



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

**USO DE *Trichoderma* sp. PARA EL DESARROLLO Y
CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES FORESTALES EN EL
CANTÓN TENA, PROVINCIA DE NAPO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

JAIRO ORLANDO TANGUILA ALVARADO

Riobamba – Ecuador

2022



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

**USO DE *Trichoderma* sp. PARA EL DESARROLLO Y
CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES FORESTALES EN EL
CANTÓN TENA, PROVINCIA DE NAPO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: JAIRO ORLANDO TANGUILA ALVARADO

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

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Jairo Orlando Tanguila Alvarado

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

Yo, **JAIRO ORLANDO TANGUILA ALVARADO**, 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 autor 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, 28 de julio de 2022.

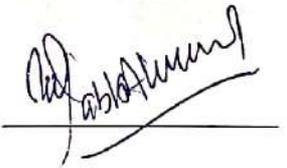


Jairo Orlando Tanguila Alvarado

150109443-5

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. PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES FORESTALES EN EL CANTÓN TENA, PROVINCIA DE NAPO**, realizado por el señor: **JAIRO ORLANDO TANGUILA ALVARADO**, 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. Miguel Angel Gualpa Calva, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-07-28
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero, Ph. D. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-07-28
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva, MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-07-28

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con mucho cariño y esfuerzo a mis padres Luis y Rosa por sus esfuerzos para lograr mis metas, a mis hermanas Yajaira, Vicky y Joselyn por su apoyo moral y a Sharon quien me apoyo en la etapa final de mi carrera.

Jairo

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud y vida y permitirme finalizar este objetivo en mi vida. A mis padres por el apoyo brindado durante toda su vida y ser un ejemplo de esfuerzo y constancia y por darme la mejor herencia, mi educación. A mis hermanas por su apoyo incondicional.

Un agradecimiento enorme para el Ing. Juan Hugo Rodríguez Guerra M.Sc. (+) quien siempre nos motivó a ser mejores personas, por ser ese pilar en la vida estudiantil, por demostrar una amistad sincera y, sobre todo, por demostrar que el esfuerzo es motor que nos permite avanzar cada día.

Un entero agradecimiento a cada uno de los docentes que me brindaron sus conocimientos y enseñanzas profesionales durante mi etapa universitaria y a mi tribunal el Dr. Pablo Álvarez y la Ing. Vilma Noboa por sus aportes a este preciado trabajo. Así mismo, al Ing. Mauricio Álvaro y al Ing Juan Guerra por su ayuda en laboratorio.

Agradezco a mis grandes amigas y compañeras Karla y Karina que desde el inicio de nuestras vidas en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo forjamos una amistad que ha perdurado bajo alegrías, enojos y tristezas.

Finalmente, a mis amigos y compañeros de aula, que en el transcurso de nuestra carrera hemos forjado un grupo de trabajo que se ha apoyado y ha sabido afrontar cada reto.

Jairo

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
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. <i>Trichoderma</i> sp.....	4
1.1.1. <i>Generalidades</i>.....	4
1.1.2. <i>Taxonomía de Trichoderma sp.</i>.....	4
1.1.3. <i>Mecanismos de acción de Trichoderma sp.</i>.....	5
1.1.3.1. <i>Mecanismo Competencia</i>.....	5
1.1.3.2. <i>Mecanismo Micoparasitismo</i>.....	5
1.1.3.3. <i>Mecanismo Antibiosis</i>.....	5
1.1.4. <i>Trihoderma harzianum</i>.....	6
1.1.4.1. <i>Características</i>.....	6
1.1.4.2. <i>Reproducción</i>.....	6
1.1.5. <i>Trichoderma longibrachiatum</i>.....	6
1.1.5.1. <i>Reproducción y hábitat</i>.....	7
1.1.5.2. <i>Metabolismo de Trichoderma longibrachiatum</i>.....	7
1.1.5.3. <i>Uso industrial de Trichoderma longibrachiatum</i>.....	7
1.2. <i>Chuncho (Cedrelinga catenaeformis Ducke)</i>.....	7
1.2.1. <i>Generalidades</i>.....	7
1.2.2. <i>Descripción botánica</i>.....	8
1.2.3. <i>Taxonomía de Chuncho (Cedrelinga catenaeformis Ducke)</i>.....	8
1.2.4. <i>Usos de Chuncho (Cedrelinga catenaeformis)</i>.....	8
1.3. <i>Balsa (Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.)</i>.....	9
1.3.1. <i>Generalidades</i>.....	9
1.3.2. <i>Descripción botánica</i>.....	9
1.3.3. <i>Taxonomía de Balsa (Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.)</i>.....	9

1.3.4.	<i>Usos de Balsa (Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.)</i>	10
1.4.	Batea caspi (Cabrlea canjerana (Vell.) Mart.)	10
1.4.1.	<i>Generalidades</i>	10
1.4.2.	<i>Descripción botánica</i>	11
1.4.3.	<i>Taxonomía de Batea caspi (Cabrlea canjerana (Vell.) Mart.)</i>	11
1.4.4.	<i>Usos de Batea caspi (Cabrlea canjerana (Vell.) Mart.)</i>	11
1.5.	Propagación de las especies forestales en estudio	12
1.6.	Sustratos	12
1.7.	Labores de campo	13
1.7.1.	<i>Trasplante</i>	13
1.7.2.	<i>Riego</i>	13
1.7.3.	<i>Deshierbe</i>	13

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	14
2.1.	Características del lugar	14
2.1.1.	<i>Localización</i>	14
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	14
2.2.	Materiales y equipos	15
2.2.1.	<i>Materiales y equipo de campo</i>	15
2.2.1.1.	<i>Materiales, equipo y reactivos de laboratorio, material biológico</i>	15
2.2.2.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	16
2.3.	Metodología	16
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	16
2.3.2.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	16
2.3.3.	<i>Tratamientos</i>	17
2.3.4.	<i>Distribución de ensayo</i>	17
2.3.5.	<i>Fase de campo</i>	18
2.3.5.1.	<i>Descripción de las especies forestales</i>	18
2.3.5.2.	<i>Características del sustrato empleado</i>	18
2.3.5.3.	<i>Inoculación de Trichoderma sp. en las diferentes especies forestales en estudio</i>	18
2.3.6.	Variables evaluadas	18
2.3.6.1.	<i>Altura de la planta</i>	18
2.3.6.2.	<i>Diámetro del tallo (DAC)</i>	19
2.3.6.3.	<i>Longitud de la raíz</i>	19
2.3.6.4.	<i>Masa fresca radicular y parte aérea</i>	19

2.3.6.5.	<i>Masa seca radicular y parte aérea</i>	19
2.3.6.6.	<i>Índice de Calidad de Dickson (ICD)</i>	19
2.3.7.	<i>Análisis estadístico</i>	20

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1.	Altura de la planta a los 1, 15, 30, 45 y 75 días	21
3.2.	Diámetro a la altura del cuello (DAC) de la planta a los 1, 15, 30, 45 y 75	24
3.3.	Longitud radicular a los 75 días	27
3.4.	Peso fresco de la planta a los 75 días	30
3.5.	Peso seco radicular a los 75 días	33
3.6.	Peso seco foliar a los 75 días	36
3.7.	Cálculo del Índice de Calidad de Dickson	39
3.8.	Discusión de resultados	42

	CONCLUSIONES	45
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	46
--	------------------------------	----

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Taxonomía <i>Trichoderma</i> sp.....	5
Tabla 2-1:	Taxonomía Chuncho	8
Tabla 3-1:	Taxonomía Balsa.....	10
Tabla 4-1:	Taxonomía Batea caspi.....	11
Tabla 1-2:	Información de las cepas de <i>T. harzianum</i> y <i>T. longibrachiatum</i>	15
Tabla 2-2:	Diseño experimental del estudio	16
Tabla 3-2:	Especificaciones del campo experimental	16
Tabla 4-2:	Inóculo según el tratamiento y especie.....	17
Tabla 5-2:	Distribución de ensayo en campo	17
Tabla 1-3:	Prueba de Tukey al 5% de la variable Altura de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	23
Tabla 2-3:	Promedios de altura por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	24
Tabla 3-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable DAC de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	26
Tabla 4-3:	Promedios de DAC por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	27
Tabla 5-3:	Prueba de Tukey al 5% para la variable Longitud de la raíz de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	29
Tabla 6-3:	Promedios de longitud de raíz por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	30
Tabla 7-3:	Prueba de Tukey al 5% de la variable Peso fresco de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	32
Tabla 8-3:	Promedios de peso fresco por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	33
Tabla 9-3:	Prueba de Tukey al 5% de la variable Peso seco radicular de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	35
Tabla 10-3:	Promedios de peso seco radicular por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	36
Tabla 11-3:	Prueba de Tukey al 5% de la variable Peso seco foliar de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	38
Tabla 12-3:	Promedios de peso seco foliar por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos	39
Tabla 13-3:	Índice de Dickson para la especie <i>Ochroma pyramidale</i>	40

Tabla 14-3:	Índice de Dickson para la especie <i>Cabrlea canjerana</i>	41
Tabla 15-3:	Índice de Dickson para la especie <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Ubicación Geográfica del Ensayo	14
Figura 1-3: Tratamientos de estudio en plántulas de la especie forestal Balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>)	40
Figura 3-3: Tratamientos de estudio en plántulas de la especie forestal batea caspi (<i>Cabrlea canjerana</i>)	41
Figura 4-3: Tratamientos de estudio en plántulas de la especie forestal chuncho (<i>Cedrelinga catenaeformis</i>).....	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable Altura de planta a los 1, 15, 30, 45 y 75 días.....	21
Gráfico 2-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable Altura a los 75 días de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio.....	22
Gráfico 3-3:	Diagrama de caja de bigote para la variable Dac de la planta a los 1, 15, 30, 45 y 75 días.....	24
Gráfico 4-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable DAC a los 75 días de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio.....	25
Gráfico 5-3:	Diagrama de caja para la variable Longitud de la raíz a los 75 días para plantas inoculadas con los diferentes tratamientos en estudio.....	28
Gráfico 6-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable Longitud de la raíz de las plantas inoculadas con los diferentes tratamientos en estudio.....	29
Gráfico 7-3:	Diagrama de caja y bigote para la variable Peso fresco de la planta a los 75 días.....	31
Gráfico 8-3:	Diagrama de caja y bigote de la variable Peso fresco a los 75 días de las pantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio.....	32
Gráfico 9-3:	Diagrama de cajas y bigote de la variable Peso seco radicular a los 75 días	34
Gráfico 10-3:	Diagrama de caja y bigote de la variable Peso seco radicular a los 75 día de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio.....	35
Gráfico 11-3:	Diagrama de caja y bigote de la variable Peso seco foliar a los 75 días.....	37
Gráfico 12-3:	Diagrama de caja y bigote de la variable Peso seco foliar a los 75 días de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FASE DE CAMPO

ANEXO B: APLICACIÓN DEL INÓCULO DE *Trichoderma*

ANEXO C: MEDICIONES DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

ANEXO D: MEDICIONES EN LABORATORIO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

ANEXO E: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS DIFERENTES
VARIABLES

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* como promotores de crecimiento en tres especies forestales: *Cedrelinga catenaeformis*, *Ochroma pyramidale* y *Cabralea canjerana*. La investigación fue desarrollada en el cantón Tena perteneciente a la provincia de Napo; las cepas 1 y 2 de *T. harzianum* se obtuvieron del suelo y de una fracción radicular, respectivamente, las cepas 1 y 2 de *T. longibrachiatum*, se obtuvieron del suelo y de un foliolo; el diseño experimental empleado consistió en bloques completo al azar factorial (DBCA) que constaba de 15 tratamientos con 4 repeticiones; se empleó un sustrato compuesto en un 70% de tierra negra, 25% de arena y 5% de abono orgánico (humus) para la especie forestal balsa, mientras que en las especies forestales de chuncho y batea caspi se empleó un sustrato compuesto en un 40% de tierra agrícola, 30% tierra negra y 30% abono orgánico de café; se realizaron tres aplicaciones de las cepas fúngicas a los 15, 30 y 45 días en las especies forestales con una medida de 50 mL, así como agua destilada para el tratamiento control; se evaluaron las variables: altura, diámetro, longitud de raíz, peso fresco, peso seco foliar, peso seco radicular e índice de Dickson. La cepa 2 de *Trichoderma harzianum* registró mayores valores en el peso fresco y peso seco foliar en *Cedrelinga catenaeformis*, mayor longitud de raíz en *Cabralea canjerana*; mientras que la cepa 2 de *Trichoderma longibrachiatum*, registró mayores valores en la altura y diámetro a la altura del cuello de *Ochroma pyramidale*. Las cepas 2 de ambas especies de *Trichoderma* presentaron mejores efectos en el desarrollo de las especies forestales, por lo que se recomienda usarlas en especies forestales para reforestación.

Palabras clave: <*Trichoderma harzianum*>, <*Trichoderma longibrachiatum*>, <CHUNCHO (*Cedrelinga catenaeformis*)>, <BALSA (*Ochroma pyramidale*)>, <BATEA CASPI (*Cabralea canjerana*)>, <PROPAGACIÓN DE ESPECIES FORESTALES >.


D.B.R.A.I.
Ing. Gustavo Castillo

1950-DBRA-UTP-2022



ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum* as growth promoters in three forest species: *Cedrelinga catenaeformis*, *Ochroma pyramidale*, and *Cabralea canjerana*. The research was developed in the Tena City, Napo Province. Strains 1 and 2 of *T. harzianum* were obtained from the soil and a root fraction, respectively, and strains 1 and 2 of *T. longibrachiatum* were obtained from the soil and from a leaflet. The experimental design used consisted of factorial complete random blocks (DBCA) consisting of 15 treatments with 4 repetitions. A substrate composed of 70% black earth, 25% sand, and 5% organic fertilizer (humus) was used for the balsa forest species, while a substrate composed of 40% agricultural land, 30% black earth, and 30% organic coffee manure in the chuncho and batea Caspi forest species. Three applications of the fungal strains were made at 15, 30 and 45 days in the forest species with a 50 mL measure, as well as distilled water for the control treatment. The variables evaluated were height, diameter, root length, fresh weight, foliar dry weight, root dry weight, and Dickson index. Strain 2 of *Trichoderma harzianum* registered higher values in fresh weight and foliar dry weight in *Cedrelinga catenaeformis*, greater root length in *Cabralea canjerana*. In addition, strain 2 of *Trichoderma longibrachiatum* recorded higher values in height and diameter at the height of the neck of the *Ochroma pyramidale*. Strains 2 of both species of *Trichoderma* presented better effects in the development of forest species. So, it is recommended to use them in forest species for reforestation.

Keywords: <*Trichoderma harzianum*>, <*Trichoderma longibrachiatum*>, <CHUNCHO (*Cedrelinga catenaeformis*)>, <BALSA (*Ochroma pyramidale*)>, <BATEA CASPI (*Cabralea canjerana*)>, <PROPAGATION OF FOREST SPECIES>.



PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

Riobamba, October 18th, 2022

INTRODUCCIÓN

Craig et al. (2015, p. 1), mencionan que el mercado forestal exige plantas de calidad, y ante ello, su producción debe ser sustentable contemplando aspectos ambientales, económicos y sociales; pero la producción de especies forestales se ve afectado debido a la diferencia de crecimiento del material resultante y también a la incidencia de enfermedades en la etapa de vivero que llegan a afectar en etapas tempranas de las plántulas, siendo problemas muy importantes que señalar para el sector forestal.

Además, el uso de agroquímicos como medio de control de plagas y patógenos han afectado las propiedades del suelo de manera directa y a su vez, la calidad de las plantas. En la actualidad, la búsqueda de nuevos métodos y productos que no produzcan daños ambientales en prácticas agrícolas, dio paso al estudio y uso del hongo *Trichoderma* sp. como medio de biocontrol (Utrilla, 2021, pp. 3-4), por ello, *Trichoderma* sp. han pasado a ser relevante por su actividad que resulta de una combinación de micoparasitismo y producción de metabolitos, por lo que se lo definió como promisorios para el control de diversos patógenos del suelo (Stefanova et al., 2012, pp. 509-516).

Este hongo presenta diferentes mecanismos de acción tales como micoparasitismo, resistencia inducida, antibiosis, entre otros, y mientras más variados sean estos el control sobre el patógeno tendrá mayor duración y eficiencia (Infante et al., 2009, pp. 14-21). Tras estudios realizados a este hongo, el *Trichoderma* sp. ha mostrado que a más de servir como agente de biocontrol, también muestra facultades para el crecimiento radial (Bravo et al., 2016, pp. 1-8). El hongo *Trichoderma* sp. es uno de los hongos filamentosos más usados debido a sus beneficios para el control de plagas, enfermedades y así como de bioestimulación radicular y foliar (Báez, 2016, p. 3). A su vez, es un moho cosmopolita que se encuentra de manera natural en plantas, rizósferas de las mismas, sedimentos y en otros sustratos (Benavides, 2017, pp. 1-2).

PROBLEMA

Se han realizado una serie de investigaciones sobre *Trichoderma* sp. en procesos de control biológico y como bioestimulantes, esto en mayor medida en el sector agrícola y en procedimientos forestales ha tenido poco estudio y por ello existe escasa información del uso del hongo *Trichoderma* sp. para el crecimiento y desarrollo de especies forestales como chuncho (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), balsa (*Ochroma pyramidale*) y batea caspi (*Cabrlea canjerana*).

JUSTIFICACIÓN

La diversidad de especies, plantas y microorganismos del Ecuador es una variable para tomar en cuenta al realizar este estudio, pues el género *Trichoderma* sp. comprende un gran número de cepas que se encuentran en una gran variedad de ecosistemas, desde suelos forestales o agrícolas y en todas las latitudes (Martínez et al., 2013, pp. 1-11).

