

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE**



**Efecto de la inoculación del *Trichoderma harzianum*, en el crecimiento del Charan negro (*Caesalpinia paipai*) y Charan blanco (*Caesalpinia corymbosa*) en etapa de vivero**

Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente

**Autor: Bach. Jordy Luis Baquerizo Oviedo**

**Tumbes - 2025**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE



**Efectos de la inoculación del *Trichoderma harzianum*, en el crecimiento del Charan negro (*Caesalpinia paipai*) y Charan blanco (*Caesalpinia corymbosa*) en etapa de vivero**

Tesis aprobada en forma y estilo:

**Dr. Miguel Ángel Garrido Rondoy**

**Presidente**

**Dr. Miguel Antonio Puestas Chully**

**Secretario**

**Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios**

**Vocal**

**Tumbes - 2025**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE



### Efectos de la inoculación del *Trichoderma harzianum*, en el crecimiento del Charan negro (*Caesalpinia paipai*) y Charan blanco (*Caesalpinia corymbosa*) en etapa de vivero

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

**Bach. Jordy Luis Baquerizo Oviedo**

**Autor**

**Ing. Mg. Eder E. Hidalgo Sandoval**

**Asesor**

**Ing. M.Sc. Suarez Peña, Erick Antonio**

**Co-Asesor**

**Tumbes – 2025**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO  
SECRETARIA ACADÉMICA**



**ANEXO VIII**

*"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL**

En Tumbes, a los once días del mes de septiembre de dos mil veinticinco, siendo las NUEVE horas, con CEERO minutos (LF), de la F.C.A., de forma presencial en las instalaciones del laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias-campus universitario, se reunieron el Jurado Calificador, designado por Resolución N° 116-2022/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D., **Dr. Miguel Ángel Garrido Rondoy** (Presidente), **Dr. Miguel Antonio Puestas Chully** (Secretario), **Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios** (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al **Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval**, como **Asesor**, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, "**Efecto de la inoculación del Trichoderma harzinum, en el crecimiento del Charan negro (Caesalpinia paipai) y Charan blanco (Caesalpinia corymbosa) en etapa de vivero**", para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, presentado por el **Bach. Jordy Luis Baquerizo Oviedo**, Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: **Bach. JORDY LUIS BAQUERIZO OVIEDO; APROBADO**, por MAYORÍA, con el calificativo REGULAR.

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda APTO. para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las DIEZ horas y QUINCE minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, ONCE DE SEPTIEMBRE 2025

<b>Dr. Miguel Ángel Garrido Rondoy</b> DNI N° 00212160 CODIGO ORCID 0000-0002-8542-9353 Presidente	<b>Dr. Miguel Antonio Puestas Chully</b> DNI N° 02660522 CODIGO ORCID 0000-0003-1979-9572 Secretario
<b>Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios</b> DNI N° CODIGO ORCID Vocal	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)  
S.acad.

# TESIS FINAL - JORDY LUIS BAQUERIZO OVIEDO-05-06-2025.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[support.minitab.com](https://support.minitab.com)

Fuente de Internet

2%

2

[dspace.espoch.edu.ec](https://dspace.espoch.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

3

[cdn.www.gob.pe](https://cdn.www.gob.pe)

Fuente de Internet

Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval  
<https://orcid.org/0000-0002-8568-3255>  
Docente asesor

1%

4

[gresis.osc.int](https://gresis.osc.int)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.untumbes.edu.pe](https://repositorio.untumbes.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[dspace.unitru.edu.pe](https://dspace.unitru.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[repositorio.unc.edu.pe](https://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

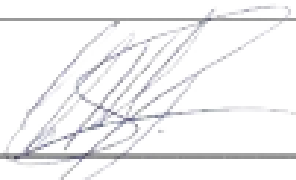
8

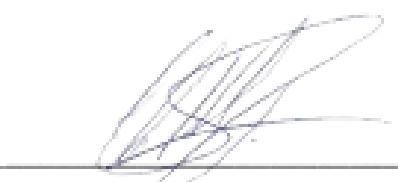
[coin.fao.org](https://coin.fao.org)

Fuente de Internet

<1%

[www.onlineprinters.es](https://www.onlineprinters.es)

9	Fuente de Internet		<1 %
10	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a> Fuente de Internet		<1 %
11	<a href="http://mupreva.org">mupreva.org</a> Fuente de Internet	Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval <a href="https://orcid.org/0000-0002-8568-3255">https://orcid.org/0000-0002-8568-3255</a> Docente asesor	<1 %
12	<a href="http://rraae.cedia.edu.ec">rraae.cedia.edu.ec</a> Fuente de Internet		<1 %
13	<a href="http://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet		<1 %
14	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante		<1 %
15	<a href="http://cienciasforestales.inifap.gob.mx">cienciasforestales.inifap.gob.mx</a> Fuente de Internet		<1 %
16	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet		<1 %
17	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet		<1 %
18	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet		<1 %
19	<a href="http://repositorio.unnoba.edu.ar">repositorio.unnoba.edu.ar</a> Fuente de Internet		<1 %
20	<a href="http://bdigital.unal.edu.co">bdigital.unal.edu.co</a> Fuente de Internet		<1 %

			<1 %
21	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fuente de Internet	Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval <a href="https://orcid.org/0000-0002-8568-3255">https://orcid.org/0000-0002-8568-3255</a> Docente asesor	<1 %
22	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante		<1 %
23	<a href="http://dbpedia.org">dbpedia.org</a> Fuente de Internet		<1 %
24	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet		<1 %
25	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet		<1 %
26	<a href="http://www.utnianos.com.ar">www.utnianos.com.ar</a> Fuente de Internet		<1 %
27	Submitted to Writtle Agricultural College Trabajo del estudiante		<1 %
28	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet		<1 %
29	<a href="http://repository.unad.edu.co">repository.unad.edu.co</a> Fuente de Internet		<1 %
30	<a href="http://www.suminmar.es">www.suminmar.es</a> Fuente de Internet		<1 %

31	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
32	rid.unaj.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval https://orcid.org/0000-0002-8568-3255 Docente asesor <1 %
34	Submitted to Centro Escolar Entrevalles Trabajo del estudiante	<1 %
35	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
39	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to colpos Trabajo del estudiante	<1 %
41	ridum.umanizales.edu.co Fuente de Internet	<1 %
vdocuments.com.br		

42	Fuente de Internet		<1 %
43	<a href="http://www.respondeai.com.br">www.respondeai.com.br</a>	Fuente de Internet	<1 %
44	"XXV IUFRO World Congress: Forest Research and Cooperation for Sustainable", XXV IUFRO World Congress: Forest Research and Cooperation for Sustainable, 2019	Publicación	<1 %
45	<a href="http://repodigital.unrc.edu.ar">repodigital.unrc.edu.ar</a>	Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a>	Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://www.mef.gob.pe">www.mef.gob.pe</a>	Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval <a href="https://orcid.org/0000-0002-8568-3255">https://orcid.org/0000-0002-8568-3255</a> Docente asesor	<1 %
48	<a href="http://doaj.org">doaj.org</a>	Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://doczz.es">doczz.es</a>	Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://mobiroderic.uv.es">mobiroderic.uv.es</a>	Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://www.mdpi.com">www.mdpi.com</a>	Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Exclude assignment      Activo  
template  
Excluir coincidencias      < 15 words



Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval  
<https://orcid.org/0000-0002-8568-3255>  
Docente asesor

## DEDICATORIA

**A Dios**, mi roca eterna, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento en este logro académico.

**A mis padres**, Este logro es un testimonio de su inmenso amor y dedicación. Valoro mucho las lecciones de vida que me han impartido y por el cariño que siempre me han brindado. Mi gratitud hacia ustedes es imposible de expresar completamente. Esta tesis es un tributo a su legado y a la eterna admiración que siento por ustedes. Gracias por ser los mejores padres del mundo.

**A mis hermanos**, Gracias por enseñarme que la vida es más divertida cuando hay compañía. Esta tesis es el resultado de años de compartir risas, secretos y mucho esfuerzo. ¡Este logro es de ustedes también!

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a la Universidad Nacional de Tumbes, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron participe en este proceso, ya sea de manera directa e indirecta. Un gentil agradecimiento al Ing. Mg. Eder E. Hidalgo Sandoval por el asesoramiento brindado en el trayecto del desarrollo de esta tesis, Asimismo, a mis hermanos Anggy Abigail Medina Oviedo y Fabricio medina Oviedo por su apoyo en las actividades de laboratorio como asistentes. Y un agradecimiento especial a mi enamorada Lic. Roxana Noelia Miñano García por su apoyo incondicional en todo el proceso de ejecución de esta tesis. Y un inmenso agradecimiento en toda la elaboración de mi tesis a mi madre Haydee Oviedo Silva, por su inquebrantable apoyo y amor que me brinda día a día, para que su hijo sea un gran profesional.

## Índice de Contenidos

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	18
<b>II. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	22
2.1. Crecimiento de <i>C. corymbosa</i> y <i>C. paipai</i> en etapa de vivero	22
2.2. Descripción dendrológica de <i>C. corymbosa</i> y <i>C. paipai</i>	23
2.3. Inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i> en <i>C. corymbosa</i> y <i>C. paipai</i>	25
2.4. Mecanismo de aplicación con <i>Trichoderma harzianum</i>	26
2.5. Interacción del <i>Trichoderma harzianum</i> sobre <i>C. corymbosa</i> y <i>C. paipai</i>	26
2.6. Mejoras usando cepa de <i>Trichoderma harzianum</i> en especies forestales	27
2.7. Efectos del <i>Trichoderma harzianum</i> en el crecimiento forestal	27
2.8. Caracterización dendrométrica y dasométrica de <i>C. corymbosa</i> y <i>C. paipai</i>	28
2.9. Concentraciones de NPK para <i>C. corymbosa</i> y <i>C. paipai</i>	29
2.10. Antecedentes	30
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	33
3.1. Hipótesis y operacionalización de variables	33
3.2. Indicadores de evaluación	34
3.3. Acondicionamiento del área a propagar <i>C. paipai</i> y <i>C. corymbosa</i>	35
3.4. Extracción, elaboración del sustrato y embolsado a nivel de vivero	35
3.5. Aplicación de <i>Trichoderma</i>	36
3.6. Recolección y siembra de las semillas de Charán blanco, Charán negro	37
3.7. Inoculación de <i>Trichoderma</i> en <i>C. paipai</i> y <i>C. corymbosa</i> a nivel vivero	38
3.8. Observación y mediciones dendrométricas de <i>C. paipai</i> y <i>C. corymbosa</i>	38
3.9. Procesamiento de datos y análisis epidométrico, estereométrico	41
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	46
4.1. Mediciones Epidométricas	46
4.2. Indicadores Estereométricos	50
4.3. Análisis de suelo	61
4.4. Discusión	63
<b>V. CONCLUSIONES</b>	66
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	67
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	68
<b>VIII. ANEXOS</b>	74

## Índice de tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables .....	33
Tabla 2: Resumen de datos y estimaciones estadísticas aplicando anova .....	60
Tabla 3: Concentración de N(Nitrógeno,) P(Fosforo), K(Potasio) .....	61

## Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de los procesos según su actividad .....	34
Figura 2: Elaboracion del sustrato.....	35
Figura 3: Sustrato utilizado. ....	35
Figura 4: Embolsado.....	36
Figura 5: Codificacion y separacion por tratamiento .....	36
Figura 6: Semilla de <i>C. corymbosa</i> .....	37
Figura 7: Semilla de <i>C. paipai</i> .....	37
Figura 8: Siembra de semillas .....	37
Figura 9: Preparado de <i>Trichoderma</i> .....	38
Figura 10: Cepa de <i>Trichoderma</i> .....	38
Figura 11: Especies de <i>C. corymbosa</i> .....	39
Figura 12: Especie de <i>C. paipai</i> .....	39
Figura 13: Observación y medición de las especies.....	39
Figura 14: Extracción de especies de bolsas almacigueras.....	40
Figura 15: Medidas epidométricas .....	40
Figura 16: Medicion de altura total, diámetro de copa, longitud de raíz, D.tallo...40	
Figura 17: Medición de peso fresco y peso seco de: tallo, hojas, raíz).....	40
Figura 18: Testigo de <i>C. corymbosa</i> .....	41
Figura 19: Inoculo de <i>C. corymbosa</i> .....	41
Figura 20: Testigo de <i>C. paipai</i> .....	41
Figura 21: Inoculo de <i>C. paipai</i> .....	41
Figura 22: Estimaciones estadísticas epidométricas de <i>C. corymbosa</i> .....	46
Figura 23: Datos epidométricos de <i>Caesalpinia corymbosa</i> .....	47
Figura 24: Datos epidométricos en raíz de <i>Caesalpinia corymbosa</i> .....	48
Figura 25: Estimaciones estadísticas epidométricas de <i>Caesalpinia paipai</i> .....	49
Figura 26: Datos epidométricos de <i>Caesalpinia paipai</i> .....	49

Figura 27: Datos epidométrica en raíz de <i>Caesalpinia paipai</i> .....	50
Figura 28: Estimaciones estereométricas de <i>Caesalpinia corymbosa</i> en raíz....	51
Figura 29: Datos estereométricos en raíz del <i>Caesalpinia corymbosa</i> .....	52
Figura 30: Estimaciones estereométricos de <i>C.paipai</i> en raíz .....	52
Figura 31 Datos estereométricos en raíz del <i>Caesalpinia paipai</i> .....	53
Figura 32 Estimaciones estereométricas de <i>Caesalpinia corymbosa</i> en tallo.....	54
Figura 33: Datos estereométricos en tallo del <i>Caesalpinia corymbosa</i> .....	55
Figura 34: Estimaciones estereométricas de <i>Caesalpinia paipai</i> en tallo.....	55
Figura 35: Datos estereométricos en tallo del <i>Caesalpinia paipai</i> .....	56
Figura 36: Estimaciones estereométricas de <i>Caesalpinia corymbosa</i> en hoja....	57
Figura 37: Datos estereométricos en hoja del <i>Caesalpinia corymbosa</i> . .....	58
Figura 38: Estimaciones estereométricas de <i>Caesalpinia paipai</i> en hoja .....	58
Figura 39: Datos estereométricos en hoja del <i>Caesalpinia paipai</i> .....	59
Figura 40: Informe sobre el análisis de suelo (NPK);(a),(b),(c).....	76

### **Índice de anexos**

Anexo 1: Informe del análisis de suelo .....	74
Anexo 2: Glosario .....	77
Anexo 3: Certificado de originalidad .....	78

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de la inoculación de *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento de *Caesalpinia paipai* (Charán negro) y *Caesalpinia corymbosa* (Charán blanco) en etapa de vivero. El estudio comprendió diversas fases, incluyendo la identificación de las especies forestales, el acondicionamiento del área de propagación, la recolección y siembra de semillas, así como la preparación e inoculación de *Trichoderma harzianum*. Se establecieron cuatro tratamientos experimentales, los cuales fueron aplicados a nivel de vivero. Posteriormente, se realizó la etapa de laboratorio, donde se recolectaron datos relacionados con las siguientes variables: altura total, diámetro del tallo, diámetro de copa, longitud de raíz (horizontal y vertical), peso fresco y peso seco de raíz, tallo y hojas. El experimento tuvo una duración de ocho meses. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante la prueba de ANOVA (análisis de varianza), a fin de evaluar los efectos de los tratamientos sobre las variables mencionadas. Los resultados mostraron que la inoculación con *Trichoderma harzianum* generó una respuesta negativa significativa en ambas especies, afectando el desarrollo de las plantas. En particular, *C. corymbosa* presentó mayor sensibilidad al hongo, mientras que *C. paipai* mostró mayor tolerancia y robustez frente a la inoculación. Se concluye que la aplicación de *Trichoderma harzianum* no es recomendable para estas especies forestales en etapa de vivero, debido a su efecto adverso sobre el crecimiento radicular, la altura total de las plantas, el diámetro de copa y el peso (fresco y seco) de las partes vegetativas. Estos resultados implican un riesgo para la restauración ecológica y la conservación de los ecosistemas forestales secos, por lo que se sugiere evitar el uso de este hongo en programas de reforestación con especies nativas en la región de Tumbes.

**Palabras claves:** *Trichoderma harzianum*, inoculación, crecimiento vegetal, *Caesalpinia paipai*, *Caesalpinia corymbosa*, vivero

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of *Trichoderma harzianum* inoculation on the growth of *Caesalpinia paipai* (black tern) and *Caesalpinia corymbosa* (white tern) at the nursery stage. The study comprised several phases, including species identification, propagation area preparation, seed collection and sowing, and *Trichoderma harzianum* preparation and inoculation. Four experimental treatments were established and applied at the nursery level. Subsequently, the laboratory stage was conducted, where data were collected on the following variables: total height, stem diameter, crown diameter, root length (horizontal and vertical), fresh weight, and dry weight of roots, stems, and leaves. The experiment lasted eight months. Statistical analysis of the data was performed using ANOVA (analysis of variance) to evaluate the effects of the treatments on the aforementioned variables. The results showed that inoculation with *Trichoderma harzianum* generated a significant negative response in both species, affecting plant development. In particular, *C. corymbosa* was more sensitive to the fungus, while *C. paipai* showed greater tolerance and robustness to inoculation. It is concluded that the application of *Trichoderma harzianum* is not recommended for these forest species in the nursery stage due to its adverse effect on root growth, total plant height, canopy diameter, and the weight (fresh and dry) of vegetative parts. These results pose a risk to the ecological restoration and conservation of dryland forest ecosystems, and it is therefore suggested that the use of this fungus be avoided in reforestation programs with native species in the Tumbes region.

**Keywords:** *Trichoderma harzianum*, inoculation, plant growth, *Caesalpinia paipai*, *Caesalpinia corymbosa*, nursery

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el sector forestal ha ido desempeñando un papel muy importante tanto para el medio ambiente como para la economía del país, por lo cual es sustancial y fundamental reproducir, mantener, controlar y contribuir al desarrollo y crecimiento de las especies del bosque seco que se encuentra ubicado en Tumbes. Una de las técnicas poco comunes que se han incrementado como promotores de crecimiento de especies vegetales es el uso de organismos fúngicos. La investigación y análisis de los efectos de este producto biológico han ido avanzando considerablemente en el campo ambiental donde se presenta como una de las mejores alternativas para sustituir los productos químicos (Ramos Vásquez, 2023).

*Trichoderma* es un género de hongos que se encuentran en los suelos de todas las zonas climáticas del mundo y son importantes descomponedores de materiales leñosos y herbáceos. Es un hongo invasor oportunista, que se caracteriza por su rápido crecimiento, por la capacidad de asimilar una amplia gama de sustratos y por la producción de una variedad de compuestos antimicrobianos. Algunas cepas han sido explotadas como agentes de control biológico (BCA) de patógenos (Ramos Vásquez, S. L. 2023). Qué efecto tiene la inoculación asistida del *Trichoderma harzianum*, en el crecimiento del Charán negro (*Caesalpinia paipai*) y Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) en etapa de vivero.

El crecimiento de las especies forestales como *C. corymbosa* y *C.paipai*, se mantiene en un estado poco óptimo o siendo atacado por un sinnúmero de factores ambientales, sociales, económicos etc. Por tal motivo la tala ilegal, deforestación, ataque de agentes patógenos, nos llevan a preguntarnos o indagar sobre mecanismos para restaurar, preservar estas especies forestales, he aquí nace la forma de inoculación de sustancias orgánicas e inorgánicas, y a su vez utilizar bacterias que puedan acelerar o mejorar su crecimiento, darle calidad le locación y mejorar su volumen forestal, fortaleciendo las áreas forestales, intentando pruebas

para un crecimiento acelerado de las especies de Charán blanco y Charán negro. Como objetivo primordial es identificar los efectos de la inoculación del *Trichoderma harzianum*, en el crecimiento del Charán negro y Charán blanco en etapa de vivero, ya que la utilización de estas áreas forestales por medio de la agricultura nos lleva a observar cómo se viene depredando con otros fines de no preservación, por ende, una opción de fortalecimiento es optar por medidas alternativas para aumentar y beneficiar a estas especies forestales.

En la actualidad la tala ilegal o extracciones maderables y no maderables de dudosa procedencia vienen causando un grave deterioro significativo en estas especies de Charán blanco y Charán negro, donde es indispensable estimular y mejoraría el crecimiento prolongado. La distribución geográfica de Charán blanco y Charán negro según (Jorgensen y León Yáñez 1999).

Por otro lado, se cuenta con presencia y abundancia en el sector llamado como el Tutumo: Este Centro Poblado está ubicado en el distrito de Matapalo, Provincia de Zarumilla, perteneciente a la región de Tumbes. Los usos que se le suelen dar a estas especies son: madera con un tinte blanco-marrón, fibras duras y resistentes a los enredos. Se utiliza como leña por la misma razón que su madera tiene un alto poder calorífico, y los postes y maderas estructurales, con respeto al forraje de vainas, hojas, ramas, semillas, etc., sirve de alimento para el ganado vacuno, bobino, caprino como un sustento excedente. Al gestionar la regeneración natural, estas especies son importantes para la repoblación en regiones áridas (*Granda y Guamán 2006, Motto 2005, García 2006, González et al. 2005*).

Los motivos que están ocasionando la depredación de estas especies en mención, así como un sinnúmero de especies forestales, son por temas de urbanismos o como extensión urbana, es lo que se logra observar en su gran mayoría de la región de Tumbes, la venta ilegal en la región poco a poco va mermando el desarrollo y crecimiento de ambas especies y cada vez disminuye su masa forestal. Por lo tanto, en el período contable de 2015 a 2017, el área forestal requerida para convertir o cambiar el uso de la tierra fue de 311,000 hectáreas, y la primera instancia fue un tema de agricultura y ganadería. Asimismo, en las reservas naturales (ANP) y áreas

territoriales protegidas de pueblos o comunidades indígenas, se estima que hay 874.533 millones de metros cúbicos de madera disponible para la minería y 8.885 millones de metros cúbicos de madera inutilizable. Minería maderera y no maderera. En cuanto al almacenamiento aéreo de carbono, la concentración estimada es de 88,2% en bosque primario, 9,3% en bosque inundable, 2,3% en otros bosques y 0,1% en plantación.

En el análisis realizado, también se puede evidenciar que el stock de recursos madereros en el área de bosque plantado aumentó en 1,14 millones de metros cúbicos, el área disponible para madera aumentó en 340,000 metros cúbicos y el área aumentó en 236,85 millones de metros cúbicos. No se pueden utilizar para la extracción de madera. Como resultado, sabemos que el aumento de madera en área aprovechable es pequeño en comparación con la reducción de existencias, muy superior a los 276,38 millones de metros cúbicos de madera aprovechada en el período contable 2015 a 2017, que incluye la cosecha para uso forestal y debido Pérdida de cobertura vegetal por cambio de uso de suelo (INEI, 2021).

Por otro lado, se cuenta con una estimación porcentual correspondiente que más del 60% del territorio del Perú está cubierto por bosque, Perú es el noveno país con mayor cobertura forestal en el mundo, el cuarto país con mayor cobertura forestal tropical y el segundo país con mayor selva amazónica. Cubre el mundo. Mundo (FAO, 2020; MINAM et al., 2015). De las 72,083 263 hectáreas de bosque del país, más de 68 millones de hectáreas se encuentran en la región amazónica, o alrededor del 94,6% de la cubierta forestal del país, mientras que 3,7 millones de hectáreas (5,1%) son costeras y 220.000 hectáreas se encuentran en zonas costeras. Sierra (0,31%) (MINAM et al. 2015).

