	5,19	0,003**
Especie forestal: Especie hongo	4	0,15	0,04	0,85	0,50
Especie forestal: Cepa	2	0,15	0,08	1,69	0,20
Especie hongo: Cepa	1	0,003	0,003	0,08	0,78
Especie forestal: especie hongo: cepa	2	0,02	0,008	0,18	0,83
Error	42	1,91	0,05		

*** Diferencia significativa 5%; 0.05

Anova de la longitud radicular a los 75 días

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor de F	Pr (>F)
Especie forestal	2	1 517,78	758,9	71,01	3,35x10 ⁻¹⁴ ***
Especie hongo	2	0,1	0,1	0,006	0,99
Cepa	1	0,1	0,1	0,01	0,91
Bloque	3	39,4	13,1	1,23	0,31
Especie forestal: Especie hongo	4	45,6	11,4	1,07	0,38
Especie forestal: Cepa	2	75,4	37,7	3,53	0,04*
Especie hongo: Cepa	1	8,9	8,9	0,83	0,37
Especie forestal: especie hongo: cepa	2	22,0	11,0	1,03	0,37
Error	44	448,8	10,7		

*** Diferencia significativa 5%; 0.05

Anova del peso fresco a los 75 días

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor de F	Pr (>F)
Especie forestal	2	77,64	38,82	184,57	$< 2 \times 10^{-16}$ ***
Especie hongo	2	1,98	0,99	4,71	0,01*
Cepa	1	1,31	1,31	6,22	0,02*
Bloque	3	6,06	2,02	9,60	$5,96 \times 10^{-05}$ ***
Especie forestal: Especie hongo	4	3,45	0,86	4,10	0,007**
Especie forestal: Cepa	2	3,37	1,69	8,01	0,001**
Especie hongo: Cepa	1	0,41	0,41	1,94	0,17
Especie forestal: especie hongo: cepa	2	0,73	0,36	1,73	0,19
Error	42	8,83	0,21		

*** Diferencia significativa 5%; 0.05

Anova del peso seco foliar a los 75 días

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor de F	Pr (>F)
Especie forestal	2	3,59	1,79	99,32	$< 2 \times 10^{-16}$ ***
Especie hongo	2	0,11	0,05	2,99	0,06
Cepa	1	0,06	0,06	3,25	0,08
Bloque	3	0,24	0,08	4,50	0,007
Especie forestal: Especie hongo	4	0,33	0,08	4,57	0,003
Especie forestal: Cepa	2	0,14	0,07	3,88	0,03
Especie hongo: Cepa	1	0,003	0,002	0,14	0,71
Especie forestal: especie hongo: cepa	2	0,01	0,02	0,42	0,66
Error	42	0,75	0,018		

*** Diferencia significativa 5%; 0.05

Anova del peso seco radicular a los 75 días

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor de F	Pr (>F)
Especie forestal	2	1,31	0,65	74,35	1.59x10 ⁻¹⁴
Especie hongo	2	0,02	0,01	1,11	0,34
Cepa	1	0,008	0,01	0,97	0,33
Bloque	3	0,03	0,03	2,89	0,05*
Especie forestal: Especie hongo	4	0,03	0,008	0,95	0,44
Especie forestal: Cepa	2	0,02	0,01	1,45	0,25
Especie hongo: Cepa	1	0,03	0,01	1,75	0,19
Especie forestal: especie hongo: cepa	2	0,03	0,01	1,58	0,22
Error	42	0,37	0,009		

*** Diferencia significativa 5%; 0.05



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 27 / 04 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Lesly Dayana Cerna Ortega
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
f. responsable:



Ing. Cristhian Castillo
060402893-4



0639-DBRA-UTP-2021