El uso de organismos específicos es un enfoque ecológico y es respetuoso con la naturaleza pues permite superar los problemas provenientes del uso de métodos químicos para el control de plagas. Los beneficios para obtener por la aplicación de *Trichoderma* sp. es la activación de defensas en las plantas, generar la imprimación para prevenir un consumo metabólico excesivo, promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, reducir el pH; solubilización de fosfatos, solubilización de micronutrientes y macronutrientes. Además, las cepas inducen una promoción del sistema radicular, proporcionando así, nichos para el desarrollo del hongo (Brotman et al., 2010, pp. 390-391).

Considerando los grandes beneficios provenientes de *Trichoderma* sp., y su alto valor para los sistemas agrícolas y forestales, así como su enfoque amigable con el ambiente, el presente trabajo tiene el objetivo de estudiar el uso del hongo *Trichoderma* sp. para el crecimiento y desarrollo de tres especies forestales como chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y batea caspi (*Cabranea canjerana*).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto de *Trichoderma* sp. para el desarrollo y crecimiento de tres especies forestales en el cantón Tena, provincia de Napo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* en el desarrollo y crecimiento de chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y batea caspi (*Cabranea canjerana*).
- Evaluar el efecto de *Trichoderma longibrachiatum* en el desarrollo y crecimiento de chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y batea caspi (*Cabranea canjerana*).

HIPÓTESIS NULA

Ninguna de las cepas de *Trichoderma* sp. inciden en el crecimiento y desarrollo de chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y batea caspi (*Cabrlea canjerana*)

HIPÓTESIS ALTERNA

Al menos una de las cepas de *Trichoderma* sp. inciden en el crecimiento y desarrollo de chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y batea caspi (*Cabrlea canjerana*)

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. *Trichoderma* sp.

1.1.1. Generalidades

Brotman et al. (2010, pp. 390-391), dice que el género *Trichoderma* sp. comprende un gran número de cepas de hongos filamentosos, que pueden encontrarse en una gran variedad de ecosistemas. Bissett (1991) y Harman et al. (2004; citados en Argumedo et al., 2009, pp. 257-269), mencionan que algunas especies son de vida libre en el suelo, oportunistas, simbiontes de plantas, y otras son microparásitas e incluso, pueden colonizar varios ambientes debido a su capacidad reproductiva.

Martínez et al. (2013; citado en Castañeda et al., 2017, p. 38), indican que las especies del género *Trichoderma* sp. en referencia a la descripción morfológica y fisiológica son vegetativos y con una pared compuesta por quitina y glucano. Presenta una propagación organizada en grupos con conidios de 3-5 μm de diámetro, generalmente ovalados, unicelulares, generalmente verdes.

Ahora bien, los hongos del género *Trichoderma* sp. han sido explotados para aplicaciones en biotecnología, con lo cual ciertas especies pasan a ser de interés para procesos en producción de proteínas biológicamente importantes y siendo conocidas por la capacidad de producir enzimas degradadoras de celulosa y hemicelulosas, las cuales se utilizan para despolimerizar biomasas a azúcares simples que, a su vez, se convierten en productos como biocombustibles. Los últimos años enfocados en buscar nuevos genes para la regulación enzimática a partir de microorganismos de *Trichoderma* sp. han proporcionado información de interés y que ayudan a evaluar las vías de regulación como respuesta a diversos polímeros vegetales (Castañeda et al., 2017, p. 47).

1.1.2. Taxonomía de *Trichoderma* sp.

NCBI Taxonomy Browser (2020, párr. 1-10), indica que la taxonomía de *Trichoderma* sp. es la que se indica en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Taxonomía *Trichoderma* sp.

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

Fuente: NCBI Taxonomy Browser, 2020

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

1.1.3. Mecanismos de acción de Trichoderma sp.

Las especies del género *Trichoderma* sp. ejercen una acción biocontroladora directa frente al hongo fitopatógeno, entre estos, los principales son:

1.1.3.1. Mecanismo Competencia

Se describe como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante una misma necesidad, pero cuando uno de los organismos la utiliza, se reduce la cantidad o espacio disponible para el otro organismo. El antagonismo antes mencionado promueve propiedades de los agentes de control biológico tales como plasticidad ecológica, tasas de crecimiento y desarrollo, pH, humedad y similares. Cabe mencionar que *Trichoderma* sp. biológicamente adaptado para la colonización agresiva de sustratos en condiciones adversas (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

1.1.3.2. Mecanismo Micoparasitismo

Se define como la simbiosis antagónica entre organismos, en el que están implicadas enzimas estructurales. Las especies de *Trichoderma* sp. presentan un crecimiento quimiotrópicamente hacia el hospedante durante el proceso de micoparasitismo, en este proceso se adhieren a las hifas del mismo y se enrollan en las mismas de manera frecuente y las penetran en ocasiones; esto ocasiona que el fitopatógeno se debilite (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

1.1.3.3. Mecanismo Antibiosis

Es cuando un antibiótico o metabolito tóxico, producto de un microorganismo, actúa directamente sobre otro microorganismo sensible a él. Varios tipos de *Trichoderma* sp. producen metabolitos

secundarios volátiles y no volátiles que inhiben el crecimiento de otros microorganismos sin contacto físico (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

1.1.4. *Trichoderma harzianum*

Según lo citado por Romero et al. (2009, pp. 143-151), mencionan que *T. harzianum* se lo encuentra en varios sustratos orgánicos y suelos, mismos que están adaptados a diferentes condiciones medioambientales lo que facilita su vasta distribución. En el cultivo de hongos comestibles, algunas son inofensivas y otras muy dañinas, por lo que su relación antagónica con los hongos cultivados todavía no está completamente conocida y varía entre especies y cepas.

1.1.4.1. Características

T. harzianum, invade de manera rápida el sustrato con lo que obstaculiza el crecimiento de micelios, esto gracias a la producción de toxinas y antibióticos, otra característica a señalar es el descenso de pH que ocasiona llegando a valores de entre 4-5, lo cual resulta favorable para su desarrollo (Romero et al., 2009, pp. 143-151).

Inicialmente en el desarrollo de *T. harzianum* se observa que el sustrato posee un moho de color blanco virado a verde, posteriormente posee un color gris verde-azulado esto debido a la abundante producción de conidios (Romero et al., 2009, pp. 143-151).

1.1.4.2. Reproducción

Las especies de *T. harzianum* se reproducen asexualmente y pueden usar una variedad de sustratos como fuentes de carbono. Muchas cepas crecen bien en medios sólidos y líquidos y en un amplio rango de temperatura, son resistentes a la baja humedad y crecen en suelos ligeramente ácidos. (Salazar, 2017, p. 13).

1.1.5. *Trichoderma longibrachiatum*

Este es un hongo de rápido crecimiento que generalmente forma colonias blanquecinas que se vuelven gris verdosas con la edad. Puede crecer en un amplio rango de temperatura, pero la temperatura óptima es ≥ 35 °C (Gordillo, 2017, p. 50).

1.1.5.1. Reproducción y hábitat

Es una especie clonal que crece comúnmente en material vegetal que se encuentra en descomposición, cumpliendo un papel ecológico que va desde el de un saprófito estricto a un parásito de otros hongos saprotróficos (Gordillo, 2017, p. 50).

*1.1.5.2. Metabolismo de *Trichoderma longibrachiatum**

T. Longibrachiatum utiliza la celulasa para digerir la celulosa de la biomasa de plantas en descomposición y las quitinasas para digerir las paredes quitinosas de otros hongos. También posee la capacidad de digerir proteínas con la ayuda de proteasas aspárticas, serina proteasas y metaloproteasas, produciendo también muchos metabolitos secundarios incluyendo: dicetopiperazina, terpenos y compuestos similares, peptaiboles, pironas y policétidos (Gordillo, 2017, pp. 50-51).

*1.1.5.3. Uso industrial de *Trichoderma longibrachiatum**

T. longibrachiatum se ha propuesto como un agente de control biológico debido a sus efectos parasitarios y letales sobre los quistes del nematodo *Heterodea avenae*, incluyendo también su uso como parásito fúngico contra enfermedades fúngicas (Gordillo, 2017, p. 51).

1.2. Chunchu (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke)

1.2.1. Generalidades

La especie *Cedrelinga catenaeformis* se halla en formaciones ecológicas de bosque húmedo tropical y bosque húmedo subtropical. Esta especie se distribuye en Surinam, Guyana, Brasil, Ecuador y Perú. En Ecuador se distribuye en toda la región Amazónica. Sus requerimientos climáticos son: altitudes desde los 120 a 180 m s.n.m, con precipitaciones de 1.500 a 3000 mm y con temperaturas de 22 a 28 °C (Ecuador Forestal, 2012, párr. 2).

Esta especie requiere suelos franco arenosos profundos con buen drenaje, también se adapta en suelos franco arcillosos, con pH neutro a ligeramente ácido, no es muy exigente en necesidades nutricionales (Ecuador Forestal, 2012, párr. 3).

1.2.2. Descripción botánica

Árbol que alcanza hasta los 40 metros de altura y de 65 a 150 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Posee un tronco recto y cilíndrico con raíces tablares grandes. Una corteza externa café agrietada verticalmente; corteza interna rosada-cremosa, fibrosa y de sabor dulce. Posee una copa amplia y redondeada, de gran tamaño. Sus hojas son compuestas, alternas con uno o dos pares de pinnas, con 3 pares de folíolos oblicuo-ovado, glabros, pecíolo cilíndrico con una glándula en el ápice. Sus flores son de color verde-amarillentas, en inflorescencias terminales. Por último, su fruto es una vaina o legumbre con una constricción que encierra a cada semilla como cadena (Ecuador Forestal, 2012, párr. 4).

1.2.3. Taxonomía de Chuncho (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke)

Campos (2009; citado en Jiménez, 2015, p. 6), indica que la taxonomía de Chuncho es la que se indica en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Taxonomía Chuncho

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Cedrelinga</i>
Especie	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>

Fuente: Campos, 2009; citado en Jiménez, 2015, p. 6

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

1.2.4. Usos de Chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*)

Se lo puede emplear en construcción estructuras: columnas, vigas, viguetas, cercas; pisos y mangos de escaleras; chapas y tableros contrachapados, puertas, ventanas, cielorosos; molduras, cajonerías de calidad, encofrado de calidad, encofrado y construcción de embarcaciones (Ecuador Forestal, 2012, párr. 5).

1.3. Balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.)

1.3.1. Generalidades

Jorgensen y León (1999; citado en MAE y FAO, 2014, p. 76), mencionan que *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. es un árbol nativo de Galápagos, Costa y Amazonía, distribuyéndose de 0 a 1000 m s.n.m. en las provincias de Galápagos, Los Ríos, Manabí, Napo y Pastaza.

Ochroma pyramidale, según Rojas (2011; citado en Jiménez et al., 2017, pp. 243-250), menciona que es un árbol nativo del trópico americano y con frecuencia se encuentra en áreas intervenidas y degradadas.

Villacís (2012; citado en Jara, 2021, pp. 17-18), *Ochroma pyamidale* es una especie distribuida de forma natural en zonas riparias del sub-trópico ecuatoriano, utilizadas también para reforestar, y en plantaciones forestales, siempre y cuando el lugar presente condiciones climáticas y nutrientes óptimos para su desarrollo.

Witmore (1983) y González et al. (2010; citados en Jiménez et al. 2017, pp. 243-250), mencionan que la balsa es una materia prima renovable con un alto valor económico, esto debido a ser extremadamente liviana, a más de eso, posee una relación resistencia-peso muy alta; además tiene la cualidad de ser tallada con facilidad.

1.3.2. Descripción botánica

Según Rojas et al. (2009; citado en Anchundia, 2021, pp. 7-8), *Ochroma pyramidale* es un árbol de copa caliciforme, con fuste liso, corteza de color gris pálida. Presenta un follaje perennifolio de hojas simples y alternas acorazonadas de 20 a 30 cm de largo con un borde liso. Es una especie hermafrodita, con flores aromáticas, vistosas de 5 pétalos, blancos, pubescentes y con cáliz color verde. Sus frutos son secos con forma de cápsulas dehiscentes, largas, semileñosas y cilíndricas de 14 a 24 cm de longitud recubiertos de lana. Sus semillas son abundantes con forma de pequeñas gotas de 3 a 5 mm de longitud, presentando un color castaño oscuro que se encuentran inmersas en la lana que recubre al fruto.

1.3.3. Taxonomía de Balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.)

Torres (2021), indica que la taxonomía de Balsa es la que se indica en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Taxonomía Balsa

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	<i>Ochroma</i>
Especie	<i>Ochroma pyramidale</i>

Fuente: Torres, 2021

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

1.3.4. Usos de Balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.)

Según De la Torre et al. (2008; citado en MAE y FAO, 2014, p. 76), mencionan que el tallo es usado para fabricar embarcaciones y muelles, elaborar juguetes, artesanías, encofrados, boyas de redes de pesca, escaleras, telares y utensilios de cocina. Del tallo y la corteza se extrae fibra; y su algodón de la semilla se usa para elaborar almohadas, colchones, entre otros.

1.4. Batea caspi (*Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart.)

1.4.1. Generalidades

Según Pennington (1981; citado en Lora, 2014, p. 13), menciona que en Brasil la especie se encuentra representada por dos subespecies: *Cabrlea canjerana* subespecie *canjerana*, que tiene forma arbórea y se encuentra en bosques de galería y bosques; y *Cabrlea canjerana* subespecie *polytricha*, que es más arbustivo y se encuentra restringido a regiones continentales donde hay un predominio de suelos pobres y un clima más seco y cálido.

De igual manera, Villalobos (2011, p. 47), menciona que la subespecie que se encuentra en Bolivia es *Cabrlea canjerana* subsp. *canjerana*, misma que se puede encontrar entre los 190 a 2200 m; presente en bosque amazónico pluviestacionas, bosque siempreverde estacional, bosque de piedemonte y bosque manto húmedo. Puede ser encontrada como planta pionera en bosques secundarios, mostrando una preferencia por suelos arcillosos a limosos, ricos en nutrientes, bien drenados, incluso con pedregosidad elevada.

Lora (2014, pp. 13-14), menciona que la especie puede clasificarse como una especie pionera, secundaria tardía o clímax tolerante a la sombra.

MAAE, MAG y PNUD (2021, p. 13), mencionan a *Cabralea canjerana* como una especie de la Amazonía, que se la puede encontrar desde zonas bajas hasta 1.200 (-1.900) m s.n.m. Siendo una especie introducida en el noroccidente desde la Amazonía.

1.4.2. Descripción botánica

Cabralea canjerana (Vell.) Mart. es un árbol de hasta 30 m de altura. Presenta una corteza externa en árboles jóvenes, también en ramas de árboles adultos, color gris y ligeramente fisurado, en árboles adultos se presenta de una manera agrietada con tejido muerto suave (MAAE, MAG y PNUD, 2021, p. 13).

En cuanto a sus hojas, son pinnadas, presenta foliolos falcados, de manera desiguales en la base. Su fruto es una cápsula carnosa (MAAE, MAG y PNUD, 2021, p. 13).

1.4.3. Taxonomía de *Batea caspi* (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.)

SiBBr (2020, párr. 1), indica que la taxonomía de *Batea caspi* es la que se indica en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Taxonomía *Batea caspi*

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Meliaceae
Género	<i>Cabralea</i>
Especie	<i>Cabralea canjerana</i>

Fuente: SiBBr, 2020

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

1.4.4. Usos de *Batea caspi* (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.)

Cabralea canjerana (Vell.) Mart. es utilizado para la construcción, en Ecuador se utiliza para contrachapados. Localmente se considera superior al cedro español (*Cedrela* sp.) en calidad (ITTO, 2013, párr. 4).

Según PIAF-EI Ceibo (2000) y Reynel et al. (2003; citados en Villalobos, 2011, p. 47), mencionan que la madera es considerada de un alto valor comercial, pues es apreciada por su excelente durabilidad y trabajabilidad, siendo cotizada para carpintería y ebanistería como madera aserrada.

Por otra parte, Bernardi (1985; citado en Villalobos, 2011, p. 47), dice que debido al tanino y resina que posee no se pudre bajo tierra, por lo que es ocupado para postes y piezas expuestas a la intemperie. En cuanto a su corte y sobre todo su raíz, se utiliza como febrífugo, emético, narcótico y abortivo.

1.5. Propagación de las especies forestales en estudio

Recalde (2015, p. 56), menciona que la propagación de la especie forestal chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*) en vivero mediante siembra directa en funda empleando semillas sin vaina presentó mayor porcentaje de germinación, por lo que se recomienda la propagación de la especie forestal en mención, mediante semillas.

La especie forestal balsa (*Ochroma pyramidale*) tiene un sistema de propagación netamente sexual, es decir por semillas, debido a que no se conoce otro método conocido y recomendado (González et al., 2010, p. 8).

Fundación Ishpingo (2008, p. 30), menciona que la propagación de la especie forestal batea caspi (*Cabralea canjerana*) es difícil de hacer germinar la semilla, por ello es recomendable sembrar en sombra tapado con hojas de palma u hojarascas.

1.6. Sustratos

Almeida (2020, p. 9), menciona que es una mezcla de componentes vegetales, turba, pasto y arena que brinda las mejores condiciones para el crecimiento de las plantas, mencionando además que es un ambiente de bajo impacto ambiental y tiene una adecuada relación beneficio/costo. en cuanto a los sistemas de producción.

También se menciona que, para obtener resultados favorables, el sustrato debe contar con las siguientes características:

1. Ser lo suficientemente denso y firme para sostener en un sitio las plantas o estacas, y por consiguiente durante la germinación o el enraizamiento.
2. Retener humedad para evitar un riego frecuente.
3. Debe ser lo suficientemente poroso para permitir que escape el exceso de agua, permitiendo que el oxígeno fluya hacia las raíces.
4. Poseer un bajo contenido de sales (Almeida, 2020, p. 10).

1.7. Labores de campo

1.7.1. Trasplante

El trasplante es la acción de trasladar una planta que se encuentra en crecimiento en un almácigo, hacia un lugar más amplio, y es importante que se lo realice cuando la planta cuente con 4 a 6 hojas verdaderas (Fundación Alternativas, 2015, pp. 10-20).