Con respecto a la selva amazónica, en 2017 se estima que se formaron más de 60 millones de hectáreas de bosque primario, alrededor de 9,5 millones de hectáreas de bosque inundable, 120,000 hectáreas de bosque de plantación y más de 3,6 millones de hectáreas de otros bosques, sumando más de 73 millones de hectáreas a la selva amazónica total (INEI, 2021). Según los ámbitos ambientales, sociales, técnicos y económicos; el tratamiento de la inoculación a través de bacterias

asistido es una metodología muy amigable con el medio ambiente ya que estas especies de forestales a trabajar no utilizarían consumos altos de agentes químicos que puedan perjudicar los ecosistemas, de esta forma mejorara las condiciones viables de estas especies de Charán blanco y Charan negro.

A su vez permitirá mejoras en el crecimiento de las especies de Charan blanco y negro, aumentando la belleza paisajística, y mejoraría el volumen de bosque que se cuenta hasta la fecha. Reduciría los índices de ataques bacterianos, y perdida de esta especie en los bosques secos al saber que podría acelerar el crecimiento en las especies forestales de Charán blanco y negro en tumbes. De otra forma de manera técnica ayudaría a propagar especies con mejores condiciones de crecimiento y desarrollo de su fisiología vegetal, permitiría aumentar la eficiencia en la recuperación de áreas forestales en los diferentes bosques o ecosistemas.

Mejoraría el crecimiento de las especies de Charán blanco y Charán negro acelerando su viabilidad y calidad de especie de tumbes. De manera económica aumentaría la eficiencia, con respecto al poder germinativo y de propagación de las especies de Charán blanco y negro. De tal forma ampliaría nuestro horizonte en temas de recuperación y restauración forestal de masa de bosque en Tumbes, por ser una iniciativa muy interesante que no demanda gastos innecesarios, sino a su vez reducir los costos de propagación del recurso forestal con miras a un desarrollo sostenible de este recurso indispensable para el mundo, como lo son nuestros bosques y ecosistemas del cual contamos.

Por tal motivo la inoculación fúngica con *Trichoderma harzianum* en estas especies forestales ayudara a controlar los índices de deforestación, evaluando los efectos que le causa a las especies en mención, con respecto a su crecimiento y desarrollo. En la provincia de Tumbes existen algunos estudios del uso de *Trichoderma*, como biocontrolador para cultivos agrícolas, también como alternativa de plaguicidas para combatir a *Botrytis spp.* en rosas, etc., sin embargo, muy pocos estudios acerca de la utilización de este género fúngico como una alternativa en la promoción de crecimiento y estimulante para los procesos fisiológicos de especímenes forestales. (Santana Baños,2021).

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Crecimiento de *C. corymbosa* y *C. paipai* en etapa de vivero

- Elaboración de sustrato: Se procederá a distribuir de forma homogénea los diferentes tipos de suelos : en el primero se cuenta con suelo agrícola o conocida como tierra de chacra estructura (franco arcilloso) , el segundo tipo de suelo es con una estructura (arenosa) , y el tercer sustrato está conformado por hojas seca y rastrojos de árboles frondoso de algarrobo (hojarasca), los cuales fueron extraídos en Instituto Nacional De Innovación Agraria (INIA) (García Navarro, 2019; Salazar, Cuyckens, & Guzmán, 2020; Santillán-Fernández et al., 2021). Conformación porcentual del sustrato: tierra de chacra un 50%, suelo arenoso un 40%, hojarasca un 10 %.

Posterior a eso, se procedió a revolver o mezclaras todos los tipos de suelos y rastrojos de forma compacta y homogénea para luego ser cernida por coladores o mayas de plástico, celosilla, etc (Urdinola, 2020).

- Embolsado del sustrato elaborado: Se procede al llenado de las bolsas almacigueras de proporciones 10x15, que equivalen a 1 kg aproximado de sustrato por bolsa. (Yanguicela Caiza, 2020).
- Ubicación de fuentes semillero para extracción: Se realiza la georreferenciación de los puntos o lugares que se extrajeron las semillas de Charán negro y Charán blanco, utilizando el Datum UTM - WGS 84\_ Zona 17S. (Rey, Riat, & Sánchez, 2020).
- Técnica de escarificación física de las semillas de Charán negro y Charán blanco: En esta técnica mecánica física se desarrolla con el fin de disminuir el tiempo germinativo de las semillas de Charán blanco y Charán negro. La cual consta de una acción abrasión y/o desgaste de la pared exterior de la semilla (tegumento) que

esto permite que el endospermo entre en contacto con el aire y el agua, de esta forma su germinación sería más fácil ya que esta semilla estaría expuesta por la misma condición mecánica. Pueden realizarse con diferentes medios tales como (cuchillo, aguja, papel de lija), teniendo mucho cuidado de no perjudicar o alterar el interior de las semillas. La escarificación mecánica, independientemente a del método empleado, acelerando los procesos naturales de la semilla que normalmente hacen que las capas sean permeables al agua y al aire y germinen de forma acelerada (Montero, 2021; Zambrano Bravo, 2021).

- Técnica de sumergimiento hídrico para las semillas de Charán blanco y Charán negro por un periodo de 24 horas: Se procede a sumergir por un periodo de 24 horas las semillas que se van a sembrar, en este caso las especies de Charán Negro (*Caesalpinia paipai*) Y Charán Blanco (*Caesalpinia Corymbosa*), luego de haberles realizado el proceso de escarificación de forma correcta (Jacqueline, 2019).
- Plantación o siembra semillas a través de vivero: Una vez realizado la escarificación de cada semilla de Charán blanco y Charán negro, también de haber cumplido el tiempo de sumergirlos en agua por 24 horas, se procede a regar cada bolsa almaciguera saturándola de agua para para que el sustrato que contiene se nutra y suavice, luego de esto se espera por un periodo de 24 horas para luego realizar la siembra respectiva de cada semilla, la cual se realiza 1 semilla por golpe en cada bolsa almaciguera (Rossana, 2021).

## 2.2. Descripción dendrológica de *C. corymbosa* y *C. paipai*

- **Descripción del Charan negro:** su nombre científico de la especie forestal es *Caesalpinia paipai*.
- **Descripción botánica de la especie:** Considerando una altura de hasta 13 m y una medida promedio (diámetro a la altura del pecho) entre 15 o 18 cm DAP, se considera un árbol caducifolio (ha perdido las hojas). Sus tallos son irregulares, ramificándose desde una altura de 2,5 m muy cerca del suelo. Tiene una copa

irregular con abundantes ramificaciones. El manto exterior es verde oscuro, liso, con manchas blanco lechosas, con lenticelas solitarias, discurriendo horizontalmente. Por otro lado, tiene hojas compuestas bipinnadas, alternas con estípulas, base obtusa, ápice obtuso a redondeado y nervios pinnas oblicuos. Irregular, llamativo, estilo grande, amarillo, rojo anaranjado, estigma, en racimos de corimbria amarilla muy conspicua. También tiene un fruto que es una legumbre (vaina) negra, gruesa, plana y rugosa, de 2,5 a 5 cm de largo y de 1,2 a 2 cm de diámetro. Semillas verdes oscuro, endospermo oscuro (García 2019).

- **Principales usos de la especie:** Su madera se puede utilizar para la elaboración de carbón, leña de uso doméstico, columnas o puntales, vigas y pequeñas obras de construcción. A su vez las hojas, flores y frutos se suelen utilizar como forraje que sirve de alimento para el ganado vacuno y caprino. Los frijoles molidos se usan para tratar problemas de salud como la cicatrización de heridas, en odontología las semillas y la corteza se usan para tratar las caries y en la cocina, el enjuague bucal se usa para tratar problemas de amígdalas (Guzmán 2020).
- **Descripción del Charan blanco:** su nombre científico de la especie forestal es: *Caesalpinia corymbosa*.
- **Descripción botánica de la especie:** Se considera un árbol de hasta 8 m de altura y 20 cm DAP (diámetro a la altura del pecho). También tiene un fuste llamativo, ya que la corteza de color gris claro tiñe las partes más blancas por el desprendimiento de la corteza, normalmente muy retorcida, y tiene una copa alargada, comprimida, muy escasa. Hay hojas bipinnadas alternas, de 10 o 13 cm de largo; pinnas de 4 a 10 pares; folíolos de 8 a 30 pares, oblongos, de 1 cm de largo. Flores blancas o muy amarillentas, cabeza globosa. Los frutos son legumbres lineales de contextura plana entre 6 y/o 17 cm de largo, cuenta con 1 cm de ancho.

Tiene un ciclo fenológico muy diferenciado, con un florecimiento que se da en los meses de febrero y abril, también una fructificación de mayo a julio. Se reproduce por semilla y tiene buena capacidad de regeneración natural.

- **Principales usos de la especie:** La madera es de color blanco-marrón, de textura dura y fibras entrelazadas. Considerado y muy apreciado por su poder calorífico y cierto rendimiento en la producción de carbón. También se utiliza para leña, postes de servicios públicos y madera estructural (producción de parquet). Tiene vainas y semillas que comen las cabras y las vacas, facilitando el proceso de rascado. Considerada una especie muy importante en el tema de la restauración, la reforestación, mediante el manejo de la regeneración natural, esta contribuirá al repoblamiento de las zonas secas. (García,2019).

### **2.3. Inoculación con *Trichoderma harzianum* en *C. corymbosa* y *C. paipai***

Para asegurar el correcto uso de los microorganismos en el mejoramiento de los bosques sostenible, su pronta recuperación y restauración se debe asegurar la viabilidad de las especies forestales, de tal forma que sean amigables con el ambiente. Se podría lograr llevando a cabo prácticas forestales donde exista la utilización de inoculantes microbianos. (Cárdenas, C. I. C, 2021).

De esta forma al comprobar la actividad y pureza que aseguren a los bosques un número específico adecuado por especie, que le daría garantía de calidad y por ende confianza. Esto nos lleva a demostrar de forma objetiva como utilizar estas bacterias en beneficio de mejorar su crecimiento. En estudios realizados sobre el uso de bacterianos promotores de crecimiento vegetal, que se generó como estrategia para el manejo forestal de especies, el autor (Romero Blacio, F. Y., 2021) comenta sobre la evaluación de bacterias que pertenecen al género *Trichoderma*. Donde su aplicación en diferentes especies agrícolas se obtuvo excelentes resultados.

Por tal motivo se generará la inoculación en especies forestales de (Charan negro y Charan blanco) que determinarían su potencial como bio estimulantes de crecimiento, a su vez determinar su efectividad, crecimiento vegetativo de las. Se puede afirmar con registro fehaciente que tanto y el Hongo *Trichoderma* puede ser inoculado en forma de riego, obtuvieron resultados satisfactorios en las diferentes especies de las cuales se aplicó. (Larios, 2019).

#### **2.4. Mecanismo de aplicación con *Trichoderma harzianum***

Este trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional de Tumbes entre octubre de 2021 y marzo de 2022 para estudiar el potencial antagonico de cepas comerciales y locales de *Trichoderma harzianum* contra *Rhizoctonia solani*, *R. oryzae* y *R. oryzae – sativa*. Los resultados mostraron que la cepa comercial *Trichoderma* inhibió el crecimiento radial de *R. solani* - 60%, mientras que la cepa autóctona - 57,5%, similar a *R. oryzae - sativae*, en la que la cepa comercial inhibió el 61,25% y la cepa autóctona - 58,63%%; En el caso de *R. oryzae* inhibió la cepa natural en un 61% y la cepa comercial en un 60,88%.

A niveles antagonicos, la cepa comercial mostró altos niveles de lisis, vacuolización, fragmentación y plegamiento *R. solani* y *R. oryzae-sativae* y niveles moderados para *R. oryzae-sativae. oriza*. Esto no sucedió con la cepa nativa, que solo mostró altos niveles de lisis y vacuolización en comparación con *R. solani*, y en *R. oryzae* fragmentación y vacuolización; Los mecanismos de granulación y ósmosis se expresan en niveles bajos.