1.7.2. Riego

Es la labor cultural de mayor importancia, de ello depende el crecimiento y desarrollo de las plantas, es recomendable realizarlo temprano en la mañana o en horas de la tarde cuando el sol se haya escondido para evitar la evaporación del agua, también se debe tener en cuenta que no se debe regar directamente a las hojas pues se pueden quemar las mismas (Fundación Alternativas, 2015, pp. 10-20).

1.7.3. Deshierbe

El deshierbe consta de retirar plantas no deseadas conocidas como plantas arvenses, las cuales pueden causar desventaja a la producción del vivero, esto debido a que se genera una competencia por nutrientes, agua, sol e incluso puede influir en la aparición de plagas (Fundación Alternativas, 2015, pp. 10-20).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Características del lugar

2.1.1. Localización

La presente investigación se realizó en la Parroquia Tena, perteneciente al cantón Tena, Provincia de Napo.

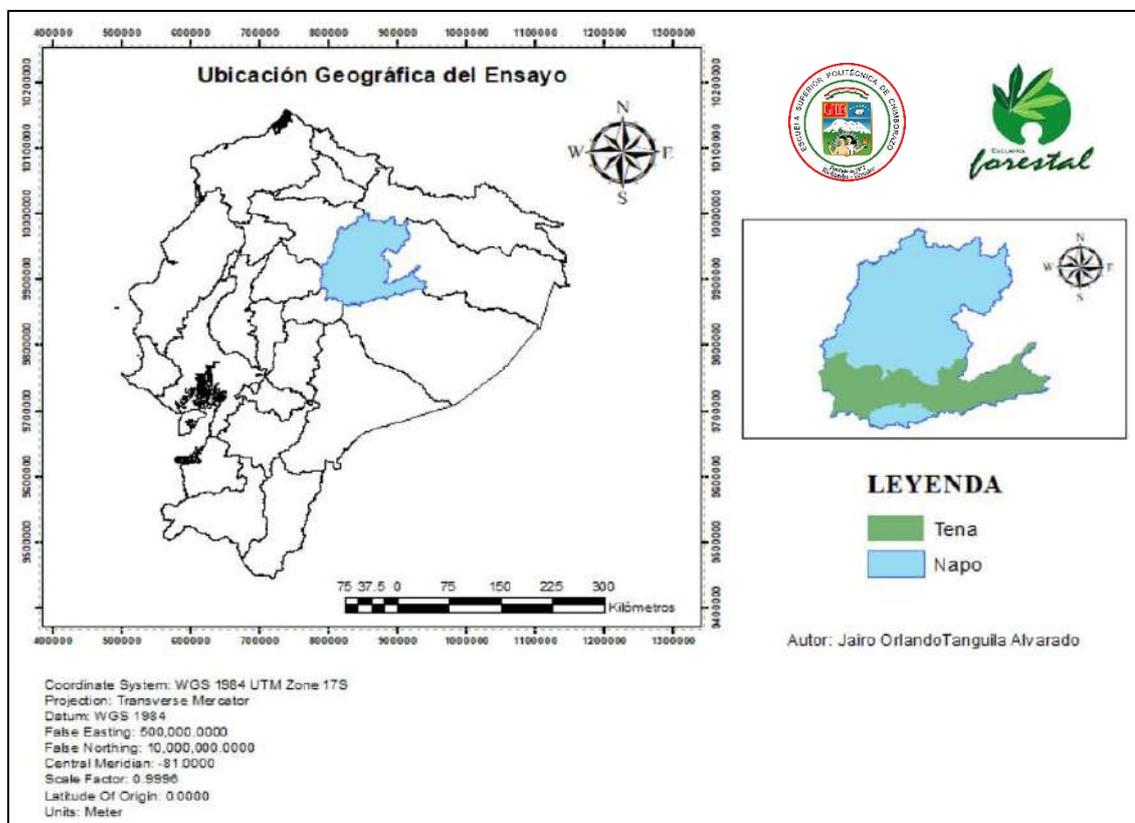


Figura 1-2. Ubicación Geográfica del Ensayo

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

2.1.2. Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizó en la Parroquia Tena, Cantón Tena, la misma se encuentra a una altitud de 665 m s.n.m., las coordenadas fueron tomadas con la aplicación GPS Tools™ para teléfonos celulares en el sistema UTM, coordenadas X: -0.9688581 e Y: -77.8212841.

Respecto al clima, el GADM-Tena (2015, p. 117), menciona que la temperatura es de 24,48 °C – 23,41 °C, con una precipitación de 4600 mm – 800 mm, una humedad relativa de 90,27% - 87,73%.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales y equipo de campo

Libreta de campo, lápiz, fundas plásticas (vivero), regadera, cámara fotográfica, teléfono celular.

2.1.1. Materiales, equipo y reactivos de laboratorio, material biológico

- Erlenmeyer, papel aluminio, palillos, sorbetes, jugo V8, Carbonato de calcio, Agar.
- Autoclave, Cámara de flujo laminar, Incubadora, Agitador magnético, Balanza digital.
- Papa dextrosa agar (PDA), NaCl, Cloranfenicol, Alcohol 70%. Agua destilada, Lactoglicerol.
- Plántulas de especies forestales en estudio, Aislados fúngicos de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum*.

A continuación, se presenta información sobre las cepas de *T. harzianum* y *T. longibrachiatum* que fueron utilizadas, perteneciente al proyecto “Estudio de *Trichoderma* spp. en viveros forestales en la provincia de Chimborazo y Suelos Agrícolas en Santa Cruz, Islas Galápagos”.

Tabla 1-2: Información de las cepas de *T. harzianum* y *T. longibrachiatum*

CÓDIGO ORIGINAL	CÓDIGO DE ENSAYO	AÑO	ORIGEN	LUGAR DE LA MUESTRA	MÉTODO DE AISLAMIENTO
MTST2R1 (1)	TH1	2019	Suelo	Vivero forestal ESPOCH	Diluciones seriadas
P3B	TH2	2019	Fracción radicular	Fragmento de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	Inclusión directa de fragmento
MTST2R3 (1)	TL1	2019	Suelo	Vivero forestal ESPOCH	Diluciones seriadas
H329	TL2	2020	Foliolo	Fragmento de Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	Inclusión directa de fragmento

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

2.2.2. Materiales y equipos de oficina

Computadora, impresora, hojas, libreta, lápiz, borrador.

2.3. Metodología

2.3.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar factorial (DBCA); con los siguientes factores:

Tabla 2-2: Diseño experimental del estudio

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR	
NÚMERO DE BLOQUES	4
FACTOR A	Especies forestales <ul style="list-style-type: none">• Chuncho (<i>Cedrelinga catenaeformis</i>)• Balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>)• Batea caspi (<i>Cabralea canjerana</i>)
FACTOR B	Especies de <i>Trichoderma</i> sp. <ul style="list-style-type: none">• <i>Trichoderma harzianum</i>• <i>Trichoderma longibrachiatum</i>
FACTOR C	Cepas de <i>Trichoderma</i> sp. <ul style="list-style-type: none">• <i>Trichoderma harzianum</i> cepa 1• <i>Trichoderma harzianum</i> cepa 2• <i>Trichoderma longibrachiatum</i> cepa 1• <i>Trichoderma longibrachiatum</i> cepa 2
SEPARACIÓN DE MEDIAS	Test de Tukey al 5%

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

2.3.2. Especificaciones del campo experimental

Tabla 3-2: Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos	15
Número de repeticiones	4
Número total de unidades experimentales	150
Forma de parcela	Rectangular
Largo	330 cm
Ancho	80 cm
Distancia entre parcelas	1,25 cm

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

2.3.3. Tratamientos

A continuación, se presenta cada tratamiento con el respectivo inóculo y especie:

Tabla 4-2: Inóculo según el tratamiento y especie

Tratamiento	Inóculo	Especie
T1	<i>Trichoderma harzianum</i> 1	Balsa
T2	<i>Trichoderma harzianum</i> 2	Balsa
T3	<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1	Balsa
T4	<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 2	Balsa
T5	Agua (Testigo)	Balsa
T6	<i>Trichoderma harzianum</i> 1	Batea caspi
T7	<i>Trichoderma harzianum</i> 2	Batea caspi
T8	<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1	Batea caspi
T9	<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 2	Batea caspi
T10	Agua (Testigo)	Batea caspi
T11	<i>Trichoderma harzianum</i> 1	Chuncho
T12	<i>Trichoderma harzianum</i> 2	Chuncho
T13	<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 1	Chuncho
T14	<i>Trichoderma longibrachiatum</i> 2	Chuncho
T15	Agua (Testigo)	Chuncho

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

2.3.4. Distribución de ensayo

A continuación, se presenta la distribución del ensayo en campo:

Tabla 5-2: Distribución de ensayo en campo

R1	R2	R3	R4
T1R1	T15R2	T4 R3	T14R4
T2R1	T14 R2	T5 R3	T13 R4
T3 R1	T13 R2	T6 R3	T12 R4
T4 R1	T12 R2	T7 R3	T9 R4
T5 R1	T11 R2	T8 R3	T10 R4
T6 R1	T10 R2	T9 R3	T11 R4
T7 R1	T9 R2	T10 R3	T8 R4
T8 R1	T6 R2	T11 R3	T7 R4
T9 R1	T8 R2	T12 R3	T6 R4
T10 R1	T7 R2	T13 R3	T1 R4
T11 R1	T5 R2	T14 R3	T4 R4
T12 R1	T4 R2	T15 R3	T3 R4
T13 R1	T3 R2	T1 R3	T2 R4
T14 R1	T2 R2	T3 R3	T15 R4
T15 R1	T1 R2	T2R3	T5 R4

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

2.3.5. Fase de campo

2.3.5.1. Descripción de las especies forestales

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Napo, Cantón Tena, con tres especies forestales: chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y batea caspi (*Cabrlea canjerana*).

2.3.5.2. Características del sustrato empleado

El sustrato empleado en balsa (*Ochroma pyramidale*) contenía las siguientes proporciones: 70% tierra negra, 25% de arena y 5% abono orgánico (humus).

El sustrato empleado en las especies de chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*) y batea caspi (*Cabrlea canjerana*) contenía las siguientes proporciones: 40% tierra agrícola, 30% tierra negra y 30% abono orgánico de café.

2.3.5.3. Inoculación de *Trichoderma* sp. en las diferentes especies forestales en estudio

La aplicación de *Trichoderma* sp. se realizó con una jeringa de 60 mL, las cepas fueron aplicadas al sustrato de especies forestales chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y batea caspi (*Cabrlea canjerana*), mismas que se aplicaron a los 15 días de haber realizado el trasplante de las plántulas, a los 30 días y la última a los 45 días.

Para la inoculación de las especies de *Trichoderma* sp. fue colocada en una cantidad de 50 mL para *Trichoderma harzianum* cepa 1 y 2, *Trichoderma longibrachiatum* cepa 1 y 2, así como el agua destilada para cada tratamiento de manera directa a las plántulas.

2.3.6. Variables evaluadas

Para evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum* se midió las siguientes variables:

2.3.6.1. Altura de la planta

Se midieron las alturas de 600 especímenes después de 1, 15, 30, 45 y 75 días, es decir, desde la parte inferior del tallo hasta la parte superior de la planta.

2.3.6.2. Diámetro del tallo (DAC)

El DAC de cada unidad de prueba se tomaron de los tallos principales a la altura del cuello de la planta usando un calibrador a los días 1, 15, 30, 45 y 75, siendo el día 1 sin aplicación, posterior a la aplicación de *Trichoderma* y agua destilada.

2.3.6.3. Longitud de la raíz

Después de 75 días, las raíces se midieron desde el cuello hasta el extremo distal y las medidas se verificó con una cinta métrica desde el cuello de la raíz.

2.3.6.4. Masa fresca radicular y parte aérea

Para el pesaje se trasladó 3 ejemplares por unidad experimental de cada uno de los tratamientos al laboratorio de la ESPOCH, la masa fresca foliar y masa fresca radicular se tomó de la planta mediante un muestreo destructivo, se utilizó una balanza analítica RAD WAD, AS 220.R2 en gramos.

2.3.6.5. Masa seca radicular y parte aérea

Los datos de masa seca radicular y foliar fueron tomados utilizando una balanza analítica RAD WAD, AS 220.R2 en gramos después de pasar por el secado en la estufa HDM P SELECTA® a una temperatura de 60 °C durante 48 horas.

2.3.6.6. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Según González et al. (1996) y García (2007; citados en Sáenz, 2014, pp. 100-102), menciona que el ICD permite evaluar de mejor manera las diferencias morfológicas entre las plantas de una muestra y que a su vez, permite indicar la calidad de la planta, esto se debe a que representa el equilibrio de distribución de masa y vitalidad que permite descartar la muestras que tengan una menor altura pero que cuenten con mayor vigor. Se calcula con la siguiente fórmula:

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

2.3.7. Análisis estadístico

Para procesar los datos obtenidos se utilizó una plantilla formato (.xlsx), consecuentemente se usó el software “R.versión 4.1.1” en la que se efectuó un estudio de estadística descriptiva e inferencial para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo resultados en diagramas de cajas y bigotes (bloxplot).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de la planta a los 1, 15, 30, 45 y 75 días

En el Gráfico 1-3 se observó que a los 1, 15, 30, 45 y 75 días no se evidenció un efecto claro en la variable altura de planta por parte de los tratamientos.

Para conocer cuál de las cepas de *Trichoderma* aplicadas tuvo mayor incidencia en la variable de altura en referencia a las especies forestales, se realizó un boxplot a los 75 días (**Gráfico 1-3**).

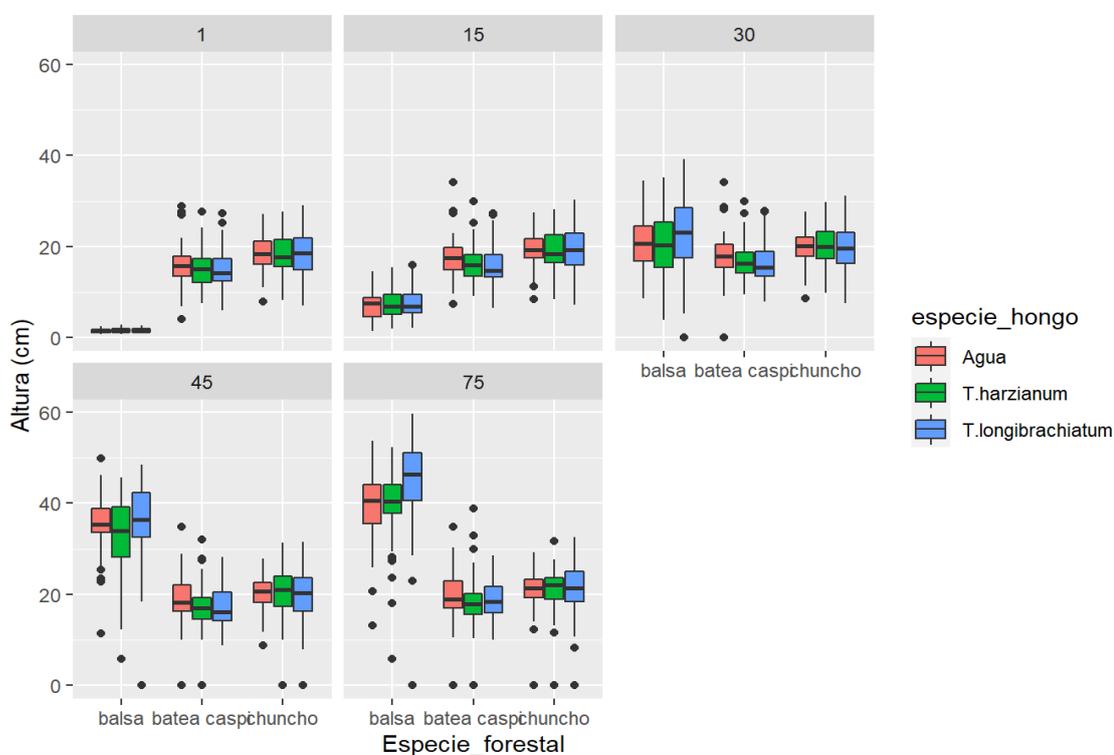


Gráfico 1-3. Diagrama de caja y bigote para la variable Altura de planta a los 1, 15, 30, 45 y 75 días

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que las plantas de balsa inoculadas con *T. harzianum* cepa 2 presentaron un mejor comportamiento mientras que en batea caspi y chuncho no tuvieron efecto. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 1 y 2 en balsa mostraron un mejor efecto a diferencia de batea caspi y chuncho donde no se visualizó el efecto del mismo (**Gráfico 2-3**).

El análisis de varianza mostró diferencia significativa menor a ($P= 2 \times 10^{-16}$) para la variable especie forestal, a su vez, también se mostró una diferencia significativa de $P= 0,00315$ para la variable bloque mientras que, para las demás fuentes de variación no existieron diferencias estadísticas (ANEXO E).

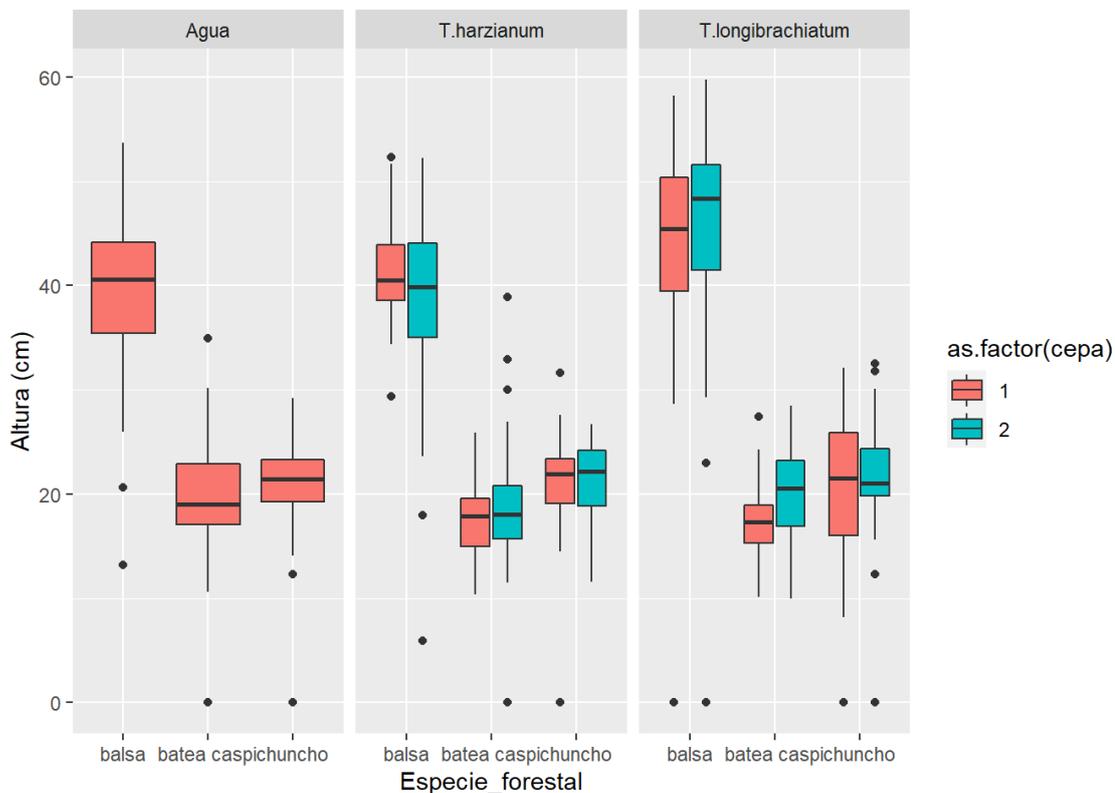


Gráfico 2-3. Diagrama de caja y bigote para la variable Altura a los 75 días de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

La prueba de Tukey al 5% para la variable altura reflejó 2 grupo y mostró mayor efecto en la especie forestal balsa con el tratamiento *Trichoderma longibrachiatum* de la cepa 2 con un promedio de 45,24 cm, por otro lado, la especie forestal y tratamiento que presentó menor altura fue la batea caspi con la inoculación *Trichoderma longibrachiatum* cepa 1 con un promedio de 17,46 cm (Tabla 1-3).

Tabla 1-3: Prueba de Tukey al 5% de la variable Altura de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

TRATAMIENTOS DE ESTUDIO	MEDIA ARITMÉTICA (cm)	GRUPO
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :2	45,24	a ¹
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :1	44,10	a
balsa: <i>T.harzianum</i> :1	41,63	a
balsa:Agua:1	39,27	a
balsa: <i>T.harzianum</i> :2	38,50	a
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :2	21,29	b
chuncho: <i>T.harzianum</i> :2	21,24	b
chuncho: <i>T.harzianum</i> :1	21,05	b
chuncho:Agua:1	20,91	b
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :1	20,89	b
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :2	20,16	b
batea caspi:Agua:1	19,73	b
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :2	18,49	b
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :1	17,69	b
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :1	17,46	b

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el período de tiempo a los 75 días, la especie forestal balsa alcanzó una altura superior con un promedio de 45,24 cm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2, mientras que la menor altura reflejó un promedio de 38,50 cm_mismas que fueron tratadas con *T. harzianum* cepa 2. Por otra parte, la especie forestal batea caspi alcanzó una altura superior con un promedio de 20,16 cm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2, mientras que la mejor altura reflejó un promedio de 17,46 cm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 1. Por último, la especie forestal chunco alcanzó una altura superior con un promedio de 21,29 cm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2, mientras que la menor altura reflejó un promedio de 20,89 cm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 1 (**Tabla 2-3**).

Tabla 2-3: Promedios de altura por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

Especie forestal	Cepa	Promedio de Altura (cm)
Balsa	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	45,24
Balsa	<i>T. harzianum</i> cepa 2	38,50
Batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	20,16
Batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	17,46
Chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	21,29
Chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	20,89

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

3.2. Diámetro a la altura del cuello (DAC) de la planta a los 1, 15, 30, 45 y 75

En el Gráfico 3-3 se puede apreciar que en los períodos de evaluación a los 1, 15, 30, 45 y 75 días no se evidenció un efecto claro en la variable DAC por parte de los tratamientos.

Para conocer cuál de las cepas de *Trichoderma* aplicadas tuvo mayor incidencia en la variable de DAC en referencia a las especies forestales, se realizó un boxplot a los 75 días (**Gráfico 3-3**).

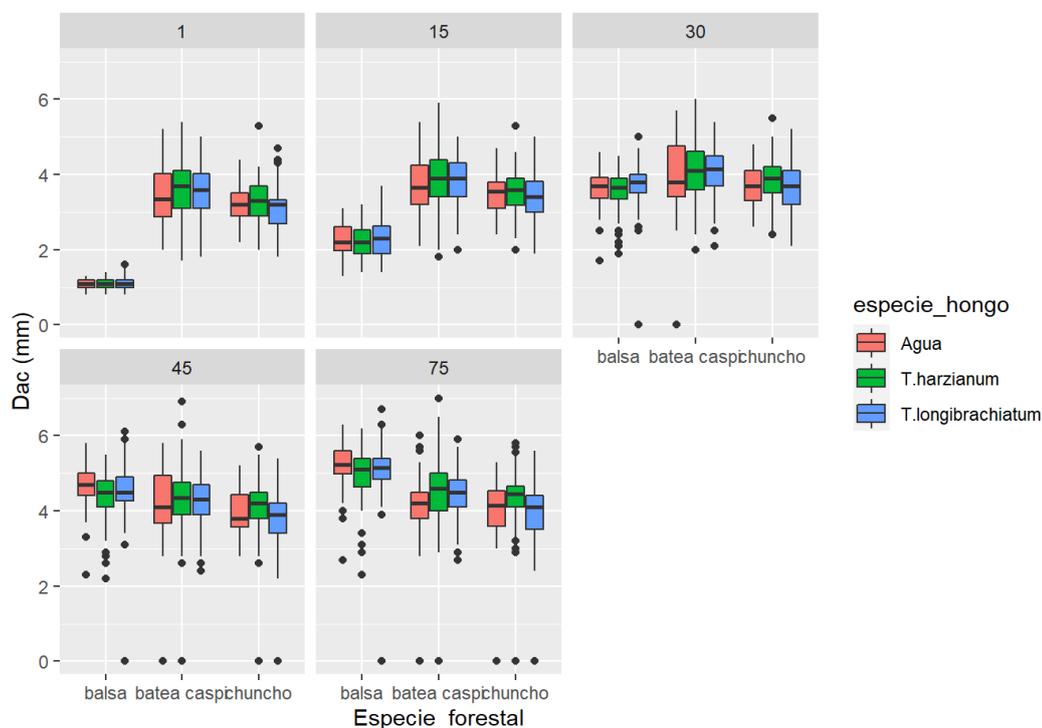


Gráfico 3-3. Diagrama de caja de bigote para la variable Dac de la planta a los 1, 15, 30, 45 y 75 días

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que las plantas de balsa inoculadas con *T. harzianum* cepa 1 presentaron un mejor comportamiento mientras que en batea caspi y chuncho no tuvieron efecto. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 2 en balsa presentaron un mejor efecto a diferencia de batea caspi y chuncho donde no se visualizó el mismo efecto (Gráfico 4-3).

El análisis de varianza mostró diferencia significativa con un valor de ($P= 1 \times 10^{-79}$) para la variable especie forestal mientras que, para las demás fuentes de variación no existieron diferencias estadísticas (ANEXO E).

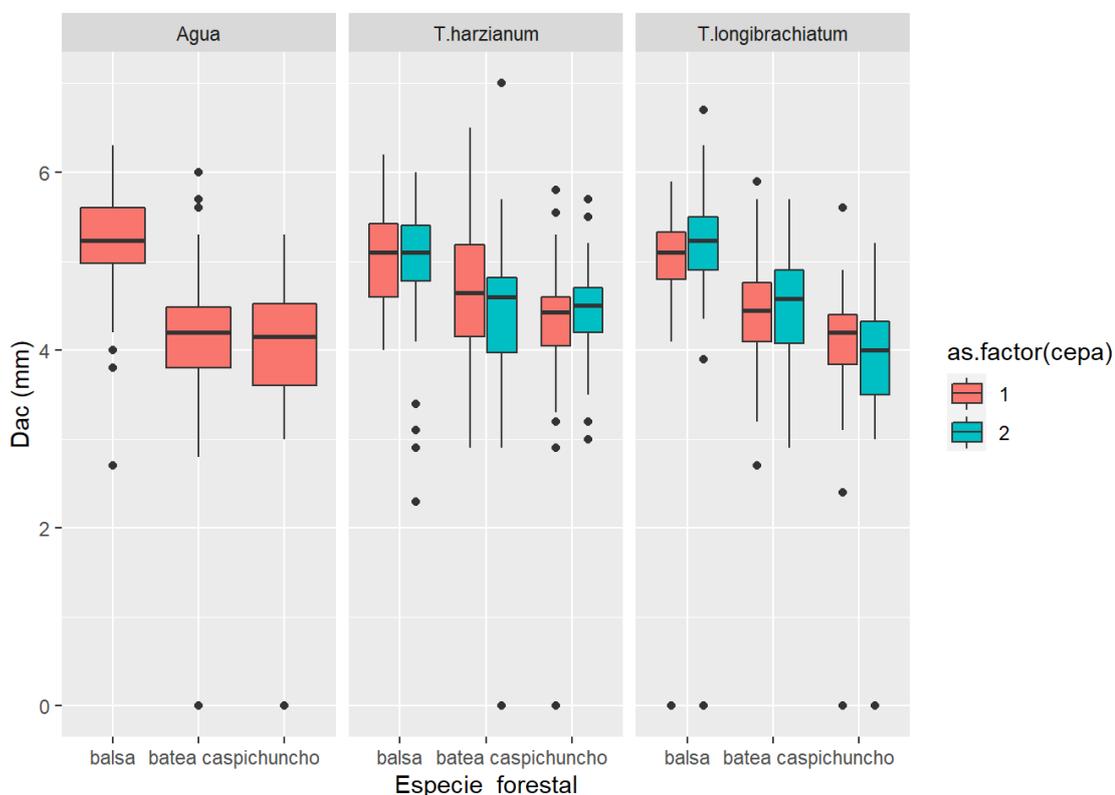


Gráfico 4-3. Diagrama de caja y bigote para la variable DAC a los 75 días de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio.

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

La prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro reflejó 4 grupo y mostró mayor efecto en la especie forestal chuncho con el tratamiento *Trichoderma longibrachiatum* de la cepa 2 con un promedio de 5,13 mm, por otro lado, la especie forestal y tratamiento que presentó un menor diámetro fue el chuncho con la inoculación *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 con un promedio de 3,87 mm (Tabla 3-3).

Tabla 3-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable DAC de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

TRATAMIENTOS DE ESTUDIO	MEDIA ARITMÉTICA (mm)	GRUPO
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :2	5,13	a ¹
balsa:Agua:1	5,13	a
balsa: <i>T.harzianum</i> :1	5,07	ab
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :1	4,95	abc
balsa: <i>T.harzianum</i> :2	4,93	abc
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :1	4,62	abcd
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :2	4,44	abcd
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :1	4,42	abcd
chuncho: <i>T.harzianum</i> :2	4,42	abcd
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :2	4,29	abcd
chuncho: <i>T.harzianum</i> :1	4,24	bcd
batea caspi:Agua:1	4,15	cd
chuncho:Agua:1	4,06	d
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :1	4,03	d
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :2	3,87	d

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el período de tiempo a los 75 días, la especie forestal balsa alcanzó un diámetro superior con un promedio de 5,13 mm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2, mientras que el menor diámetro reflejó un promedio de 4,93 mm mismas que fueron tratadas con *T.harzianum* cepa 2. Por otra parte, la especie forestal batea caspi alcanzó un diámetro superior con un promedio de 4,62 mm mismas que fueron tratadas con *T.harzianum* cepa 1, mientras que el menor diámetro reflejó un promedio de 4,15 mm mismas que fueron tratadas con Agua (testigo). Por último, la especie forestal chuncho alcanzó un diámetro superior con un promedio de 4,42 mm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2, mientras que el menor diámetro altura reflejó un promedio de 3,87 mm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2 (Tabla 4-3).

Tabla 4-3: Promedios de DAC por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

Especie forestal	Cepa	Promedio de DAC (mm)
Balsa	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	5,13
Balsa	<i>T.harzianum</i> cepa 2	4,93
Batea caspi	<i>T.harzianum</i> cepa 1	4,62
Batea caspi	Agua (testigo)	4,15
Chuncho	<i>T.harzianum</i> cepa 2	4,42
Chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	3,87

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

3.3. Longitud radicular a los 75 días

A los 75 días, las plantas de chuncho inoculadas con Agua (testigo) presentaron una longitud radicular media de 15,36 cm seguido de las plántulas de batea caspi inoculadas con *T. harzianum* que presentaron una longitud radicular media de 15,33 cm y, por último, las plantas de balsa inoculadas con *T. longibrachiatum* presentaron una longitud radicular media de 13,76 (**Gráfico 5-3**).

Para conocer cuál de las cepas de *Trichoderma* aplicadas tuvo mayor incidencia en la variable de longitud radicular en referencia a las especies forestales, se realizó un boxplot a los 75 días (**Gráfico 5-3**).

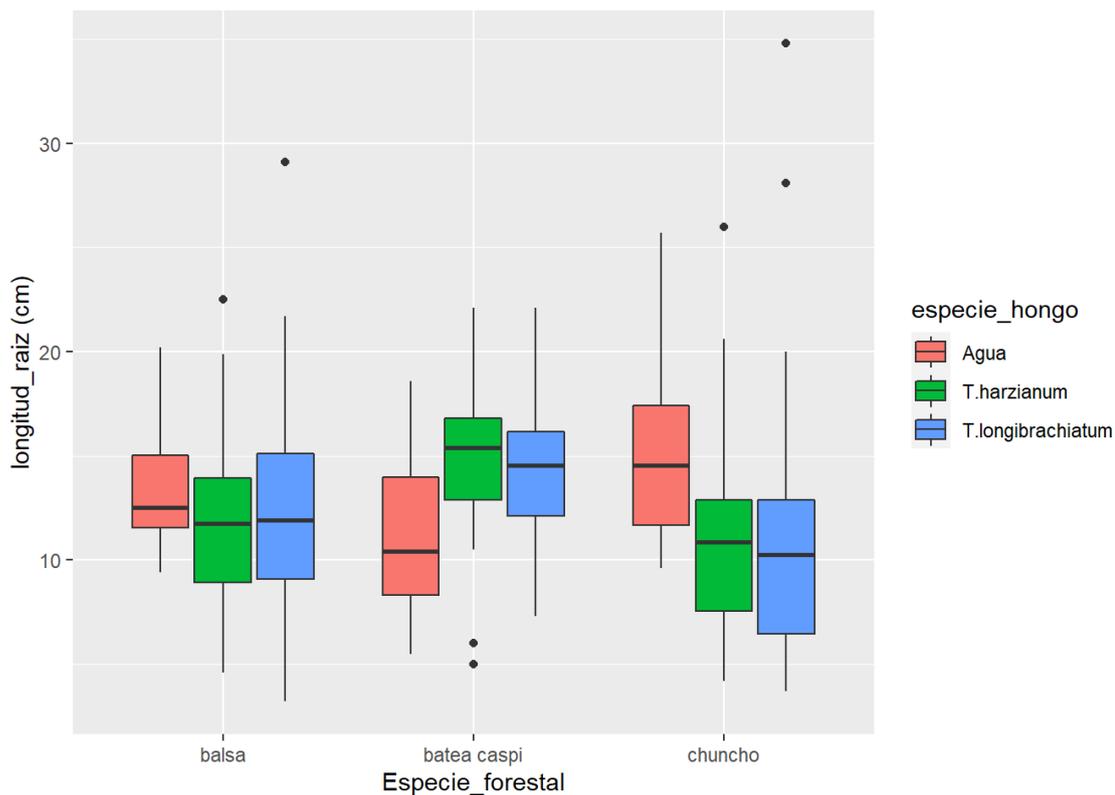


Gráfico 5-3. Diagrama de caja para la variable Longitud de la raíz a los 75 días para plantas inoculadas con los diferentes tratamientos en estudio

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que las plantas de batea caspi inoculadas con *T. harzianum* cepa 2 presentaron un mejor comportamiento mientras que en balsa y chuncho no tuvieron efecto. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 1 en chuncho mostraron un mejor efecto a diferencia de balsa y batea caspi (**Gráfico 6-3**).

El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias significativas para todas las fuentes de variación (**ANEXO E**).