Al evaluar el efecto de *Trichoderma* en raíces, la cepa comercial creció abundantemente y mostró Endo parasitismo, lo cual no se observó en el caso de la cepa autóctona *Trichoderma*, que creció pobremente en raíces y no presentó parasitismo intracelular; Finalmente, la cepa comercial mostró un mejor desarrollo radicular, con un peso fresco promedio de 2.447 g, 0.566 g superior a la cepa nativa. y en 1242 para testigos, (Gutiérrez Rivas, R. E. 2022).

#### **2.5. Interacción del *Trichoderma harzianum* sobre *C. corymbosa* y *C. paipai***

La aplicación del hongo *Trichoderma harzianum* a suelos libres de patógenos resultó en un aumento en la germinación de las plántulas, la altura de las plantas, el área foliar y el peso seco. El hongo se aplicó al suelo mediante tres métodos diferentes: suspensión de conidios, preparación de salvado/turba y recubrimiento de semillas. Los efectos más significativos se observaron en la producción de salvado de trigo y turba. Estas reacciones ocurren en una variedad de sustratos de crecimiento de plantas, como marga, suelo tratado en

autoclave, vermiculita, turba y una mezcla de vermiculita y turba (1:1, v/v). *Trichoderma harzianum* también se ha encontrado en las raíces de plantas que crecen en suelos tratados con el hongo (Cárdenas, 2021).

## **2.6. Mejoras usando cepa de *Trichoderma harzianum* en especies forestales**

En el control de enfermedades de las plantas, el control biológico tiene las ventajas de ser eficaz, seguro y beneficioso para la salud humana y el medio ambiente. El hongo filamentoso *Trichoderma harzianum* y sus especies estrechamente relacionadas inhiben el crecimiento de muchos hongos patógenos de plantas y se han desarrollado como agentes de bio control comerciales durante décadas. En esta revisión, resumimos los estudios sobre el complejo *T. harzianum* desde la perspectiva de la mejora de la cepa.

Para mejorar las capacidades de bio control, es necesario aumentar la producción de proteínas extracelulares y compuestos con actividad antimicrobiana o inductores de inmunidad vegetal. Además, es necesario aumentar la resistencia a diversas tensiones ambientales. La ingeniería de sistemas reguladores de genes tiene el potencial de modular una variedad de procesos biológicos relevantes para el control biológico. Con el rápido desarrollo de la ingeniería genética de hongos, se espera que *T.* Fortalecer las actividades de control biológico de la bacteria Harzia y promover el desarrollo agrícola sostenible. (Xiao, 2023).

## **2.7. Efectos del *Trichoderma harzianum* en el crecimiento forestal**

El propósito de este estudio fue determinar los efectos de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma Longibraquiatum* sobre el crecimiento de *Chionanthus pubescente*, *Eucalyptus cinerea* y *Cupressus macrocarpa* en el jardín de infantes. El estudio incluyó actividades de identificación de especies forestales, recolección y plantación de semillas, producto o trasplante, preparación de bloqueo experimental con 15 tratamiento y 4 respuestas de cada una de la inoculación de *Trichoderma spp.* Trasplante (TC) en la fase de campo, peso total fresco, longitud de la raíz, peso seco y fase de laboratorio peso de raíz seco y finalmente, el cálculo del índice Dixon y el análisis estadístico de datos.

Los resultados del estudio mostraron que con las plantas pubescentes de *Trichoderma harzianum* *Chionanthus* tenían una reacción positiva significativa a las variables de la planta, la masa fresca total y la masa seca de las hojas; En el caso de *Eucalyptus cinerea*, la variable raíz; y en el caso de *Cupressus macrocarpa*, la masa fresca total y la masa seca de la hoja y la raíz; Mientras que *Trichoderma longobrachiatum* mostró una reacción positiva significativa solo en las masas de plantas de pubescen de *Chionanthus* en el cambio.

Se concluyó que las tres especies de plantas probadas tenían una mejor reacción y más positiva con la inoculación de *Trichoderma harzianum*. En un estudio con *Trichoderma*, se recomienda utilizar una variedad de especies, como promotores de crecimiento en muestras de plantación difíciles en el vivero y preparar el tratamiento para plantas de crecimiento lento. (González, 2022).

## **2.8. Caracterización dendrométrica y dasométrica de *C. corymbosa* y *C. paipai***

El bosque seco ha sido ocupado por actividades agrícolas que causan sordera. AIM tiene como objetivo organizar un multidadés multidosósper -Polaron Multiciders y Dasométrico. Arg y Hura Rattle L. En el área de seguridad privada "gotas de agua". Las especies se proporcionan a través del registro: DAP, altura novedosa, altura total, altura de la copa, diámetro de la copa y superficie de copa; Y clasificado en Fustales, Latizales y Brinzales. 112 A. Polyneuron se ha confirmado con los valores promedio: DAP 13.24 cm, altura total de 8.23 m, altura de Füstel 3.37 m, altura de copa de 4.86 m, diámetro de COC 5.50 m, 30.15 m<sup>2</sup> de área de taza; y 73 personas X. Tham Lam con DAP 1.37 cm, altura total de 1.39 m, altura de sabor 1.02 m, una altura de 0.37 m, un diámetro de 0.50 m de vidrio, vidrio 0.23 m<sup>2</sup>.

Las características dasométricas han arrojado 1.75 m<sup>2</sup> del área base y un volumen de 4.87 m<sup>3</sup> para A. Polineurón; En contraste, H. Crepery tiene un área básica de 0.09 m<sup>2</sup> y un volumen total de 0.35 m<sup>3</sup>. La investigación muestra que la relación entre el diámetro de la copa y las condiciones de la ubicación y la densidad de aterrizaje, como un indicador de rendimiento importante (Gordillo Fernandez,2023).

## 2.9. Concentraciones de NPK para *C. corymbosa* y *C. paipai*

La teca (*Tectona grandis L.F.*) es un rápido crecimiento, con madera que es muy apreciada por su dureza y durabilidad. En México, uno de este tipo ha aumentado en las últimas dos décadas y algunas prácticas propuestas, como el cultivo e incluyen fertilizantes verdes (AV) para garantizar la estabilidad del ecosistema, minimizar el daño en el medio ambiente. El propósito de este estudio es evaluar el impacto de la conexión de TEC en la fertilidad, el crecimiento (altura y diámetro) y la nutrición de la comunidad VE y Arvent temprano.

La investigación se realizó del 20 de agosto a enero de 2021 en C-34 LIC. Benito Huarez, Huemandjulo, Tabasco, México, utiliza un diseño de bloque completo con dos procesos y cuatro repeticiones. Se han realizado muestras químicas y físicas, así como la elección química y física del suelo, así como el análisis distribuido para evaluar la fertilidad del suelo y AV crotal (*Crotal Jncea L.*). Se han implementado los cinco modelos de arvense, registraron el número de especies, unidades y el alcance de la especie, calculando la riqueza y la diversidad ( $H'$ ), la homogeneidad (E) y el indicador de señalización (IVI) de las especies registradas.

La relación TECA Trotal no afecta las especificaciones de investigación, excepto el nitrógeno inorgánico (NI), que muestra una diferencia significativa entre el manejo. Tanto la morfología, la altura como el diámetro no son la diferencia estadística entre el manejo.

El análisis de las hojas después de seis meses no muestra la diferencia estadística a la concentración de Fietium N, P, K, Ca y Mg. En dos estudios, todo el contenido es suficiente. La composición de las flores de la comunidad Arvense corresponde a 24 tipos, 20 familias y 13 familias; Fabaceae y Poaceae están mejor representados; La mayoría de los valores y valores H son la hierba estrella, que aparece todo el ciclo en el año con el IVI más grande, especialmente en gráficos AV; Los repentinos botones amarillos y amarillos están registrados como todo el ciclo, la chbolita y las fronteras, que también son muy importantes, aunque su presencia está más relacionada con la lluvia. (Maza Landero, M. G.,2021).

## 2.10. Antecedentes

Vukelić, ID (2021). En su tesis determino, los efectos beneficiosos de los hongos *Trichoderma* y sus metabolitos secundarios, que promueven el crecimiento de las plantas, la absorción y la eficiencia del uso de macroelementos y oligo/microelementos, activan el metabolismo secundario de las plantas y la resistencia a enfermedades de las plantas, los hacen útiles en la agricultura ambiental. Sin embargo, hay pocos datos en la literatura sobre el efecto de la inoculación de *Trichoderma* sobre la calidad del fruto del tomate.

Para investigar el efecto de *Trichoderma* sobre las características fotosintéticas y la calidad del fruto de plantas cultivadas en sistemas de producción orgánica, se seleccionaron cultivares de tomate disponibles comercialmente en combinación con especies nativas de *Trichoderma* previamente caracterizadas a nivel molecular y bioquímico. Las variedades estudiadas difirieron en la mayoría de los parámetros estudiados. La variedad *Gruzanski zlatni* respondió significativamente a la aplicación de *Trichoderma*. Debido al aumento de flavonoles epidérmicos y la disminución de clorofila, el índice de balance de nitrógeno en las hojas disminuyó, indicando una transición del metabolismo primario al secundario.

La calidad de su fruto ha cambiado con un aumento en el contenido total de flavonoides, una disminución en el almidón, un aumento en el índice de bioacumulación (IB) de Fe y Cr, y una disminución en el BI de los metales pesados Ni y Cr. Una mayor expresión del gen de hinchazón en las raíces de cultivares de tomate más susceptibles indica una mejor colonización de las raíces, lo que se correlaciona con el efecto positivo observado de *Trichoderma*.

Braun, H. (2018). realizo una investigación debido al hongo del hilo y sus toxinas de forma, una cuarta parte de la cosecha del mundo está dañada, y las condiciones climáticas extremas asociadas con el cambio climático hará que esta situación se deteriore. Las toxinas de moho han causado varios problemas de salud. Las estrategias de intervención comunes contra los hongos productores de micotoxinas, como el uso de fungicidas, pueden generar residuos no deseados y, en algunos casos, inducción de estrés en la biosíntesis de

micotoxinas. Además, el desarrollo de resistencia a los fungicidas afecta fuertemente las enfermedades fúngicas previas y posteriores a la cosecha. Por lo tanto, es necesario desarrollar estrategias alternativas para reducir las infecciones fúngicas y así reducir la contaminación por micotoxinas en la cadena alimentaria.

Una de las estrategias competitivas naturales de importantes hongos fitopatógenos y productores de micotoxinas puede ser *Trichoderma harzianum*, un hongo fúngico parásito. En particular, en comparación directa con algunos de los fungicidas probados, la inhibición de *T.harzianum* por las diferentes especies de hongos probadas fue comparable, más duradera y, en algunos casos, más efectiva. Además de una reducción significativa en la tasa de crecimiento, se encontró inhibición transcripcional de la biosíntesis de micotoxinas en especies de Kojima competidoras. Además, T.

Se puede observar claramente mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) de alta resolución. *Harzianum* observó activamente especies competitivas y luego agrietó las siguientes enzimas para estos hilos. En este estudio se demostró con éxito que *T. Harzianum*. Como competidor biológico, *Harzia harzianum* es un complemento eficaz de las aplicaciones de fungicidas.

Fraceto, LF (2018). Los géneros, especialmente *Trichoderma harzianum*, se utilizan comúnmente para el manejo biológico de patógenos dañinos transmitidos por las semillas y el suelo. El mercado mundial de biopesticidas está en auge y una gran proporción se compone de diversas formulaciones comerciales de *Trichoderma harzianum*. Sin embargo, estas formulaciones comerciales tienen algunos inconvenientes importantes, incluida una vida útil corta, una baja estabilidad en el campo y un rendimiento inconsistente en diferentes regiones agroclimáticas. Se necesitan urgentemente nuevas estrategias para el manejo eficaz de patógenos para abordar eficazmente estos desafíos. Esta revisión proporciona una descripción general de *Trichoderma spp.*

Se discute su uso, con especial énfasis en *T. harzianum*, y las tendencias futuras en el control biológico. Se describen tecnologías de microencapsulación de hongos

y biosíntesis de nanopartículas destinadas a mejorar el control biológico de patógenos y promover prácticas de permacultura.