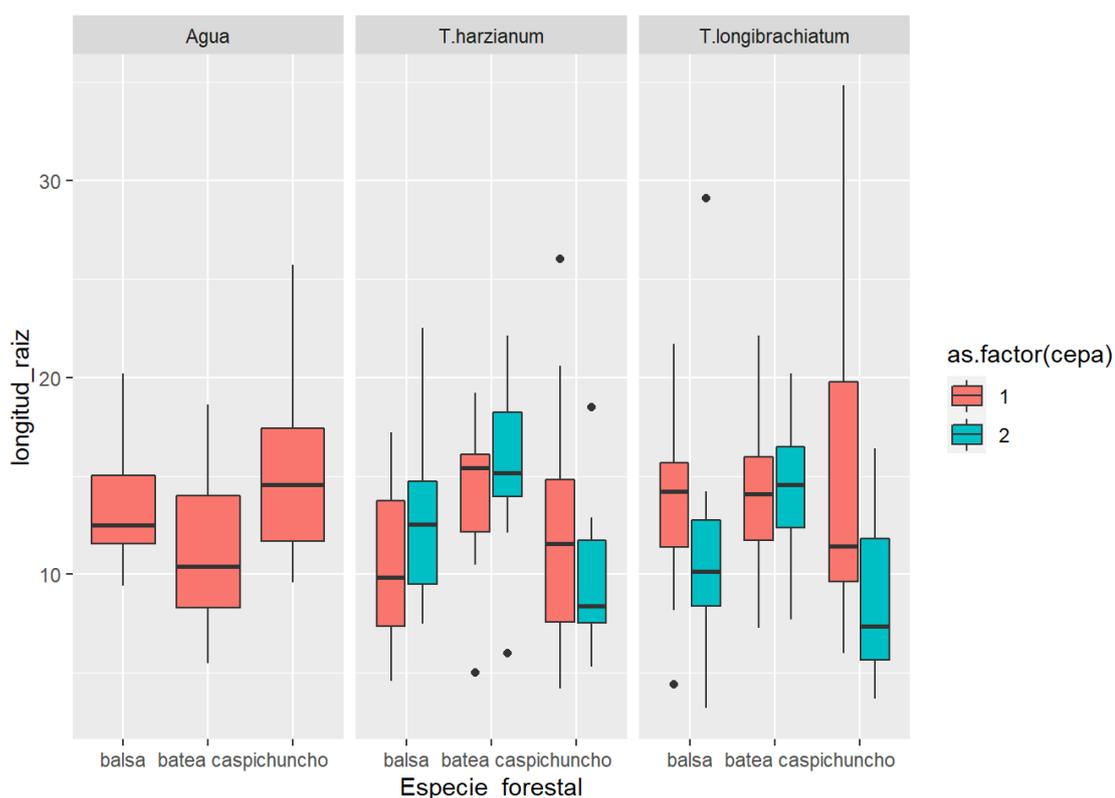


Gráfico 6-3. Diagrama de caja y bigote para la variable Longitud de la raíz de las plantas inoculadas con los diferentes tratamientos en estudio

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

La prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de raíz reflejó 1 grupo y mostró mayor efecto en la especie forestal chuncho con el tratamiento Agua con un promedio de 15,36 cm, por otro lado, la especie forestal y tratamiento que presentó una menor longitud de raíz fue el chuncho con la inoculación *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 con un promedio de 8,64 cm (**Tabla 5-3**).

Tabla 5-3: Prueba de Tukey al 5% para la variable Longitud de la raíz de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

TRATAMIENTOS DE ESTUDIO	MEDIA ARITMÉTICA (cm)	GRUPO
chuncho:Agua:1	15,36	a ¹
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :2	15,33	a
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :1	14,93	a
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :2	14,54	a
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :1	14,08	a
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :1	13,94	a
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :1	13,76	a
balsa:Agua:1	13,42	a

balsa: <i>T.harzianum</i> :2	13,24	a
chuncho: <i>T.harzianum</i> :1	12,58	a
batea caspi:Agua:1	11,38	a
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :2	11,27	a
balsa: <i>T.harzianum</i> :1	10,60	a
chuncho: <i>T.harzianum</i> :2	9,77	a
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :2	8,64	a

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el período de tiempo a los 75 días, la especie forestal balsa alcanzó una longitud de raíz superior con un promedio de 13,76 cm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 1, mientras que la menor longitud reflejó un promedio de 10,60 cm mismas que fueron tratadas con *T.harzianum* cepa 1. Por otra parte, la especie forestal batea caspi alcanzó una longitud de raíz superior con un promedio de 15,33 cm mismas que fueron tratadas con *T.harzianum* cepa 2, mientras que la menor longitud reflejó un promedio de 11,38 cm mismas que fueron tratadas con Agua (testigo). Por último, la especie forestal chuncho alcanzó una longitud de raíz superior con un promedio de 15,36 cm mismas que fueron tratadas con Agua (testigo), mientras que la menor longitud reflejó un promedio de 8,64 cm mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2 (Tabla 6-3).

Tabla 6-3: Promedios de longitud de raíz por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

Especie forestal	Cepa	Promedio de longitud de raíz (cm)
Balsa	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	13,76
Balsa	<i>T.harzianum</i> cepa 1	10,60
Batea caspi	<i>T.harzianum</i> cepa 2	15,33
Batea caspi	Agua (testigo)	11,38
Chuncho	Agua (testigo)	15,36
Chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	8,64

Realizado por: anguila Jairo, 2022

3.4. Peso fresco de la planta a los 75 días

A los 75 días, las plantas de balsa inoculadas con *T. longibrachiatum* presentaron una longitud radicular media de 15,36 cm seguido de las plántulas de batea caspi inoculadas con *T. harzianum* presentaron una longitud radicular media de 15,33 cm y, por último, las plantas de balsa

inoculadas con *T. longibrachiatum* presentaron una longitud radicular media de 13, 76 (**Gráfico 7-3**).

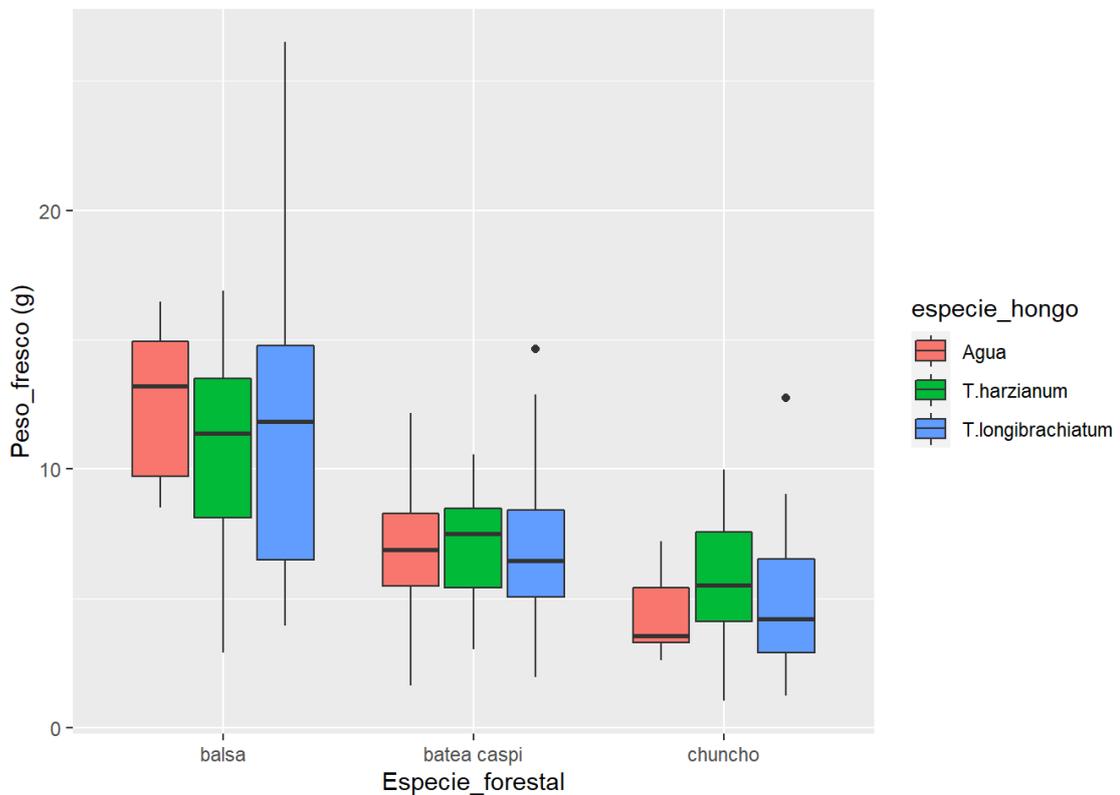


Gráfico 7-3. Diagrama de caja y bigote para la variable Peso fresco de la planta a los 75 días

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que las plantas de balsa inoculadas con *T. harzianum* cepa 2 presentaron un mejor comportamiento mientras que en batea caspi y chuncho no tuvieron efecto. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 2 en balsa mostraron un mejor comportamiento a diferencia de chuncho y batea caspi dónde no se visualizó el mismo efecto (**Gráfico 8-3**).

El análisis de varianza mostró diferencia significativa menor a ($P= 1 \times 10^{-12}$) para la variable especie forestal, a su vez, también se mostró una diferencia significativa de $P= 0,0446$ para la variable bloque mientras que, para las demás fuentes de variación no existieron diferencias estadísticas (**ANEXO E**).

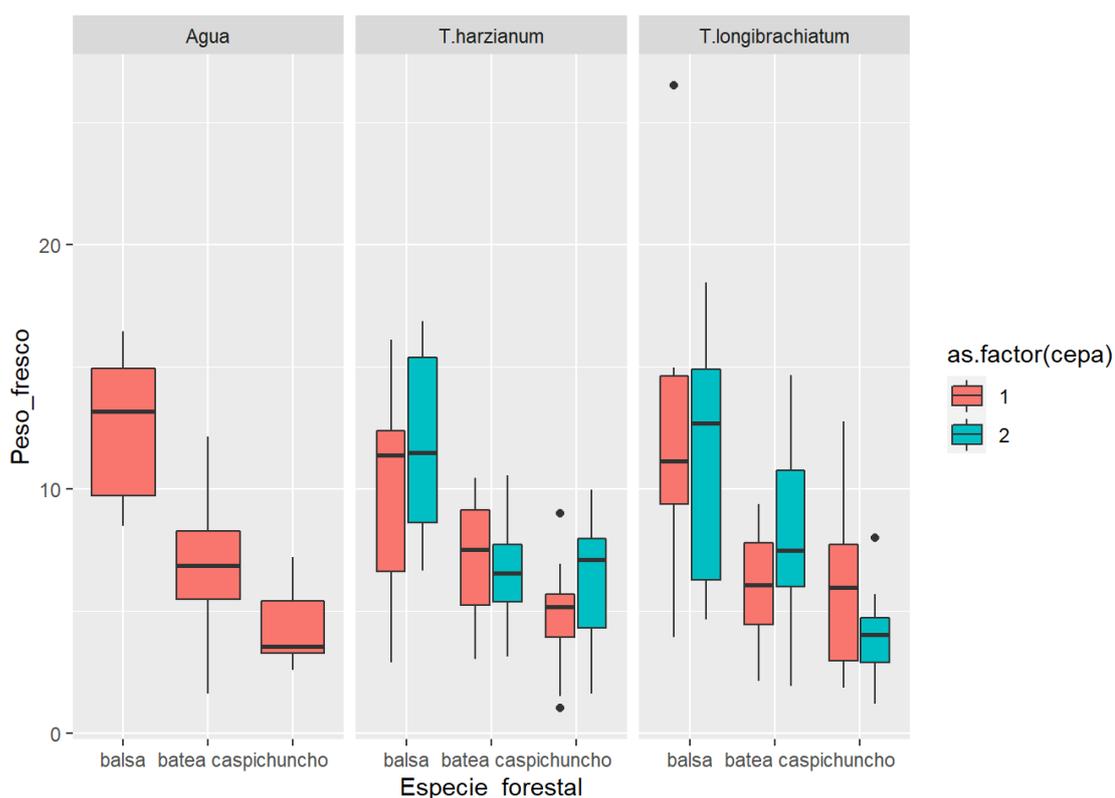


Gráfico 8-3. Diagrama de caja y bigote de la variable Peso fresco a los 75 días de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

La prueba de Tukey al 5% para la variable peso fresco reflejó 5 grupos y mostró mayor efecto en la especie forestal balsa con el tratamiento Agua con un promedio de 12,67 g, por otro lado, la especie forestal y tratamiento que presentó menor peso fresco fue el chuncho con la inoculación *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 con un promedio de 4,08 g (**Tabla 7-3**).

Tabla 7-3: Prueba de Tukey al 5% de la variable Peso fresco de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

TRATAMIENTOS DE ESTUDIO	MEDIA ARITMÉTICA (g)	GRUPO
balsa:Agua:1	12,67	a ¹
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :1	11,87	ab
balsa: <i>T.harzianum</i> :2	11,85	ab
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :2	11,14	abc
balsa: <i>T.harzianum</i> :1	9,98	abcd
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :2	7,92	abcde
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :1	7,15	bcde
batea caspi:Agua:1	6,88	bcde

batea caspi: <i>T.harzianum</i> :2	6,51	cde
chuncho: <i>T.harzianum</i> :2	6,18	cde
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :1	5,94	de
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :1	5,79	de
chuncho: <i>T.harzianum</i> :1	4,79	e
chuncho:Agua:1	4,38	e
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :2	4,08	e

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el período de tiempo a los 75 días, la especie forestal balsa alcanzó un peso fresco superior con un promedio de 12,67 g mismas que fueron tratadas con Agua (testigo), mientras que el menor peso fresco reflejó un promedio de 9,98 g mismas que fueron tratadas con *T.harzianum* cepa 1. Por otra parte, la especie forestal batea caspi alcanzó un peso fresco superior con un promedio de 7,92 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2, mientras que el menor peso fresco reflejó un promedio de 5,94 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 1. Por último, la especie forestal chuncho alcanzó un peso fresco superior con un promedio de 6,18 g mismas que fueron tratadas con *T.harzianum* cepa 2, mientras que el menor peso fresco reflejó un promedio de 4,08 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2 (**Tabla 8-3**).

Tabla 8-3: Promedios de peso fresco por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

Especie forestal	Cepa	Promedio de peso fresco (g)
Balsa	Agua (testigo)	12,67
Balsa	<i>T.harzianum</i> cepa 1	9,98
Batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	7,92
Batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	5,94
Chuncho	<i>T.harzianum</i> cepa 2	6,18
Chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	4,08

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

3.5. Peso seco radicular a los 75 días

A los 75 días, las plantas de balsa inoculadas con *T. longibrachiatum* presentaron un peso seco radicular medio de 1,26, seguido de las plántulas de chuncho inoculadas con *T.longibrachiatum* que presentaron un peso seco radicular medio de 0,78 g y, por último, las plantas de batea caspi

inoculadas con *T. longibrachiatum* presentaron una longitud radicular media de 0,77 (**Gráfico 9-3**).

Para conocer cuál de las cepas de *Trichoderma* aplicadas tuvo mayor incidencia en la variable de peso seco radicular en referencia a las especies forestales, se realizó un boxplot a los 75 días (**Gráfico 9-3**).

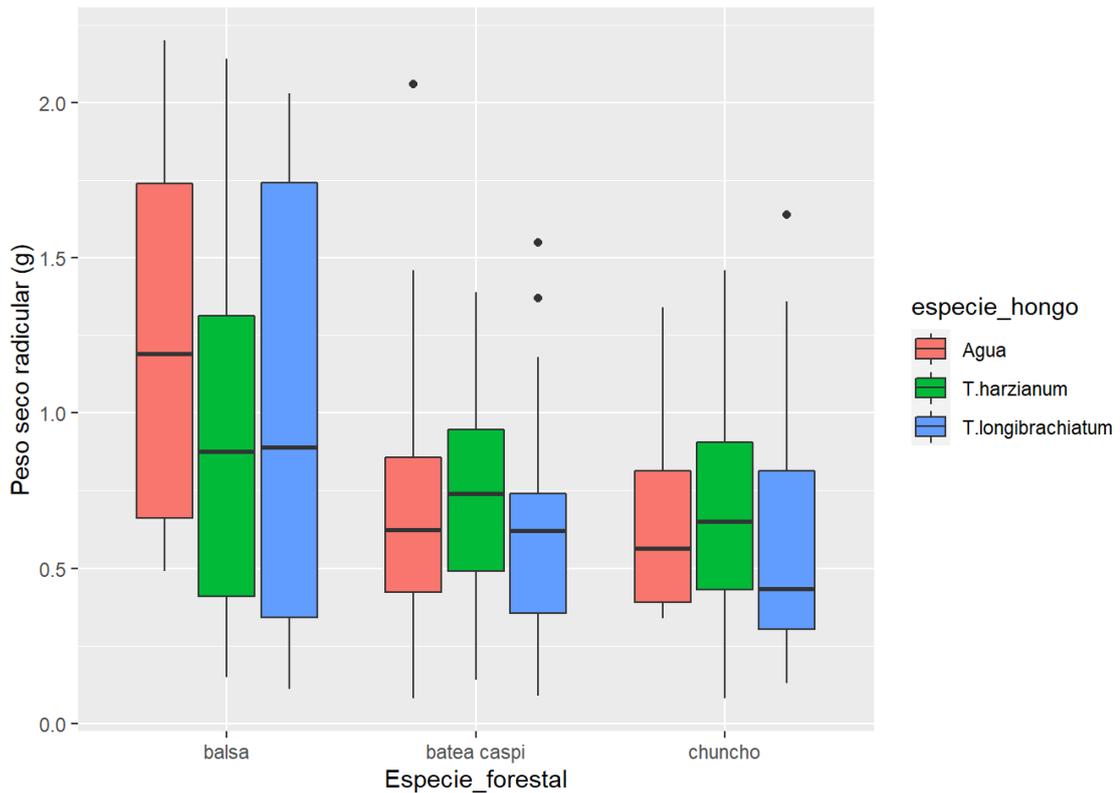


Gráfico 9-3. Diagrama de cajas y bigote de la variable Peso seco radicular a los 75 días

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que las plantas de balsa inoculadas con *T. harzianum* cepa 1 presentaron un mejor comportamiento mientras que en batea caspi y chuncho no tuvieron efecto. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 2 en balsa mostraron un mejor comportamiento a diferencia de chuncho y batea caspi dónde no se visualizó el mismo efecto (**Gráfico 10-3**).

El análisis de varianza mostró diferencia significativa con un valor de $P= 0,000244$ para la variable especie forestal mientras que, para las demás fuentes de variación no existieron diferencias estadísticas (**ANEXO E**).

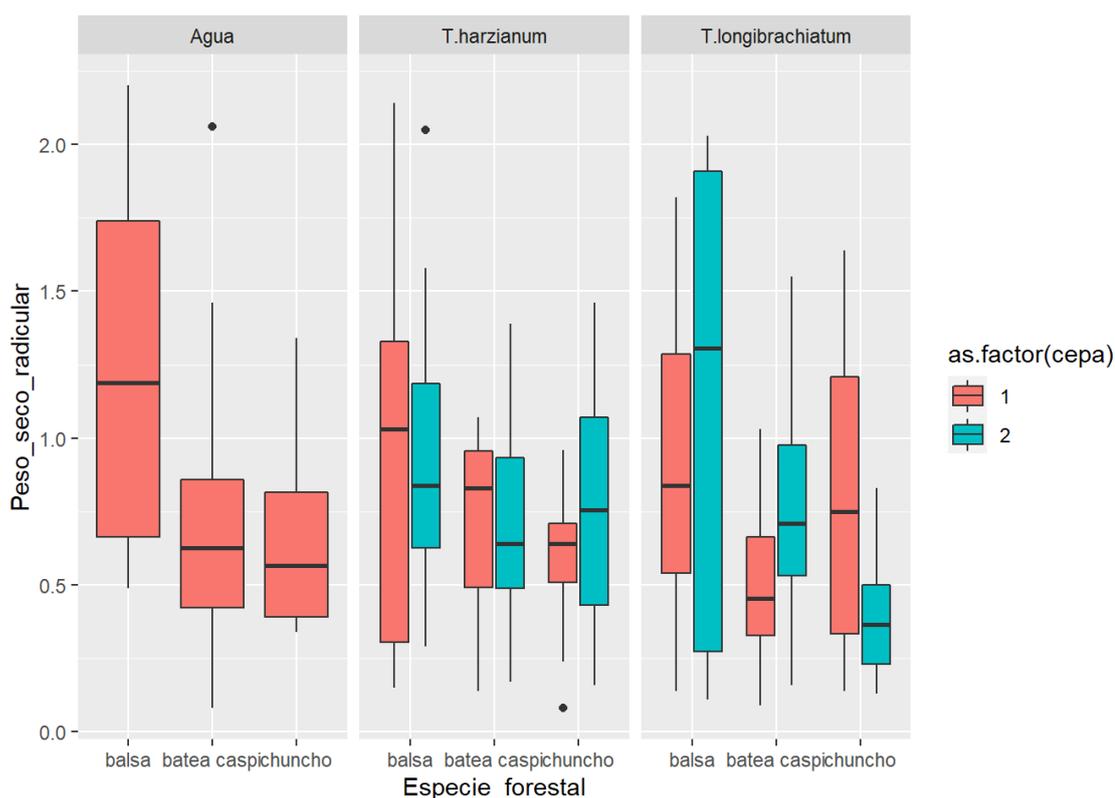


Gráfico 10-3. Diagrama de caja y bigote de la variable Peso seco radicular a los 75 días de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

La prueba de Tukey al 5% para la variable peso seco radicular reflejó 2 grupos y mostró mayor efecto en la especie forestal balsa con el tratamiento Agua con un promedio de 1,26 g, por otro lado, la especie forestal y tratamiento que presentó menor peso seco radicular fue el chuncho con la inoculación *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 con un promedio de 0,40 g (Tabla 9-3).

Tabla 9-3: Prueba de Tukey al 5% de la variable Peso seco radicular de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

TRATAMIENTOS DE ESTUDIO	MEDIA ARITMÉTICA (g)	GRUPO
balsa:Agua:1	1,26	a ¹
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :2	1,11	ab
balsa: <i>T.harzianum</i> :1	0,96	ab
balsa: <i>T.harzianum</i> :2	0,93	ab
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :1	0,91	ab
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :1	0,78	ab
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :2	0,77	ab
batea caspi:Agua:1	0,75	ab

chuncho: <i>T.harzianum</i> :2	0,75	ab
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :1	0,71	ab
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :2	0,70	ab
chuncho:Agua:1	0,65	ab
chuncho: <i>T.harzianum</i> :1	0,60	ab
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :1	0,48	b
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :2	0,40	b

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el período de tiempo a los 75 días, la especie forestal balsa alcanzó un peso seco radicular superior con un promedio de 1,26 g mismas que fueron tratadas con Agua (testigo), mientras que el menor peso seco radicular reflejó un promedio de 0,91 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 1. Por otra parte, la especie forestal batea caspi alcanzó un peso seco radicular superior con un promedio de 0,77 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2, mientras que el menor peso seco radicular reflejó un promedio de 0,48 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 1. Por último, la especie forestal chuncho alcanzó un peso seco radicular superior con un promedio de 0,78 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 1, mientras que el menor peso seco radicular reflejó un promedio de 0,40 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2 (Tabla 10-3).

Tabla 10-3: Promedios de peso seco radicular por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

Especie forestal	Cepa	Promedio de peso seco radicular (g)
Balsa	Agua (testigo)	1,26
Balsa	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	0,91
Batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	0,77
Batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	0,48
Chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	0,78
Chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	0,40

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

3.6. Peso seco foliar a los 75 días

A los 75 días, las plantas de balsa inoculadas con agua (testigo) presentaron un peso seco foliar medio de 1,32 g, seguido de las plántulas de batea caspi inoculadas con *T. longibrachiatum* que

presentaron un peso seco foliar medio de 0,95 g y, por último, las plantas de chuncho inoculadas con *T. harzianum* presentaron un peso seco radicular medio de 0,91 g (**Gráfico 11-3**).

Para conocer cuál de las cepas de *Trichoderma* aplicadas tuvo mayor incidencia en la variable de peso seco foliar en referencia a las especies forestales, se realizó un boxplot a los 75 días (**Gráfico 11-3**).

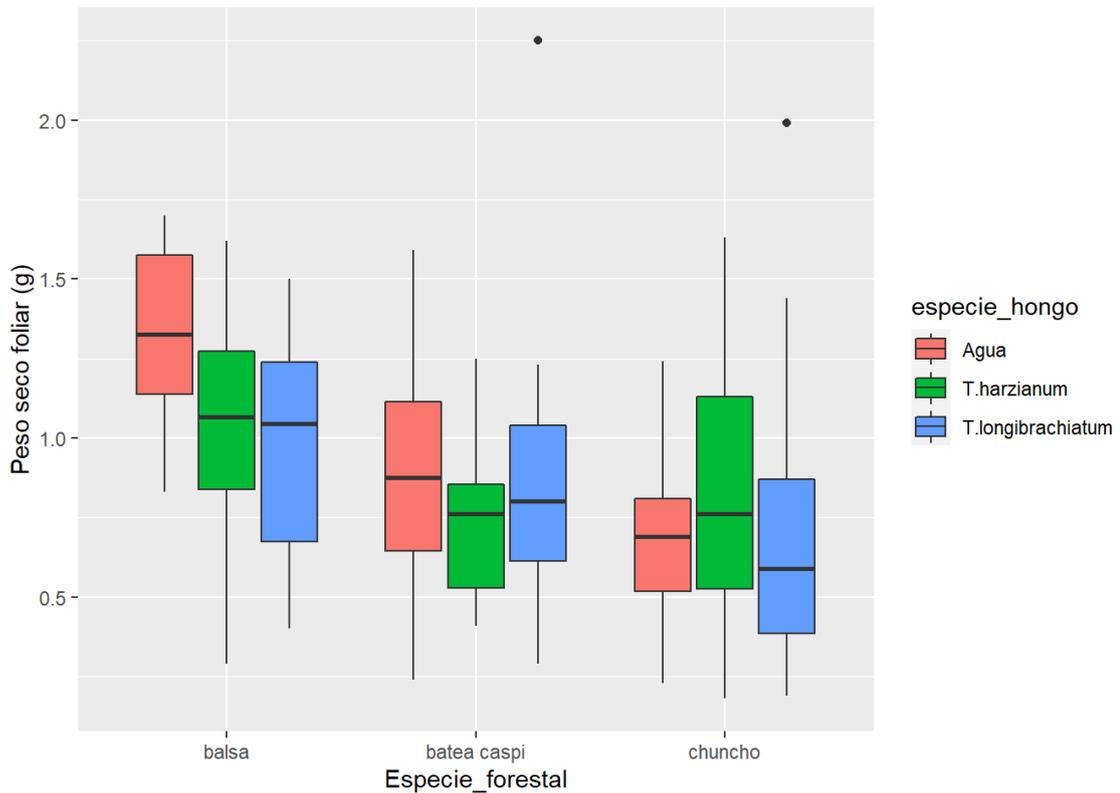


Gráfico 11-3. Diagrama de caja y bigote de la variable Peso seco foliar a los 75 días

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el análisis por cepas de *Trichoderma* se observó que las plantas de chuncho inoculadas con *T. harzianum* cepa 2 presentaron un mejor comportamiento mientras que en batea caspi y balsa no tuvieron efecto. En el caso de las cepas de *T. longibrachiatum* la cepa 1 en balsa y chuncho presentaron un mejor efecto a diferencia de batea caspi dónde no se visualizó el mismo efecto (**Gráfico 12-3**).

El análisis de varianza mostró diferencia significativa con un valor de $P= 0,000435$ para la variable especie forestal mientras que, para las demás fuentes de variación no existieron diferencias estadísticas (**ANEXO E**).

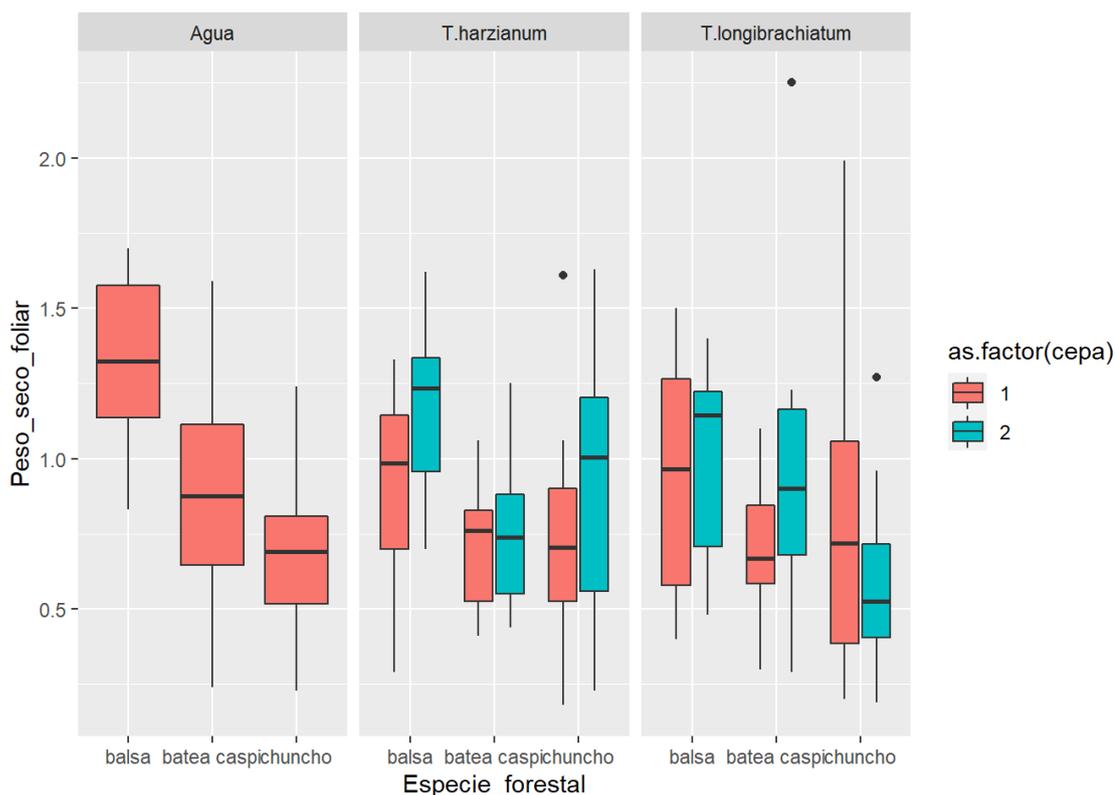


Gráfico 12-3. Diagrama de caja y bigote de la variable Peso seco foliar a los 75 días de las plantas sometidas a los diferentes tratamientos en estudio

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

La prueba de Tukey al 5% para la variable peso seco foliar reflejó 2 grupos y mostró mayor efecto en la especie forestal balsa con el tratamiento Agua con un promedio de 1,32 g, por otro lado, la especie forestal y tratamiento que presentó menor peso seco foliar fue el chuncho con la inoculación *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 con un promedio de 0,58 g (**Tabla 11-3**).

Tabla 11-3: Prueba de Tukey al 5% de la variable Peso seco foliar de las plantas a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

TRATAMIENTOS DE ESTUDIO	MEDIA ARITMÉTICA (g)	GRUPO
balsa:Agua:1	1,32	a ¹
balsa: <i>T.harzianum</i> :2	1,17	ab
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :2	0,99	ab
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :2	0,95	ab
balsa: <i>T.longibrachiatum</i> :1	0,95	ab
balsa: <i>T.harzianum</i> :1	0,91	ab
chuncho: <i>T.harzianum</i> :2	0,91	ab
batea caspi:Agua:1	0,88	ab

chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :1	0,82	ab
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :2	0,75	ab
chuncho: <i>T.harzianum</i> :1	0,73	ab
batea caspi: <i>T.harzianum</i> :1	0,70	ab
batea caspi: <i>T.longibrachiatum</i> :1	0,70	ab
chuncho:Agua:1	0,69	ab
chuncho: <i>T.longibrachiatum</i> :2	0,58	b

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

En el período de tiempo a los 75 días, la especie forestal balsa alcanzó un peso seco foliar superior con un promedio de 1,32 g mismas que fueron tratadas con Agua (testigo), mientras que el menor peso seco foliar reflejó un promedio de 0,91 g mismas que fueron tratadas con *T. harzianum* cepa 1. Por otra parte, la especie forestal batea caspi alcanzó un peso seco foliar superior con un promedio de 0,95 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2, mientras que el menor peso seco foliar reflejó un promedio de 0,70 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 1. Por último, la especie forestal chuncho alcanzó un peso seco foliar superior con un promedio de 0,91 g mismas que fueron tratadas con *T. harzianum* cepa 2, mientras que el menor peso seco foliar reflejó un promedio de 0,58 g mismas que fueron tratadas con *T. longibrachiatum* cepa 2 (**Tabla 12-3**).

Tabla 12-3: Promedios de peso seco foliar por especie forestal a los 75 días sometidas a los diferentes tratamientos

Especie forestal	Cepa	Promedio de peso seco foliar (g)
Balsa	Agua (testigo)	1,32
Balsa	<i>T. harzianum</i> cepa 1	0,91
Batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	0,95
Batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	0,70
Chuncho	<i>T. harzianum</i> cepa 2	0,91
Chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	0,58

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

3.7. Cálculo del Índice de Calidad de Dickson

Con la fórmula indicada por González et al. (1996) y García (2007; citados en Sáenz, 2014, pp. 100-102), se realizó el cálculo con los datos pertenecientes a las especies forestales en estudio.

El índice de Dickson determinó que en la especie forestal *Ochroma pyramidale* el tratamiento T2, plantas inoculadas con *Trichoderma harzianum* cepa 2 presentó el mayor valor de 1,52, mientras que el tratamiento T4, plantas inoculadas con *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 mostró ser el valor menor de 1,13 para este índice en relación a los demás tratamientos de balsa (**Tabla 13-3**).

Tabla 13-3: Índice de Dickson para la especie *Ochroma pyramidale*

Tratamiento	Especie Forestal	Especie Fúngica	Valores ICD
T1	balsa	<i>T. harzianum</i> cepa 1	1,17
T2	balsa	<i>T. harzianum</i> cepa 2	1,52
T3	balsa	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	1,25
T4	balsa	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	1,13
T5	balsa	Agua	1,39

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

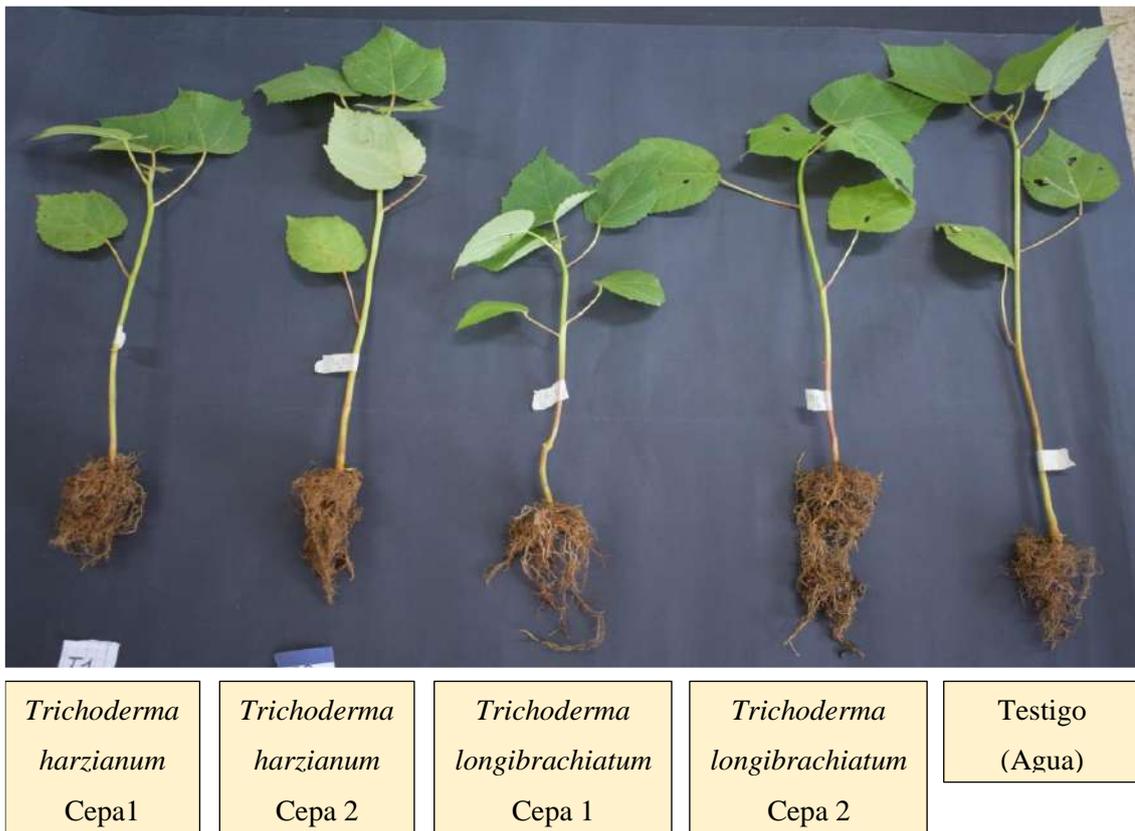


Figura 1-3. Tratamientos de estudio en plántulas de la especie forestal Balsa (*Ochroma pyramidale*)

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

El índice de Dickson determinó que en la especie forestal *Cabralea canjerana* el tratamiento T8, plantas inoculadas con *Trichoderma longibrachiatum* cepa 1 presentó el mayor valor de 1,75, mientras que el tratamiento T6, plantas inoculadas con *Trichoderma harzianum* cepa 1 mostró ser

el valor menor de 1,36 para este índice en relación a los demás tratamientos de batea caspi (**Tabla 14-3**).