Santana Baños (2021). Realizo la investigación fue analizando cómo *Trichoderma viride* "cepa Ts-3" y el extracto acuoso de semillas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) afectan el crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. 'Ulises'). El estudio se realizó en la Universidad de Pinar del Río, en Cuba. Se llevaron a cabo cuatro tratamientos: uno de control (plántulas sin inoculación), plántulas con *T. viride*, plántulas tratadas con nim y plántulas combinadas de *T. viride* y nim. Todos fueron organizados en un esquema completamente aleatorio dentro de bandejas con un sustrato que contenía 70% de suelo Ferralítico Amarillento, 20% de turba y 10% de cáscara de arroz.

Se observó que *T. viride* "cepa Ts-3" estimuló positivamente la masa fresca de raíz de las plántulas de tomate cv. 'Ulises'; mientras que, el uso del extracto de semillas de nim tuvo un efecto negativo en el crecimiento y desarrollo de este tipo, con una reducción de más del 40% en la biomasa fresca y seca, aunque este efecto inhibitor fue menor en plántulas tratadas con *T. viride* "cepa Ts-3". A través del análisis multivariante, se pudo distinguir las plántulas que solo recibieron el extracto de las que fueron tratadas con los otros métodos, y se mostró la viabilidad de combinar las opciones agroecológicas estudiadas.

Ramos Vásquez, S. L. (2023). estimo los resultados en la investigación que se llevó a cabo en Tumbes, en el distrito de San Juan de la Virgen, en la zona conocida como Brujas altas, donde había un cultivo de banano orgánico que tenía 3 años. Se examinó cómo un inoculante biológico y microorganismos beneficiosos, mezclados con un antagonista y un hongo que afecta insectos, al aplicarlos en la base de la planta, impactaban el control de *Meloidogyne spp.* y *Pratylenchus sp.* Con el uso de un inoculante biológico junto con *Trichoderma harzianum* y un hongo entomopatógeno, se logró un aumento del 16,6% en nuevas raíces sanas, una reducción promedio del daño por nematodos a 1,8 grados y una bajada de los daños en las raíces por estos nematodos de 74,5% a 53,6%.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Hipótesis y operacionalización de variables

Hipótesis: La inoculación con *Trichoderma harzianum*, permite mejorar el crecimiento de las especies de Charán negro (*Caesalpinia paipai*) y Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*).

Variable independiente: inoculación con *Trichoderma harzianum*.

Variable dependiente:

- Crecimiento de las especies de Charán negro (*Caesalpinia paipai*) y Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*).
- Indicadores de peso de las especies de Charán blanco (*Caesalpinia Corymbosa*). y Charán negro spa (*Caesalpinia paipai*).

**Tabla 1:**

*Operacionalización de variables*

Tipo de Variables	Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Operacionalización		
				Indicador	Método/Instrumento	Unidad de medida
Independiente	Inoculación con <i>Trichoderma harzianum</i>	Se precisa un porcentaje de concentración en la inoculación del <i>Trichoderma harzianum</i>	Calidad de inoculación	Concentración de inóculos	Dilución	mg/kg porcentaje (%)
		Cantidad y calidad de concentración bioquímica en los inóculos del <i>Trichoderma harzianum</i>	Calidad bioquímica	N P K	Cintas reactivas Medidor multiparámetro Potenciómetro	escalas (0-14) mg/kg porcentaje (%)
Dependientes	Crecimiento de las especies de Charán negro y Charán blanco.	Medición del crecimiento de cada plántula de Charán blanco y Charán negro	Dendrometría Dendrología	Medida del crecimiento de: raíz, tallo, copa, hojas, altura de planta; en las especies de Charán blanco y Charán negro	Medición dendrométrica – vernier, cinta dendrométrica, wincha	Centímetros (cm) Milímetros(m)
	Indicadores de peso de las especies de Charán blanco y Charán negro	Establecer las condiciones y diferencias en peso fresco y peso seco de ambas especies	Dendrometría	Extracción del peso seco y peso seco en hojas, tallo, raíz	Medición de los indicadores de peso, balanza digital	Peso (g)

### 3.2. Indicadores de evaluación:

- **Nitrógeno(N), Fosforo(P), Potasio(K):** se evaluó las concentraciones al inicio y al final del proyecto en cada tratamiento.
- **Medidas del crecimiento**
  - **Raíz:** Se demarcó las medidas en longitud de la raíz, peso fresco y peso seco, que se obtuvieron en cada especie forestal de Charan blanco y Charan negro.
  - **Tallo:** Se midió la longitud del tallo; peso fresco y peso seco en cada plántula de Charan blanco y Charan negro, en cada tratamiento.
  - **Copa:** Se obtuvo una medida de copa por cada plántula de Charan blanco y Charan negro en cada evaluada en su tratamiento.
  - **Hojas:** Se observó la condición de hoja en cada especie forestal de Charan blanco y Charan negro, peso fresco y peso seco.
  - **Altura de planta:** Se detalló la altura total de cada plántula de Charan blanco y Charan negro para la evaluación de su crecimiento en cada tratamiento.

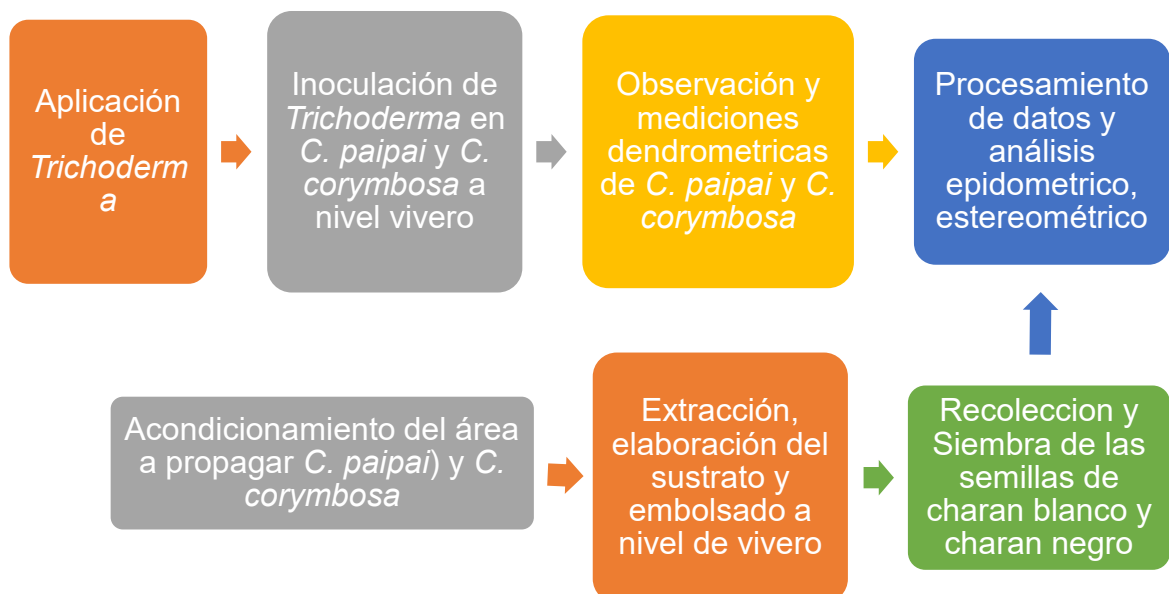


Figura 1: Diagrama de los procesos según su actividad.

**3.3. Acondicionamiento del área a propagar *C. paipai* y *C. corymbosa*:** se desarrolló el proceso de propagación, acondicionamiento de las camas para propagar las especies forestales de Charán blanco y Charán negro en un ambiente controlado, el cual se utilizó las instalaciones del Vivero forestal de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Tumbes, acondicionando una cama para almácigos, en su base se usó lamina de geomembrana y sobre ello las bolsas almacigueras.

**3.4. Extracción, elaboración del sustrato y embolsado a nivel de vivero:** el suelo se extrajo de la quebrada ubicada en el centro poblado de San Juan de la Virgen, y se procedió a la elaboración del sustrato requerido para la siembra de las semillas de Charán blanco y negro, el cual se conformó por la siguiente composición porcentual: tierra de chacra 50%, suelo arenoso 30%, hojarasca 10 %, compost 10%.

- **Materiales:** Wincha, Vernier, Regla, Palana, Rastrillo, Malla metálica, Sacos, Bolsas almacigueras, Baldes Estufa; insumo: *Trichoderma harzianum*.



figura 2: Elaboracion del sustrato



figura 3: Sustrato utilizado



figura 4: Embolsado

**3.5. Aplicación de *Trichoderma*:** se aplicó los inóculos de *Trichoderma* en el vivero forestal directamente a cada bolsa almaciguera que se ha elaborado para su respectiva propagación, cada una con su respectiva semilla correspondiente.



figura 5: Codificación según tratamiento

**3.6.Recolección y siembra de las semillas de Charán blanco, Charán negro:** la recolección se realizó en el Caserío del Tutumo (Matapalo, Provincia de Zarumilla, Tumbes, Perú), posterior a la recolección se realiza el ensayo de viabilidad de la semilla (saturando las semillas de agua en un recipiente herméticamente conservado), seguido de eso se aplica el método mecánico de escarificación para tratar las semillas y luego se procedió a plantar la semilla en bolsas almacigueras.



*figura 6: Semilla de C. corymbosa*



*figura 7: Semilla de C. paipai*



*figura 8: Siembra de semillas*

**3.7. Inoculación de *Trichoderma* en *C. paipai* y *C. corymbosa* a nivel vivero:** se realizó la preparación de *Trichoderma harzianum*, utilizando la cepa otorgada por el laboratorio de “Conservación de hongos”, la proporción utilizada es de  $10^{-6}$  por litro de agua, para luego su posterior inoculación en las especies de Charán blanco y Charan negro, la cual se inoculó 3 veces cada 15 días.

- **Obtención de *Trichoderma harzianum*:** fue proporcionada por el Laboratorio de Conservación de Hongos del Centro de Diagnostico de Enfermedades de Plantas de la Facultad de Ciencias Agrarias.
- **Instalación de los tratamientos:** Se instalaron 4 tratamientos (2 tratamientos con el inóculo de *Tichoderma harzianum* y 2 tratamiento de testigo), en bolsas almacigueras. Cada tratamiento corresponde a la aplicación al suelo de la cepa de *Trichoderma*.



figura 9: Preparado de *Trichoderma*

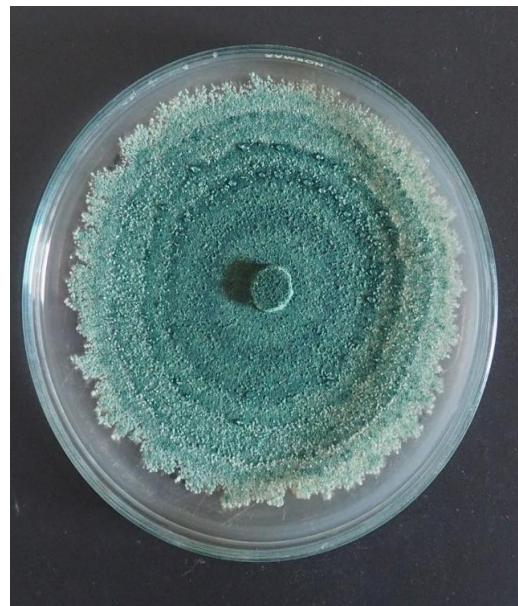


figura 10: Cepa de *Trichoderma*

**3.8. Observación y mediciones dendrométricas de *C. paipai* y *C. corymbosa*:** se procedió a observar la reacción de ambas especies posterior a la inoculación del *Trichoderma*, y realización de medidas dendrométricas: altura total, diámetro de copa, diámetro de fuste, peso fresco y peso seco (raíz, tallo, hojas), lo cual se

procedió a pesar en una balanza digital y luego almacenar en bolsas de papel para llevar a la estufa a 60 °C por un periodo de 24 horas respectivamente.