Tabla 14-3: Índice de Dickson para la especie *Cabrlea canjerana*

Tratamiento	Especie Forestal	Especie Fúngica	Valores ICD
T6	batea caspi	<i>T. harzianum</i> cepa 1	1,36
T7	batea caspi	<i>T. harzianum</i> cepa 2	1,42
T8	batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	1,75
T9	batea caspi	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	1,60
T10	batea caspi	Agua	1,52

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

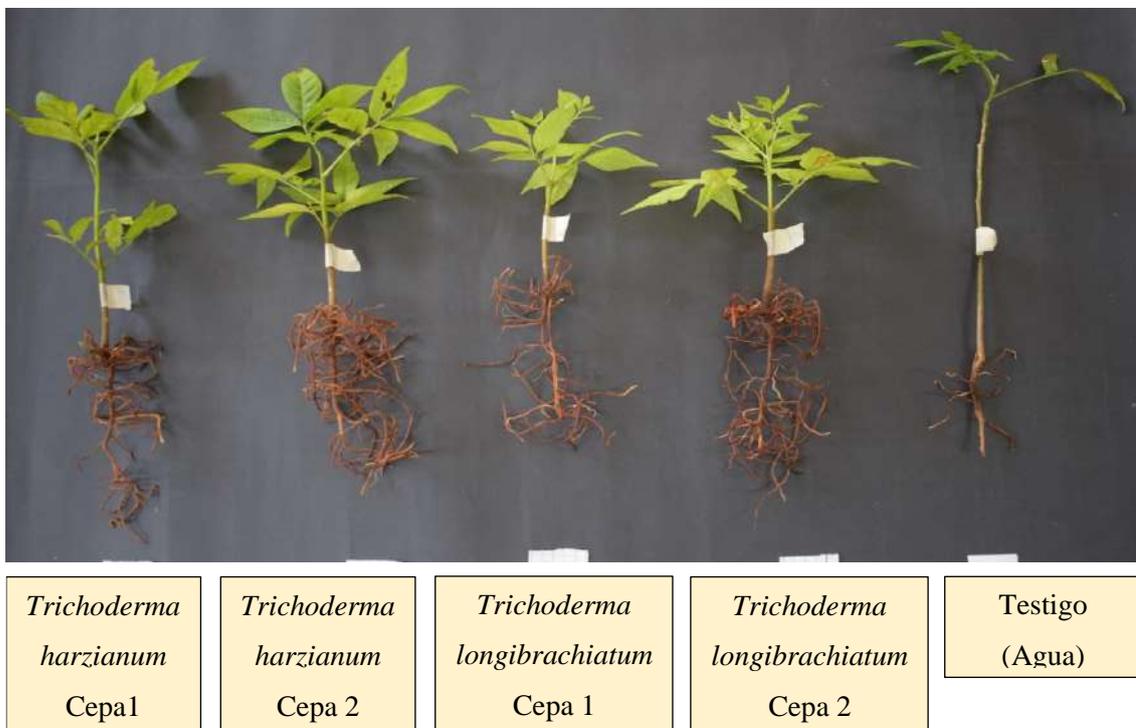


Figura 2-3. Tratamientos de estudio en plántulas de la especie forestal batea caspi (*Cabrlea canjerana*)

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

El índice de Dickson determinó que en la especie forestal *Cedrelinga catenaeformis* el tratamiento T14, plantas inoculadas con *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 presentó el mayor valor de 1,64, mientras que el tratamiento T15, plantas control (agua destilada) mostraron tener el valor menor de 1,33 para este índice en relación a los demás tratamientos de chunchu (**Tabla 15-3**).

Tabla 15-3: Índice de Dickson para la especie *Cedrelinga catenaeformis*

Tratamiento	Especie Forestal	Especie Fúngica	Valores ICD
T11	chuncho	<i>T. harzianum</i> cepa 1	1,49
T12	chuncho	<i>T. harzianum</i> cepa 2	1,55
T13	chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 1	1,35
T14	chuncho	<i>T. longibrachiatum</i> cepa 2	1,64
T15	chuncho	Agua	1,33

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

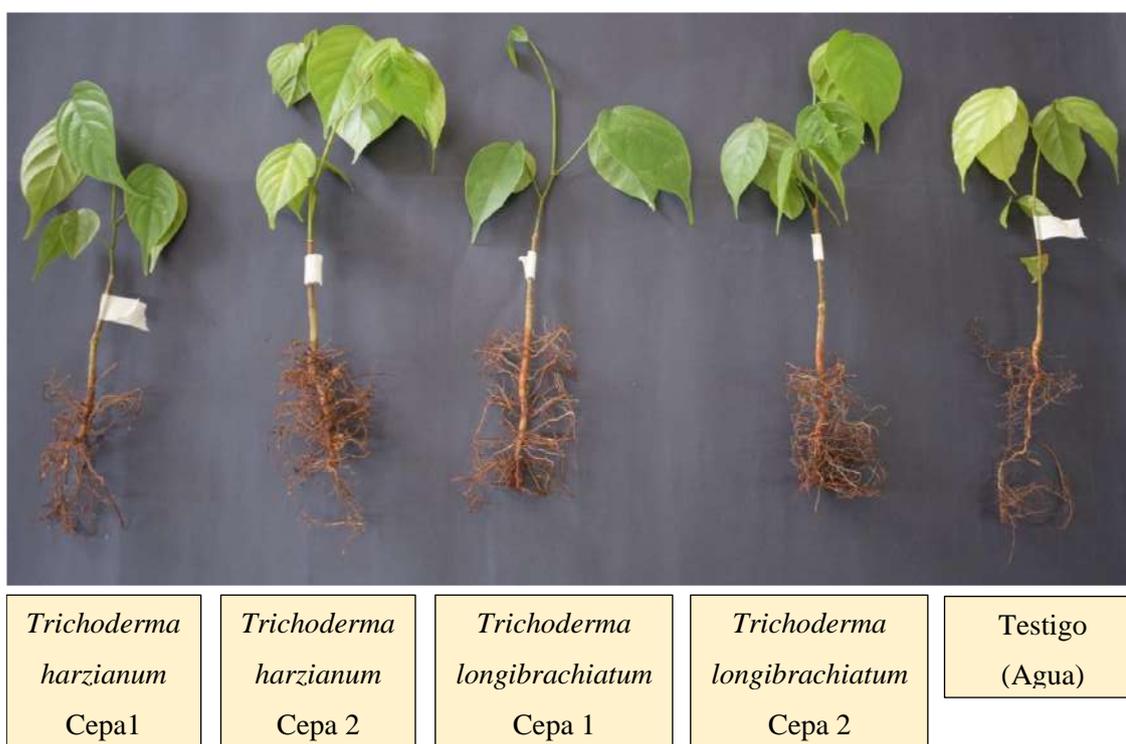


Figura 3-3. Tratamientos de estudio en plántulas de la especie forestal chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*)

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

3.8. Discusión de resultados

El presente estudio demostró que la aplicación de *Trichoderma harzianum* dio mejores resultados en la especie forestal batea caspi en las variables Dac y longitud de raíz, en el caso de la especie forestal chuncho los mejores resultados se presentaron en las variables peso fresco y peso seco foliar (**Gráfico 4-3, 6-3, 8-3, 12-3**).

Al respecto, Altomare et al. (1999; citado en Cubillos et al., 2009, p. 82); mencionan que *T. harzianum* posee la capacidad de multiplicarse en los suelos y con ello colonizar las raíces de las plantas

logrando así liberar auxinas, giberelinas y citoquininas que estimulan el proceso de germinación y desarrollo de las plantas.

Valencia et al. (2005; citado en Cubillos et al., 2009, p. 82), reportan que *T. harzianum* produce ácido 3-indol acético (AIA), mismo que actúa a manera de hormona vegetal que favorece al desarrollo del sistema radicular y a su vez, las sustancias producidas se ejercen como catalizadores de tejidos meristemáticos primarios que en partes jóvenes de las plantas aceleran su reproducción sexual logrando así un desarrollo más rápido.

Por otro lado, el estudio realizado por Romero et al. (2008, pp. 343-344), en el que se evaluó el efecto de *T. harzianum* como biocontrolador y biopromotor en viveros de especies forestales, mencionan que la inoculación del sustrato antes de la siembra con *T. harzianum* tuvo un efecto positivo en el crecimiento, por otra parte, plantines que crecieron en sustrato colonizado por *T. harzianum* presentaron un 15% más de diámetro, un 45% más de peso seco foliar, 25% más de peso seco radicular y un 38% más de peso seco total que los plantines que crecieron sin inocular.

Con lo mencionado anteriormente y los resultados obtenidos en el presente trabajo se muestra el gran potencial y beneficio que presenta *T. harzianum* para variables como DAC y peso seco foliar.

Para el caso de *Trichoderma longibrachiatum* dio mejores resultados en la especie forestal balsa en las variables altura y DAC, en el caso de la especie forestal batea caspi presento mejores resultados en las variables peso fresco y peso seco foliar, para el caso de la especie forestal chuncho presento mejores resultados en las variables altura y peso seco radicular (**Gráfico 2-3, 4-3, 6-3, 8-3, 10-3, 12-3**).

En el estudio realizado por Gbenga et al. (2020, p. 615) indican que se utilizó *Trichoderma longibrachiatum* con la integración de compuestos para mejorar el crecimiento inicial de *Bougainvillea spectabilis*, los resultados obtenidos indicaron que el uso integrado de compuesto con *Trichoderma* tuvo valores de crecimiento superiores al control, teniendo mayor altura de la planta, diámetro del tallo, número de ramas y hojas en relación al testigo. Cabe mencionar que el compost con *Trichoderma* produjo un aumento en el peso seco de los brotes en comparación con los tratamientos con compost.

Ruiz et al. (2018, p. 445), reportan en su investigación el efecto de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento vegetal en el cual *Trichoderma longibrachiatum* mostró los valores más altos (1.56 m), con 20 cm más que las plantas testigo, con respecto a la variable altura frente a otras especies de *Trichoderma*, incluyendo *T. harzianum*. Este hecho es posible debido a la capacidad de

Trichoderma a solubilizar fosfatos, micronutrientes y cationes minerales que son útiles para el metabolismo de las plantas. De cierta manera, las especies de *Trichoderma* que evaluaron, mostraron respuestas positivas y lograron obtener un mayor peso fresco y seco en raíz.

Por otra parte, en el estudio realizado por González et al. (2017, p. 20) indican que la utilización de *T. longibrachiatum* en plantas de algodón ha mostrado un efecto para el desarrollo vegetativo, mostrando de esta manera el potencial existente en esta cepa para emplearse como una herramienta biotecnológica. Algo similar indica Lourenço et al. (2021, p. 6), en su trabajo sobre el crecimiento de plántulas de tamarindo utilizando tratamientos pregerminativos y diferentes sustratos, mencionan que la imbibición de semillas en agua con *Trichoderma* spp. estimulo el crecimiento de las plántulas, ante ello, el uso de *Trichoderma* en la etapa que se desee generará resultados positivos en diferentes variables y no siempre de manera similar.

CONCLUSIONES

- En base a los resultados, se determina que *Trichoderma harzianum* como promotor de crecimiento registraron mayores valores con la aplicación de la cepa 2 en la especie forestal chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*) (peso fresco con 6.18 g y peso seco foliar con 0.91 g), en la especie forestal batea caspi (*Cabrlea canjerana*) (longitud de raíz con 15.33 cm). La especie forestal batea caspi (*Cabrlea canjerana*) presentó mayor efectividad con la cepa 1 (DAC con 4.62 mm) y cepa 2 (longitud de raíz con 15.33 cm).
- Se infiere que, *Trichoderma longibrachiatum* como promotor de crecimiento registraron mayores valores con la aplicación de la cepa 2 en la especie forestal balsa (*Ochroma pyramidale*) (altura con 45.24 cm y DAC con 5.13 mm). La especie forestal batea caspi (*Cabrlea canjerana*) presentó mayor efectividad con la cepa 2 (peso fresco con 7.92 g y peso seco foliar con 0.95 g). Por último, la especie forestal chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*) presento mejores resultados con la cepa 2 (altura con 21.29 cm), y con la cepa 1 (peso seco radicular con 0.78 g.).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda emplear *Trichoderma harzianum* cepa 2 por el incremento en los valores de las variables en estudio de peso fresco y peso seco foliar para la especie forestal chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*) y en la variable de estudio de longitud de raíz en la especie forestal batea caspi (*Cabranea canjerana*).
- Aplicar *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 por el incremento en los valores de la variable en estudio de altura y DAC para la especie forestal balsa (*Ochroma pyramidale*), también en las variables de peso fresco y peso seco foliar correspondientes a la especie forestal batea caspi (*Cabranea canjerana*), y, por último, en la variable de altura en la especie forestal chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*).
- Realizar estudios similares con el uso de *Trichoderma harzianum* cepa 2 y *Trichoderma longibrachiatum* cepa 2 en especies forestales que se encuentren en el programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales.

GLOSARIO

Antibiosis: toda aquella interacción dada entre dos organismos de diferentes especies donde una resulta ser dañado para el otro (Roldán, 2021, párr. 1).

Antibiótico: sustancia química que paraliza el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos por su acción bacteriostática, o de causarles la muerte por su acción bactericida (RAE, 2022a, párr. 1).

Emético/ca: medicamento u otro producto que provoca el vómito (RAE, 2022a, párr. 1).

Fitopatógeno: Organismo capaz de originar enfermedades en las plantas (Multimedia.UNED, 2020, párr. 13).

Giberelina: familia de sustancias naturales que favorecen el crecimiento de plantas, tienen un comportamiento como hormonas vegetales (Infojardin, 2020, párr. 2).

Micelios: Hifa o masas de hifas que constituyen el cuerpo de un hongo (Glosarios.servidor.alicante, 2018, párr. 1).

Quitinasa: enzima con la capacidad de hidrolizar quitina en componentes oligo y monoméricos (Castro et al, 2011, p. 102).

Saprófito: dicho de una planta o un microorganismo que se alimenta de materias orgánicas en descomposición (RAE, 2022c, párr. 1).

Simbiontes: organismos que se encuentran estrechamente asociados con otro organismo de mayor tamaño (Rodrigo, 2020, párr. 2).

BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, P. Efecto del sustrato enriquecido con *Trichoderma* sp. más citoquininas, en cinco métodos de escarificación en semillas de nogal (*Junglas neotrópica* Diels) (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. 2020, pp. 9-10. [Consulta: 17 Noviembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14122/1/13T00916.pdf>.

ANCHUNDIA, J. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex lam.) Urb. (balsa) de tres años de edad (Proyecto de investigación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Forestal. Quevedo-Ecuador 2021, pp. 7-8. [Consulta: 13 noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6342/1/T-UTEQ-188.pdf>.

ARGUMEDO, R.; et al. “El género fúngico *Trichoderma* sp. y su relación con contaminantes orgánicos e inorgánicos”. Revista internacional de contaminación ambiental [en línea], 2009, (México) 25(4), pp. 257-269. [Consulta: 13 Noviembre 2021]. ISSN: 0188-4999. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v25n4/v25n4a6.pdf>.

BÁEZ, E. Evaluación del efecto de cinco cepas de *Trichoderma* sp. sobre e crecimiento foliar y radicular de portainjertos de rosas var. Natal Brier (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingenierías. Quito-Ecuador. 2016, p. 3. [Consulta: 07 Noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6049/1/129535.pdf>.

BENAVIDES, E. Desarrollo de un bioproceso para la conservación de cepas nativas de *Trichoderma* sp., a partir de la biodiversidad fúngica ecuatoriana (Tesis) (Maestría) [En línea]. Universidad Técnica del Norte, Instituto de Posgrado, Maestría en Gestión Sustentable de Recursos Naturales. Ibarra-Ecuador. 2017, pp. 1-2. [Consulta: 07 Noviembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7275/1/PG%20529%20TESIS.pdf>.

BRAVO, V.; et al. “Efecto enraizador de *Trichoderma asperellum* en el cultivo de palma aceitera”. Revista Científica Ecuatoriana [en línea], 2016, (Ecuador) 4(1), pp. 1-8. [Consulta: 07 Noviembre 2021]. ISSN: 2528-7850. Disponible en

<https://revistaecuadorestabilidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorestabilidad/index.php/revista/article/view/26/75>.

BROTMAN, Y.; et al. “*Trichoderma*”. *Current Biology* [en línea], 2010, (Estados Unidos) 20(9), pp. 390-391. [Consulta: 07 Noviembre 2021]. ISSN: 0960-9822. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/82359831.pdf>.