*figura 11: Especies de C. corymbosa*



*figura 12: Especie C. paipai*



*figura 13: Observaciones y mediciones*



*figura 14: Extraccion de especies*



*figura 15: Medidas Epidométricas*



*figura 16: Indicador Epidométrico*



*figura 17: Indicador Estereométrico*



figura 18: Testigo de *C. corymbosa*



figura 19: Inoculo de *C. corymbosa*



figura 20: Testigo de *C. paipai*



figura 21: Inoculo de *C. paipai*

**3.9. Procesamiento de datos y análisis epidemico, estereométrico:** Para el procesamiento y análisis de datos se realizó mediante el software de procesamiento Microsoft Excel aplicando el método estadístico de ANOVA (Análisis de Varianza) que luego fueron representados mediante tablas, gráficos y fotos de lo desarrollado en el laboratorio “centro de diagnóstico de enfermedades en plantas” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes.

- **Formulas :**

- **Diámetro (D) a partir de la circunferencia (C):**  $D = C / \pi$

- **Área basal (AB) a partir del DAP (D):**  $AB = \pi * (D/2)^2$

La altura total de un árbol se puede estimar mediante la fórmula trigonométrica  $h = \tan(A) * d$ , donde "h" es la altura del árbol, "A" es el ángulo de elevación desde el observador hasta la copa del árbol y "d" es la distancia horizontal del observador a la base del árbol. Si el terreno no es plano, se deben realizar ajustes para la pendiente del terreno.

calcular el diámetro de la copa de un árbol, se mide la distancia entre los extremos más alejados de la copa, en dos direcciones perpendiculares (norte-sur y este-oeste). La fórmula para el diámetro de la copa es: diámetro de la copa = (distancia norte-sur + distancia este-oeste) / 2.

- **Fórmulas para el Análisis de Varianza En ANOVA:** Grados de libertad (GL)

Indica el número de elementos independientes en la suma de cuadrados. Los grados de libertad para cada componente del modelo son:

- (Factor)  $GL = r - 1$
- Error  $GL = n_T - r$
- Total  $= n_T - 1$

- Notación:

<b>Término</b>	<b>Descripción</b>
$n_T$	número total de observaciones
$r$	Número de niveles de factor

- **Suma de los cuadrados (SC):** La suma de las distancias al cuadrado. La SC Total es la variación total en los datos. El SC (Factor) es la desviación de la media del nivel de factor estimado alrededor de la media general. Esto se conoce también como la suma de los cuadrados entre los tratamientos. El error SC es la desviación de una observación desde su media de nivel de factor correspondiente. Esto se conoce también como error en los tratamientos. Los cálculos son:

- Factor SC
- Error SC  $= \sum_j n_j (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2$
- SC Total  $= \sum_i \sum_j (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$

- Notación:

Término	Descripción
$\bar{y}_{.i}$	media de observaciones en el $i^{\text{ésimo}}$ nivel del factor
$\bar{y}_{..}$	media de todas las observaciones
$y_{ij}$	valor de la $j^{\text{ésima}}$ observación al $i^{\text{ésimo}}$ nivel del factor

- **Cuadrados medios (CM):**

El cálculo del cuadrado medio del factor sigue:

$$\text{Factor CM} = \frac{\text{Factor SC}}{\text{Factor GL}}$$

El cálculo del cuadrado medio del error sigue:

$$\text{Error CM} = \frac{\text{Error SC}}{\text{Error GL}}$$

- Notación:

Término	Descripción
CM	Cuadrado medio
SC	Suma de los cuadrados
GL	Grados de libertad

- **Valor F:**  $F = \frac{\text{CM (Factor)}}{\text{CM (Error)}}$

Los grados de libertad del numerador son  $r - 1$ . Los grados de libertad del denominador son  $n_T - r$ .

- Notación:

Término	Descripción
$n_T$	número total de observaciones
$r$	número de niveles del factor

- **Valor p:** Se utiliza en las pruebas de hipótesis como ayuda para decidir si se puede rechazar o no una hipótesis nula. El valor p es la probabilidad de obtener una estadística de prueba que sea por lo menos tan extrema como el valor calculado real, si la hipótesis nula es verdadera. Un valor de corte comúnmente utilizado para el valor p calculado es 0.05. Por ejemplo, si el valor p de una estadística de prueba es menor que 0.05, rechace la hipótesis nula.
- **S:** Un estimado de  $\sigma$ , la medida de la desviación estándar dentro de una muestra. Observe que  $S^2 = \text{Error de CM}$ . Esto es equivalente a la desviación estándar agrupada usada en el cálculo de los intervalos de confianza individuales.

- R-cuad:  $1 - \frac{\text{Error SC}}{\text{SC Total}}$
- Otra presentación de la fórmula es:  $\frac{\text{SC del factor}}{\text{SC Total}}$
- $R^2$  también se puede calcular como la correlación cuadrada de  $y$  y  $\hat{y}$ .

- Notación:

Término	Descripción
CM	Cuadrado medio
SC	Suma de los cuadrados
GL	Grados de libertad

- Notación:

Término	Descripción
SC	Suma de los cuadrados
$y$	variable de respuesta
$\hat{y}$	variable de respuesta ajustada

- R-cuad.(ajustado):  $1 - \frac{\text{Error CM}}{\text{SC Total} / \text{GL Total}}$
- R-cuad.(pred):  $R^2(\text{pred}) = 1 - \frac{\text{PRESS}}{\text{SC Total}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{e_i}{1 - h_i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$

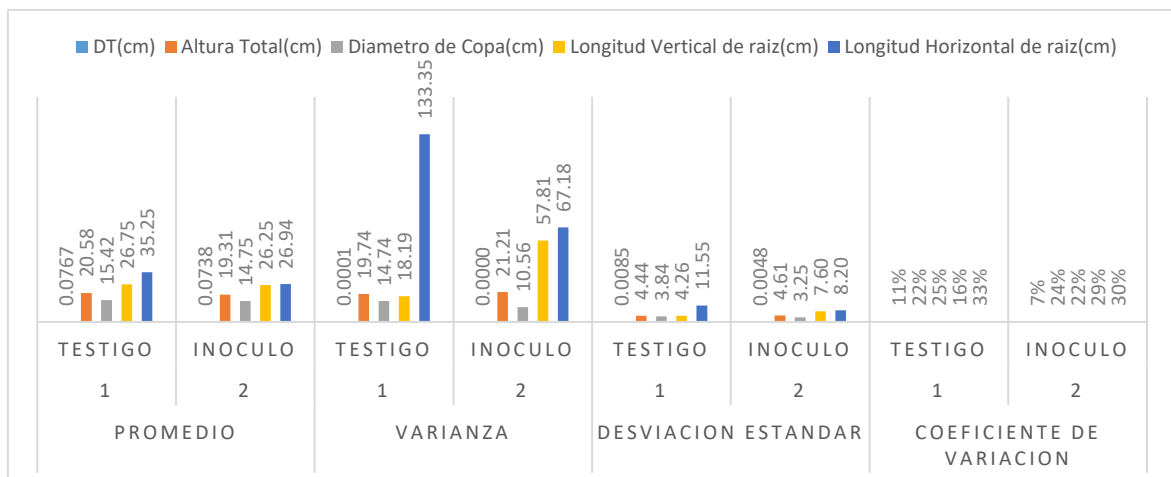
- Notación:

<b>Término</b>	<b>Descripción</b>
$y_i$	$i$ ésimo valor de respuesta observado
$\bar{y}$	respuesta media
$n$	número de observaciones
$e_i$	$i$ ésimo residuo
$h_i$	$i$ ésimo elemento diagonal de $\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$
$\mathbf{X}$	matriz de diseño

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Mediciones Epidométricas:

En la figura 22 muestra la variación en los indicadores epidométricos altura total, diámetro de copa, diámetro de tallo, longitud de raíz(vertical, horizontal); la influencia del inoculo de *Trichoderma* en la especie de *C. corymbosa*, según promedio indica que en la altura total del testigo obtiene 20,58 cm, teniendo una afectación del inoculo de *Trichoderma* con variación de medida de altura total con 19,31 cm en las plantas inoculadas, esto determinar que la altura total de los individuos de Charán blanco afectó de manera significativa su crecimiento en la planta. Se observa variación en diámetros de copa con 15,42cm del testigo, en este indicador nos comprueba como en los testigos de *C. corymbosa* ha sido ascendente, a diferencia de individuos inoculados con *Trichoderma* ha sido descendente, manera por la cual se obtuvo un valor de 14.75cm de promedio de diámetro de copas de los individuos utilizados. Se determina la afectación morfológica de *C. corymbosa*, atenuando su crecimiento.



**Figura 22: Estimaciones estadísticas epidométricas de *C. corymbosa***

Se observa de forma significativa la variación de medidas Epidométricas en el indicador de altura total de la planta de Charán Blanco (*Caesalpinia corymbosa*)

que cuenta con color amarillo , 1 individuo que se visualiza sobre pasa la medida de 30 cm siendo el más alto, por lo consiguiente sería una planta del tratamiento 1-testigo y los demás individuos se encuentran por debajo de los 30 cm siendo estos los individuos del tratamiento 2-inculo de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*), de la misma manera sucede con el indicador de diámetro de copa el cual es de color verde se observa que de 1 a 2 individuos se encuentran con valores mayor a 20 cm siendo los individuos con más diámetro de copa pertenecientes al tratamiento 1-testigo, en este indicador también existe una variación bien demarcada en las medidas de sus diámetros y alturas, siendo el testigo quien obtiene mejores resultados como lo detalla la figura 23.

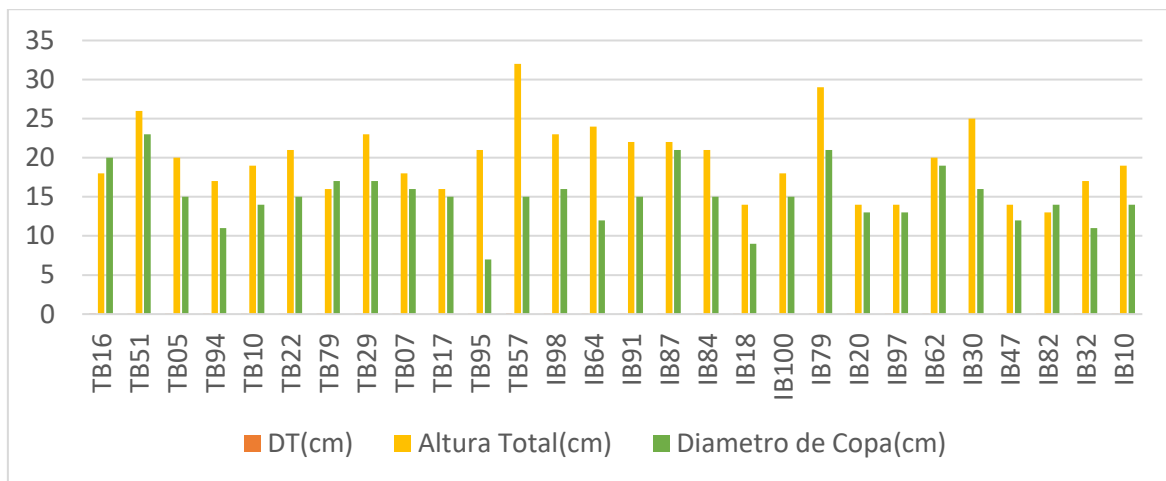


Figura 23: Datos epidométricos de *Caesalpinia corymbosa*

En la figura 24 se observa de forma significativa la variación de medidas en longitud de raíz horizontal donde el individuo TB51 correspondiente al testigo del Charán blanco cuenta con mayor longitud de raíz sobre pasando la longitud de 50 cm , posterior a eso se logra observar que en cuestiones de longitud de raíz generadas por los testigos se cuenta con mayor longitud horizontal donde se cuenta de 2 a 3 individuos que tienen medidas mayor e iguales a 50cm a diferencia de las plantas inoculadas con *Trichoderma* que tienen menor longitud de raíz horizontal, de tal forma se logra ver una diferencia también en la longitud de raíz vertical donde aquí se detalla que los individuos que logran mayor longitud de raíz vertical serían los individuos inoculados con *Trichoderma* como el individuo IB62 que cuenta con una longitud de raíz de 40cm y también se cuentan con individuos de 1 a 3 que

sobrepasan la medida de 30cm de longitud , aquí se enmarca bastante diferenciación en los resultados de raíz obtenido. Como conclusión en temas de condiciones de la longitud de raíz vertical y horizontal ha sido favorable para los individuos de testigo del Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) a diferencia de los individuos inoculados con *Trichoderma*, ya que presenta menor longitud de raíz horizontal y vertical.

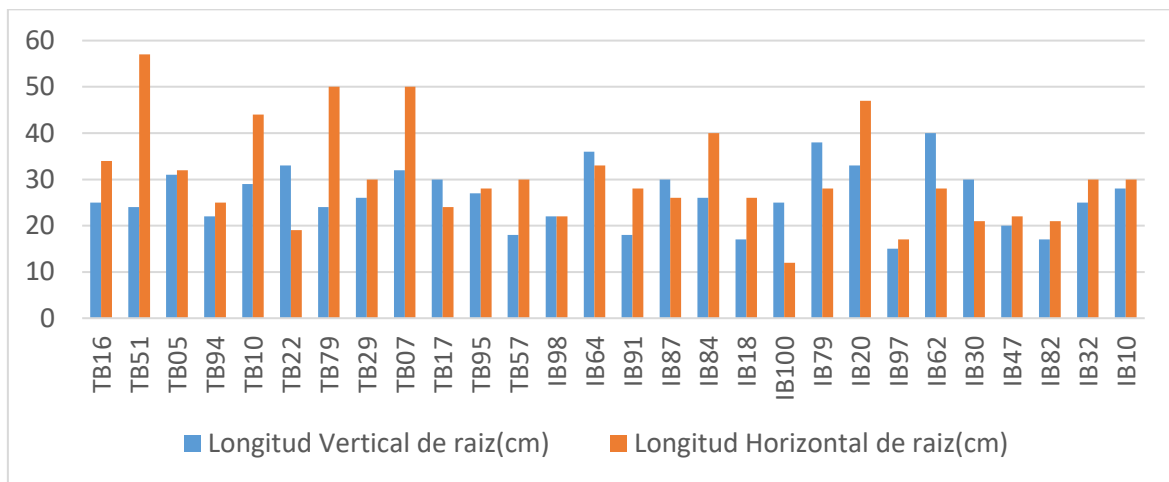


Figura 24: Datos epidométricos en raíz de *Caesalpinia corymbosa*

En la figura 25 se observa la variación en los indicadores epidométricos del DT, Altura total, diámetro de copa, longitud de raíz (vertical y horizontal); como ha influenciado la inoculación de *Trichoderma* en la especie de *Caesalpinia paipai*, el promedio indica que en la altura total del testigo se obtiene un 29,32 cm en promedio, teniendo una afectación del inoculo de *Trichoderma* con variación de medida en la altura total de 28,19 cm en las plantas inoculadas, esto nos lleva a determinar que con respecto a la altura total de los individuos de Charán negro afectado de manera significativa atenuando su crecimiento en la planta, porque con respecto al testigo cuenta con más altura según promedio de 29,32 cm. A su vez también se detalla variación en diámetros de copa con 14,81 cm del testigo, en este indicador nos comprueba como en los testigos de Charán negro su crecimiento ha sido ascendente en cuestión de los individuos inoculados con *Trichoderma ha sido descendente* ya que se obtuvo un valor de 13.95 cm de promedio en el diámetro de copas de los individuos utilizados. Por concerniente en las medidas epidométricas realizadas tanto en el tratamiento 3- testigo y tratamiento 4- inoculo, se puede

observar y dar como resultado que, si afecta de forma morfológica en tanto a su crecimiento de las plantas de *Caesalpinia paipai*, atenuando su crecimiento.

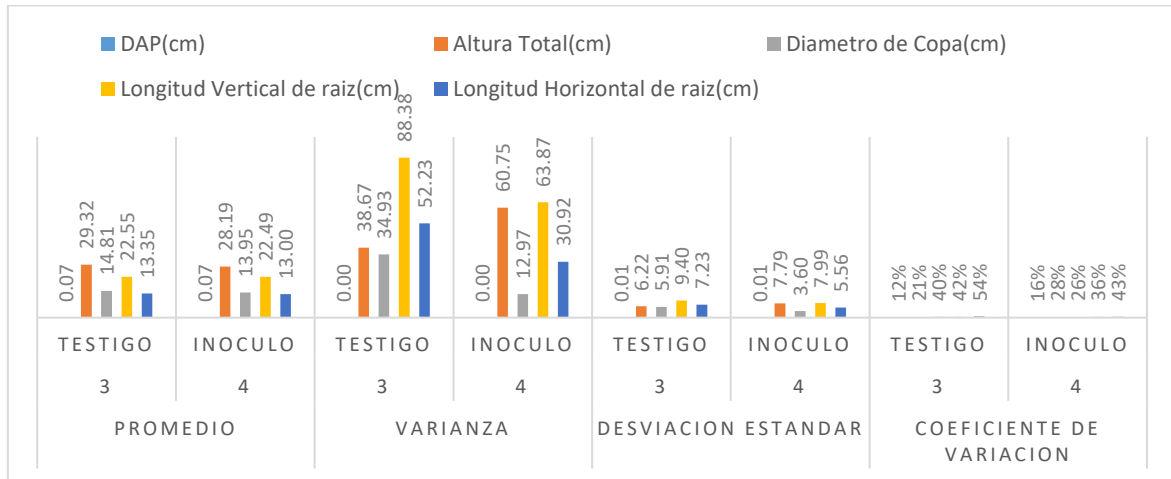


Figura 25: Estimaciones estadísticas epidométricas de *Caesalpinia paipai*

En la figura 26 se observa de forma significativa la variación de medidas Epidométricas en el indicador de altura total de la planta de Charán Negro (*Caesalpinia paipai*) de color amarillo cuenta con 1 individuo que sobre los 45 cm siendo el más alto, por lo consiguiente sería una planta del tratamiento 3- testigo y los demás individuos se encuentran por debajo de los 45 cm, de la misma manera sucede con el indicador de diámetro de copa el cual es de color verde se observa que de 1 a 3 individuos se encuentran sobrepasando 20cm siendo los individuos con más diámetro de copa .

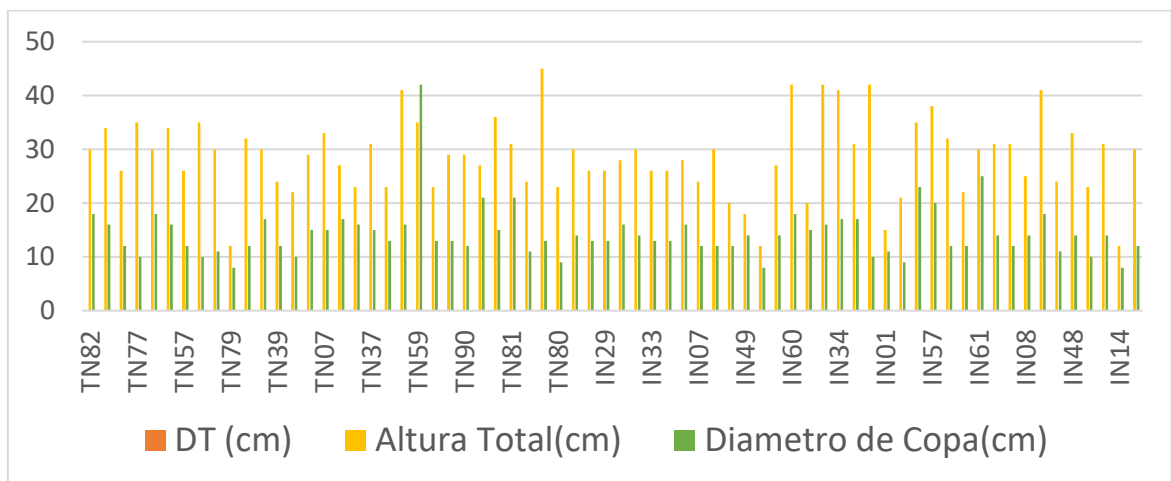


Figura 26: Datos epidométricos de *Caesalpinia paipai*

En la figura 27 se observa de forma significativa la variación de medidas en longitud de raíz vertical donde el individuo TN59 correspondiente al testigo del Charán negro (*Caesalpinia paipai*) cuenta con mayor longitud de raíz sobre pasando la medida de los 60 cm , posterior a eso se logra observar que en cuestiones de longitud de raíz generadas por los testigos se cuenta con mayor longitud vertical donde se cuenta de 2 a 3 individuos que tienen medidas mayor e iguales a 30cm a diferencia de las plantas inoculadas con *Trichoderma* que tienen menor longitud de raíz vertical, de tal forma se logra ver una diferencia también en la longitud de raíz horizontal donde aquí se detalla que los individuos que logran mayor longitud de raíz horizontal serían los individuos de testigo con como el individuo TN59 que cuenta con una longitud de raíz horizontal que sobre pasa los 30cm y también se cuentan con individuos de 1 a 3 que sobrepasan los 20 cm de longitud , aquí se enmarca bastante diferenciación en los resultados de raíz obtenido. Como conclusión en temas de condiciones de la longitud de raíz vertical y horizontal ha sido favorable para los individuos de testigo del Charán negro (*Caesalpinia paipai*) a diferencia de los individuos inoculados con *Trichoderma*, ya que presenta menor longitud de raíz horizontal y vertical.

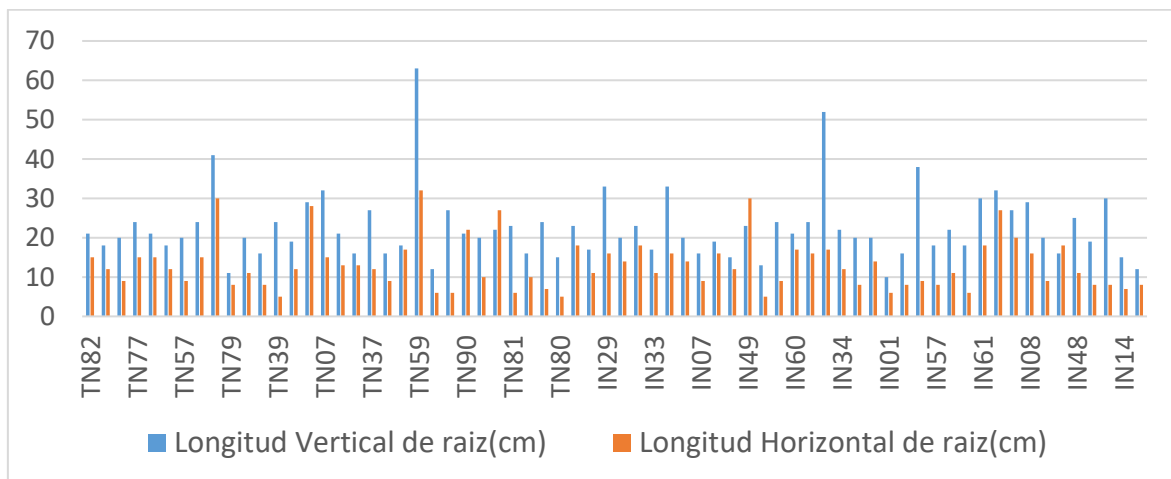


Figura 27: Datos epidométrica en raíz de *Caesalpinia paipai*

#### 4.2. Indicadores Estereométricos:

En la figura 28 se observa la variación con respecto a los indicadores de peso fresco y peso seco en raíz de Charán blanco (*Caesalpinia*, ha influenciado la inoculación de *Trichoderma* en la especie de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*), el

promedio indica que el peso fresco del testigo obtiene 1.37g en promedio, teniendo una afectación del inoculo con *Trichoderma* de una variación de peso fresco de 1.26g de diferencia en las plantas inoculadas. A su vez también se detalla variación en peso seco de raíz con un 0.31g del tratamiento 01-testigo y en el tratamiento 02-inoculo de 0.26g. Por concerniente los indicadores de peso realizados tanto en el tratamiento 1- testigo y tratamiento 2- inoculo se detalla y dar como resultado que si afecta de manera descendente su estructura morfológica en tanto a su crecimiento de las plantas de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*).