CASTAÑEDA, C.; et al. *Efectos benéficos de Trichoderma y su regulación de la expresión génica de celulasas y hemicelulasas* [en línea]. Pachuca-México: Programa de Divulgación de la Ciencia y Tecnología Ecorfan, 2017, pp. 38-47. [Consulta: 13 Noviembre 2021]. Disponible en: https://www.ecorfan.org/proceedings/PCBS_TI/PCBS_4.pdf.

CASTRO, R.; et al. “Caracterización de una quitinasa extracelular producida por *Serratia* sp. BIOMI-363706 usando quitina coloidal como sustrato”. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea], 2011, (Perú) 77(2), pp. 101-108. [Consulta: 12 marzo 2022]. ISSN: 1810-634X. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v77n2/a02v77n2.pdf>.

CRAIG, E.; et al. Respuesta al uso de *Trichoderma harzianum* Rifai en distintos géneros y especies, dosis de uso, número de aplicaciones, momento de aplicación, interacciones con fertilización, estrés hídrico, y sobrevivencia del promotor [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2015, p. 1. [Consulta: 10 enero 2022]. Disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_respuesta_al_uso_de_trichoderma_harzianum_rifai_en_distintos_generos_y_especies_carga_web.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: 06 marzo 2022]. ISSN: 2357-3732. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n1/v27n1a11.pdf>.

ECUADOR FORESTAL. *Ficha Técnica N° 9: CHUNCHO* [en línea]. Quito-Ecuador: Ecuador Forestal, 2012. [Consulta: 07 Noviembre 2021]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/noticias-y-eventos/ficha-tecnica-no-9-chuncho/#comments>.

FUNDACIÓN ALTERNATIVAS. *Guía para mantener un huerto orgánico y saludable* [en línea]. La Paz-Bolivia: Fundación Alternativas, 2015, pp. 10-20. [Consulta: 10 marzo 2022].

Disponible en: https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/labores-culturales_web-1.pdf.

FUNDACIÓN ISHPINGO. *Guía práctica para la reforestación Recolección de semillas, Manejo de vivero y Agroforestería; Fichas técnicas de las principales especies maderables- Alto Napo - Amazonia Ecuatoriana* [en línea]. Tena-Ecuador: Fundación Ishpingo, 2008. [Consulta: 10 marzo 2022]. Disponible en: <https://ishpingo.org/wp-content/uploads/2015/12/Guia-practica-para-la-reforestacion-Guide-pratique-pour-la-reforestation.pdf>.

GADM-TENA. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial – PDOT GADM Tena 2021-2023* [en línea]. Tena-Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, 2019, p. 1173. [Consulta: 30 enero 2022]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1hLydJzu9cCFNlZw8pZFmdfRymP5M8Jdn/view>.

GBENGA, A. “Effects of *Trichoderma longibrachiatum* (NGJ167) and compost on early growth of *Bougainvillea spectabilis*”. *Ornamental Horticulture* [en línea], 2020, (Brasil) 26(4), pp. 614-620. [Consulta: 06 marzo 2022]. ISSN: 2447-536X. Disponible en: <https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/2097/1700>.

GLOSARIOS.SERVIDOR.ALICANTE. *Micelio* [en línea]. *Glosarios*, 2018. [Consulta 07 marzo 2022]. Disponible en: <https://glosarios.servidor-alicante.com/fitopatologia/micelio>.

GONZÁLEZ, B.; et al. “Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos – Ecuador”. *Ciencia y Tecnología* [en línea], 2010, (Ecuador) 3(2), pp. 7-11. [Consulta 10 marzo 2022]. ISSN: 1390-4043. Disponible en: https://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C1_2n22010.pdf.

GONZÁLEZ, T.; et al. “Inoculación de *Trichoderma longibrachiatum* en algodón transgénico: Cambios en compuestos fenólicos y enzimas de estrés oxidativo”. *IDESIA* [en línea], 2017, (Chile) 35(1), pp. 19-24. [Consulta: 06 marzo 2022]. ISSN: 0718-3429 Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v35n1/aop0517.pdf>.

GORDILLO, A. Efectividad de aislados nativos de *Trichoderma* sp. en el control biológico del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood de las raíces de tomate (*Solanum lycopersicum*) (Tesis de grado) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Agronómica. Loja-Ecuador. 2017, pp. 50-51. [Consulta: 17 Noviembre 2021]. Disponible en:

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19044/1/ABRAHAM%20ISRAEL%20GORRILLO%20DELGADO.pdf>.

INFANTE, D.; et al. “Mecanismos de acción de *Trichoderma* sp. frente a hongos fitopatógenos”. Revista de Protección Vegetal [en línea], 2009, (Cuba) 24(1), pp. 14-21. [Consulta: 17 Noviembre 2021]. ISSN: 2224-4697. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>.

INFOJARDIN. *Giberelina – Giberelinas – definición* [en línea]. Infojardin, 2020. [Consulta: 12 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.infojardin.com/glosario/giberelina/giberelina-giberelinas.htm>.

ITTO. *Cangerana (Cabrlea canjerana* [en línea]. Yokohama-Japón: Organización Internacional de las Maderas Tropicales, 2013. [Consulta: 13 noviembre 2021]. Disponible en: <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/cangerana-cabrlea-canjerana/>.

JARA, J. Comparación de las propiedades físico-mecánicas de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. (balsa) de tres y cuatro años de edad creciendo en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos (Unidad de integración curricular) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Forestal. Quevedo-Ecuador. 2021, pp. 17-18. [Consulta: 13 Noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6309/1/T-UTEQ-155.pdf>.

JIMÉNEZ, E.; et al. “Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador”. Scientia Agropecuaria [en línea], 2017, (Ecuador) 8(3), pp. 243-250. [Consulta: 13 noviembre 2021]. ISSN: 2007-9917. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v8n3/a07v8n3.pdf>.

JIMÉNEZ, J. Desarrollo de protocolos para la propagación *in vitro* de chuncho (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) y quishuar (*Buddleja incana* Ruiz&Pav) mediante la técnica de organogénesis (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Carrera Ingeniería en Biotecnología de los Recursos naturales. Quito-Ecuador. 2015, p. 6. [Consulta: 07 Noviembre 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8733/1/UPS-QT06662.pdf>.

LORA, A. Dispersão eficaz e padrão espacial de degeneração natural de *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart. (Disertación) (Maestría) [En línea]. Universidad Federal De Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Santa Maria-Brasil. 2014,

pp. 13-14. [Consulta: 13 noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8746/ZIMMERMANN%2c%20ANNA%20PAULA%20LORA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

LOURENÇO, C.; et al. “Growth of tamarind seedlings using pre-germinative treatments and different substrates”. *Comunicata Scientiae* [en línea], 2021, (Brasil) 12(3236), pp. 1-8. [Consulta: 11 marzo 2022]. ISSN: 2177-5133. Disponible en: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/3436/1030>.

MAAE, MAG; & PNUD. *Guía para la identificación dendrológica y anatómica de 29 especies maderables* [en línea]. Quito-Ecuador: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2021, p. 13. [Consulta: 13 Noviembre 2021]. Disponible en: https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/05/GUIA-DENDROLOGIA-Y-ANATOMIA-DE-LA-MADERA-V4-WEB-1_compressed.pdf.

MAE Y FAO. *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2014, p. 76. [Consulta: 13 Noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i4407s/i4407s.pdf>.

MARTÍNEZ, B.; et al. “*Trichoderma* sp. y su función en el control de plagas en cultivos”. *Revista de Protección Vegetal* [en línea], 2013, (Cuba) 28(1), pp. 1-11. [Consulta: 13 noviembre 2021]. ISSN: 1010-2752. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>.

MULTIMEDIA.UNED. *Conceptos introductorios a la fitopatología* [en línea]. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia, 2020. [Consulta 07 marzo 2022]. Disponible en: <https://multimedia.uned.ac.cr/pem/fitopatologia/glosario.html>.

NCBI TAXONOMY BROWSER. *Trichoderma* sp. [en línea]. Maryland-Estados Unidos: National Center for Biotechnology Information, 2020. [Consulta: 17 Noviembre 2021]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5543&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle.

RAE. *Antibiótico, ca* [en línea]. Madrid-España: Real Academia Española, 2022a. [Consulta: 12 marzo 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/antibi%2525C3%2525B3tico>.

RAE. *Emético, ca* [en línea]. Madrid-España: Real Academia Española, 2022b. [Consulta: 12 marzo 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/em%C3%A9tico>.

RAE. *Saprophyto, ta* [en línea]. Madrid-España: Real Academia Española, 2022c. [Consulta: 12 marzo 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/saprophyto>.

RECALDE, P. Propagación de la especie chuncho “*Cedrelinga catenaeformis*” mediante semillas, empleando dos métodos de siembra en el vivero dos ríos, parroquia Muyuna, cantón Tena provincia de Napo (Tesis) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Tena-Ecuador. 2015, p. 56. [Consulta: 10 marzo 2022]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/9968/1/Tesis%20Liliana%20Recalde.pdf>.

RODRÍGO, R. *Simbionte: Definición y explicación* [en línea]. Estudiando, 2020. [Consulta: 07 marzo 2022]. Disponible en: <https://estudiando.com/simbionte-definicion-y-explicacion/>.

ROLDÁN, L. *Antibiosis: definición y ejemplos* [en línea]. Ecología Verde, 2021. [Consulta: 12 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/antibiosis-definicion-y-ejemplos-2281.html>.

ROMERO, G.; et al. “*Trichoderma harzianum* un biocontrolador y biopromotor en vivero de especies forestales”. Ciencia e Investigación Forestal [en línea], 2008, (Chile) 14(2), pp. 335-345. [Consulta: 10 marzo 2022]. ISSN: 0718-4646. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/18822/26538.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ROMERO, O.; et al. “Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles”. Revista Colombiana de Biotecnología [en línea], 2009, (Colombia) 11(2), pp. 143-151. [Consulta: 17 Noviembre 2021]. ISSN: 0123-3475. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v11n2/v11n2a15.pdf>.

RUIZ, M.; et al. “Efecto de *Trichoderma* spp. y hongos fitopatógenos sobre el crecimiento vegetal y calidad del fruto de jitomate”. Revista Mexicana de FITOPATOLOGÍA [en línea], 2018, (México) 36(3), pp. 444-456. [Consulta: 20 marzo 2022]. ISSN: 2007-8080. Disponible en: <https://www.smf.org.mx/rmf/ojs/index.php/RMF/article/view/121/119>.

SÁENZ, J.; et al. "Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán". Revista Mexicana de Ciencias Forestales [en línea], 2014, (México) 5(26), pp. 98-111. [Consulta: 07 marzo 2022]. ISSN: 2007-1132. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/634/63439016008.pdf>.

SALAZAR, M. Efecto de *Trichoderma harzianum*. en el agua de regadío y la microbiología del suelo (Proyecto de investigación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Cevallos-Ecuador. 2017, p. 13. [Consulta: 17 Noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27126/1/Tesis-186%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20554.pdf>.

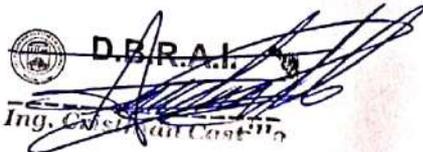
SIBBR. *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart [en línea]. Brasil: Sistema de Información sobre la Biodiversidad Brasileña, 2020. [Consulta: 13 noviembre 2021]. Disponible en: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/339211>.

STEFANOVA, M.; et al. "Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* sp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo". Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia [en línea], 2012, (Cuba) 16(5). pp. 509-516. [Consulta: 07 Noviembre 2021]. ISSN: 2477-9407. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26280/26905>.

TORRES, D. *Balsas* (género *Ochroma*) [en línea]. INaturalista, 2021. [Consulta: 13 noviembre 2021.] Disponible en: <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/62820-Ochroma>.

UTRILLA, G. *Trichoderma* como alternativa frente a los agroquímicos (Trabajo de investigación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera profesional de Ingeniería Ambiental. Lima-Perú. 2021, pp. 3-4. [Consulta: 03 Noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1873/TB-Utrilla%20G.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VILLALOBOS, M. Tratamiento taxonómico de meliaceae (*Cabrlea*, *Cedrela*, *Guarea*, *Ruarea*, *Swietenia*) en la región Madidi, Bolivia (Tesis de grado) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrea de Ingeniería Agronómica. La Paz-Bolivia. 2011, p. 47. [Consulta: 13 Noviembre 2021]. Disponible en: http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Villalobos_2011_Thesis


D.B.R.A.I.
Ing. César



ANEXOS

ANEXO A: FASE DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO		
Preparación del vivero	Preparación del sustrato	
		
Enfundado	Trasplante de plántulas	
		
Establecimiento del ensayo	Etiquetado del tratamiento experimental	
 <p>Samsung Quad Camera Tomada por mi Galaxy A31</p>		

ANEXO B: APLICACIÓN DEL INÓCULO DE *Trichoderma*

REGISTRO FOTOGRÁFICO APLICACIÓN DE LAS CEPAS DE <i>Trichoderma harzianum</i> Y <i>Trichoderma longibrachiatum</i>		
Primera aplicación de <i>T. harzianum</i> y <i>T. longibrachiatum</i>	Segunda aplicación de <i>T. harzianum</i> y <i>T. longibrachiatum</i>	
		
Tercera aplicación de <i>T. harzianum</i> y <i>T. longibrachiatum</i>	Aplicación del control agua destilada	
		

ANEXO C: MEDICIONES DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

REGISTRO FOTOGRÁFICO MEDICIONES DE LAS PLANTAS EN ESTUDIO		
Mediciones de las plántulas a los 1, 15, 30, 45 y 75 días	Medición del diámetro a la altura del cuello de planta	
		
Medición de la altura de la planta		
		

ANEXO D: MEDICIONES EN LABORATORIO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

REGISTRO FOTOGRÁFICO PESAJE Y MEDICIÓN EN LABORATORIO		
Medición de la longitud de la raíz de las plántulas	Pesaje del peso fresco de la planta	
		
Pesaje parte radicular y aérea de la planta	Registro de datos correspondientes al pesaje de las plántulas en estudio	
		

ANEXO E: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS DIFERENTES VARIABLES

- Altura de la planta a los 75 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
especie_forestal	2	6425	3212	295.23	< 2e-16 ***
especie_hongo	2	41	21	1.90	0.16
cepa	1	1	1	0.14	0.71
Bloque	3	176	59	5.39	0.00315 **
especie_forestal:especie_hongo	4	82	20	1.88	0.13
especie_forestal:cepa	2	15	8	0.69	0.51
especie_hongo:cepa	1	14	14	1.25	0.27
especie_forestal:especie_hongo:cepa	2	8	4	0.38	0.69
Error	42	457	11		

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

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

- Diámetro a la altura del cuello de la planta a los 75 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
especie_forestal	2	8.89	4.45	40.14	1.79e-10 ***
especie_hongo	2	0.25	0.12	1.11	0.34
cepa	1	0.021	0.021	0.19	0.66
Bloque	3	0.9	0.3	2.71	0.0571 .
especie_forestal:especie_hongo	4	0.67	0.17	1.51	0.22
especie_forestal:cepa	2	0.081	0.04	0.37	0.70
especie_hongo:cepa	1	0.037	0.04	0.33	0.57
especie_forestal:especie_hongo:cepa	2	0.31	0.15	1.39	0.26
Error	42	4.65	0.11		

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

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

- Longitud de la raíz a los 75 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
especie_forestal	2	30.4	15.19	1.10	0.34
especie_hongo	2	4.9	2.47	0.18	0.84
cepa	1	16.9	16.85	1.22	0.28
Bloque	3	24.9	8.29	0.60	0.62
especie_forestal:especie_hongo	4	82.1	20.53	1.48	0.22
especie_forestal:cepa	2	69.5	34.77	2.51	0.0933 .
especie_hongo:cepa	1	28.6	28.58	2.06	0.16
especie_forestal:especie_hongo:cepa	2	10.3	5.3	0.37	0.69
Error	42	581.6	13.85		

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

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

- Peso fresco de la planta

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
especie_forestal	2	443.1	221.55	54.98	1.87e-12 ***
especie_hongo	2	0.4	0.22	0.055	0.95
cepa	1	1.5	1.54	0.38	0.54
Bloque	3	35.4	11.8	2.93	0.0446 *
especie_forestal:especie_hongo	4	11.2	2.8	0.70	0.60
especie_forestal:cepa	2	1.7	0.83	0.21	0.81
especie_hongo:cepa	1	3.2	3.16	0.78	0.38
especie_forestal:especie_hongo:cepa	2	20.1	10.06	2.50	0.0945 .
Error	42	169.2	4.03		

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

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

- Peso seco radicular a los 75 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
especie_forestal	2	1.93	0.97	10.20	0.000244 ***
especie_hongo	2	0.17	0.087	0.92	0.41
cepa	1	0.016	0.016	0.17	0.68
Bloque	3	0.50	0.17	1.77	0.17
especie_forestal:especie_hongo	4	0.18	0.046	0.48	0.75
especie_forestal:cepa	2	0.14	0.071	0.75	0.48
especie_hongo:cepa	1	0	0	0	0.99
especie_forestal:especie_hongo:cepa	2	0.43	0.21	2.244	0.12
Error	42	3.97	0.095		

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

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022

- Peso seco foliar a los 75 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
especie_forestal	2	1.21	0.60	9.36	0.000435 ***
especie_hongo	2	0.14	0.070	1.09	0.35
cepa	1	0.100	0.100	1.54	0.22
Bloque	3	0.43	0.14	2.20	0.10
especie_forestal:especie_hongo	4	0.33	0.082	1.26	0.30
especie_forestal:cepa	2	0.089	0.044	0.69	0.51
especie_hongo:cepa	1	0.063	0.063	0.97	0.33
especie_forestal:especie_hongo:cepa	2	0.20	0.10	1.57	0.22
Error	42	2.71	0.065		

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

Realizado por: Tanguila Jairo, 2022



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

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

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 20 / 10 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jairo Orlando Tanguila Alvarado
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: INGENIERÍA FORESTAL
Título a optar: Ingeniero Forestal
f. responsable: Ing. Crishian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Crishian Fernando Castillo



1950-DBRA-UTP-2022