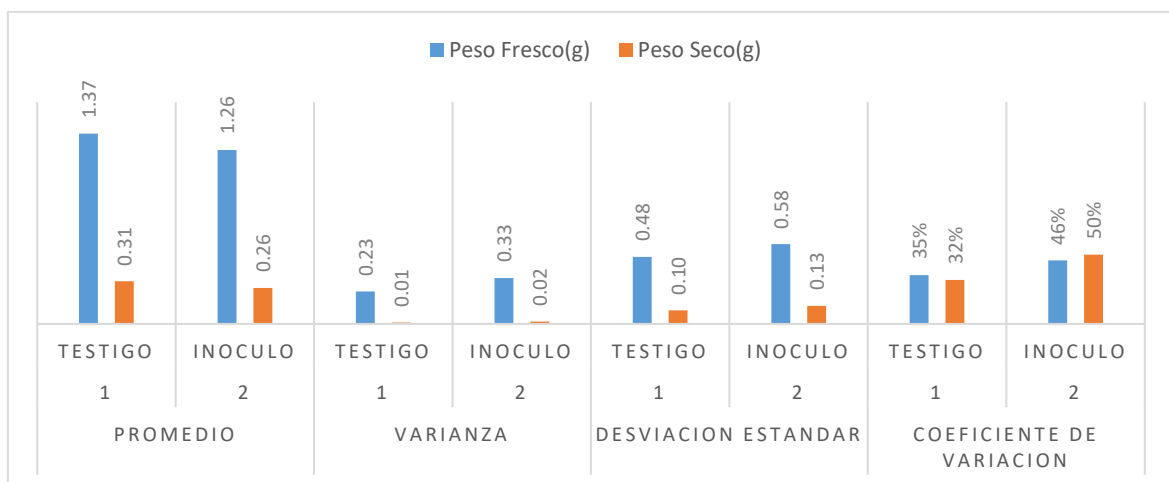


Figura 28: Estimaciones estereométricas de *Caesalpinia corymbosa* en raíz

Se observa en la figura 29 la manera en cómo afecta significativa la variación en los indicadores del peso fresco de la raíz de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) como lo detalla el individuo TB05 del tratamiento 01- testigo que cuenta con un peso fresco por encima de los 2,5 g a diferencia de los otros individuos de testigo. Por lo concerniente alcanzando un peso fresco elevado a diferencia de los individuos inoculados con *Trichoderma* que solo contaría con individuos que sobrepasan el 2 g de peso fresco como se observa en el individuo IB98 del tratamiento 02-inoculo. Con respecto al peso seco en raíz de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) la variación se ve afectada de igual forma ya que según promedio el testigo de la especie de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) está obteniendo mejores resultados, ya sea en condiciones de peso fresco o peso seco de sus raíces a diferencia del tratamiento 02-inoculo que presenta valores descendentes a los datos que proporciona el tratamiento 01-testigo.

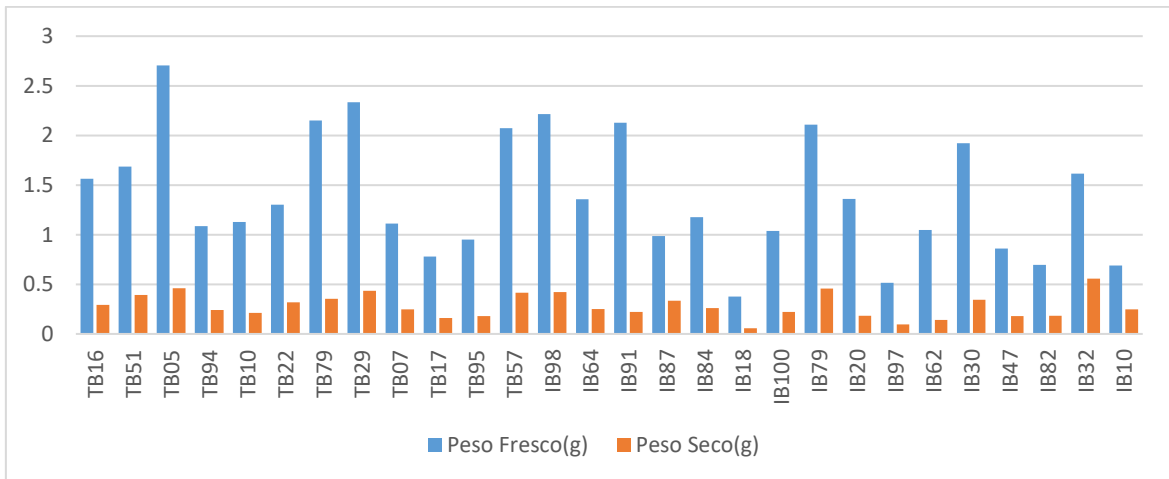


Figura 29: Datos estereométricos en raíz del *Caesalpinia corymbosa*

En la figura 30 se observa la variación con respecto a los indicadores de peso fresco y peso seco en raíz, ha influenciado la inoculación de *Trichoderma* en la especie de Charán negro (*Caesalpinia paipai*), el promedio indica que el peso fresco del testigo obtiene un 1.43g en promedio, teniendo una afectación del inóculo de *Trichoderma* con variación de peso fresco de 1.29g de diferencia en las plantas inoculadas. A su vez también se detalla variación en peso seco de raíz con un 0.64g del testigo y 0.58g del inóculo. Por concerniente los indicadores de peso realizados tanto en el tratamiento 3- testigo y tratamiento 4- inóculo se puede observar y dar como resultado que si afecta de forma morfológica en tanto a su crecimiento de las plantas de Charán negro (*Caesalpinia paipai*).

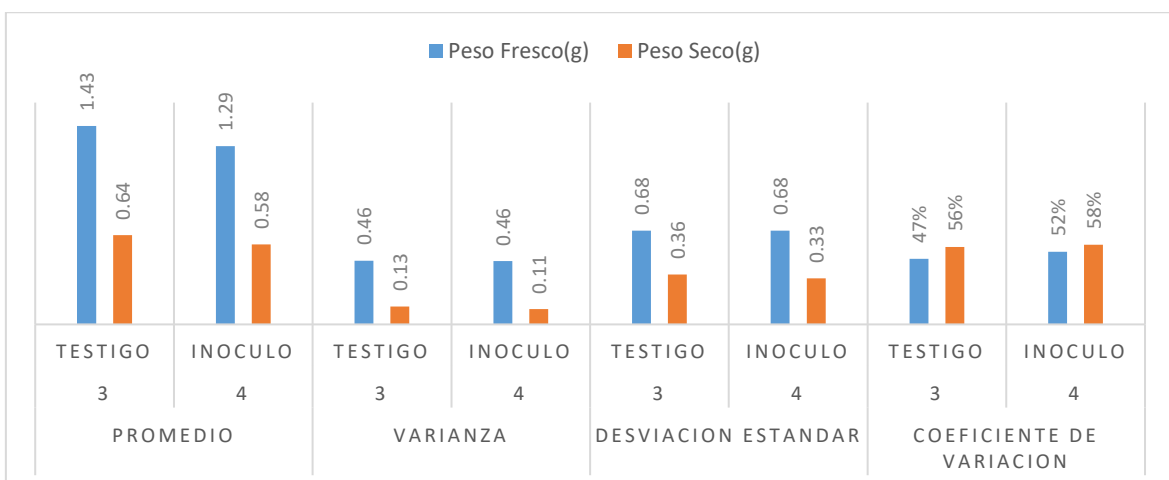


Figura 30: Estimaciones estereométricos de *C. paipai* en raíz

Se observa en la figura 31 la manera en cómo afecta significativa la variación en los indicadores del peso fresco de la raíz de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) como lo detalla el individuo TB05 del tratamiento 01- testigo que cuenta con un peso fresco por encima de los 2,5 g a diferencia de los otros individuos de testigo, por lo concerniente alcanzando un peso fresco elevado a diferencia de los individuos inoculados con *Trichoderma* que solo contaría con individuos que sobre pasan el 2 g de peso fresco como se observa en el individuo IB98 del tratamiento 02-inoculo . Con respecto al peso seco en raíz de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) la variación se ve afectada de igual forma ya que según promedio el testigo de la especie de Charán Blanco (*Caesalpinia corymbosa*) está obteniendo mejores resultados, ya sea en condiciones de peso fresco o peso seco de sus raíces a diferencia del tratamiento 02-inoculo que presenta valores descendentes a los datos que proporciona el tratamiento 01-testigo.

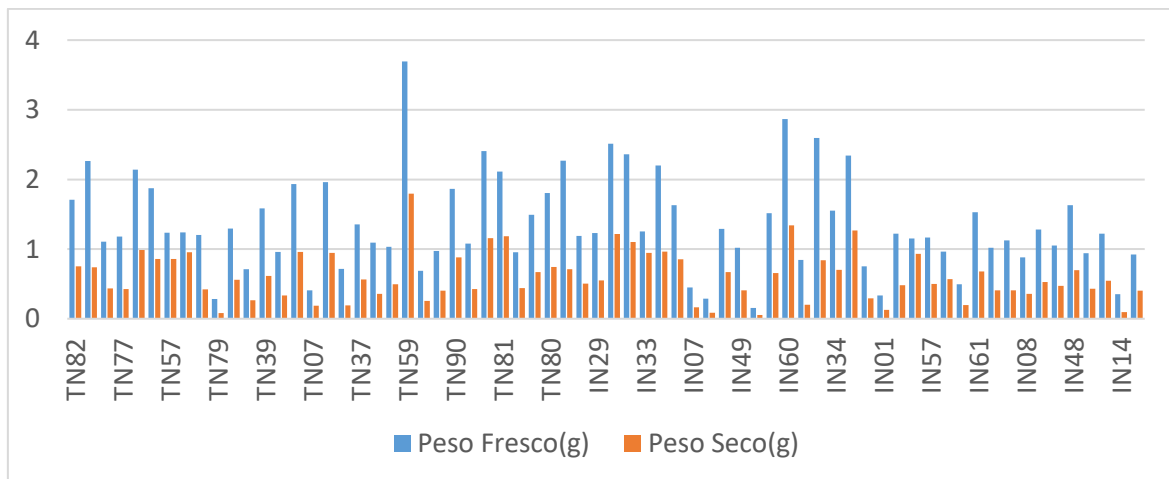


Figura 31: Datos estereométricos en raíz del *Caesalpinia paipai*

En la figura 32 se observa la variación con respecto a los indicadores de peso fresco y peso seco en tallo, ha influenciado la inoculación de *Trichoderma* en la especie de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*), el promedio indica que el peso fresco del testigo obtiene un 0.93g en promedio, teniendo una afectación del inoculo de *Trichoderma* con variación de peso fresco de 0.57g de diferencia en las plantas inoculadas. A su vez también se detalla variación en peso seco del tallo con un 0.81g del testigo y 0.43g del inoculo. Por concerniente los indicadores de peso realizados tanto en el tratamiento 1- testigo y tratamiento 2- inoculo se puede

observar y dar como resultado que si afecta de forma morfológica en tanto a su crecimiento de las plantas de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*).

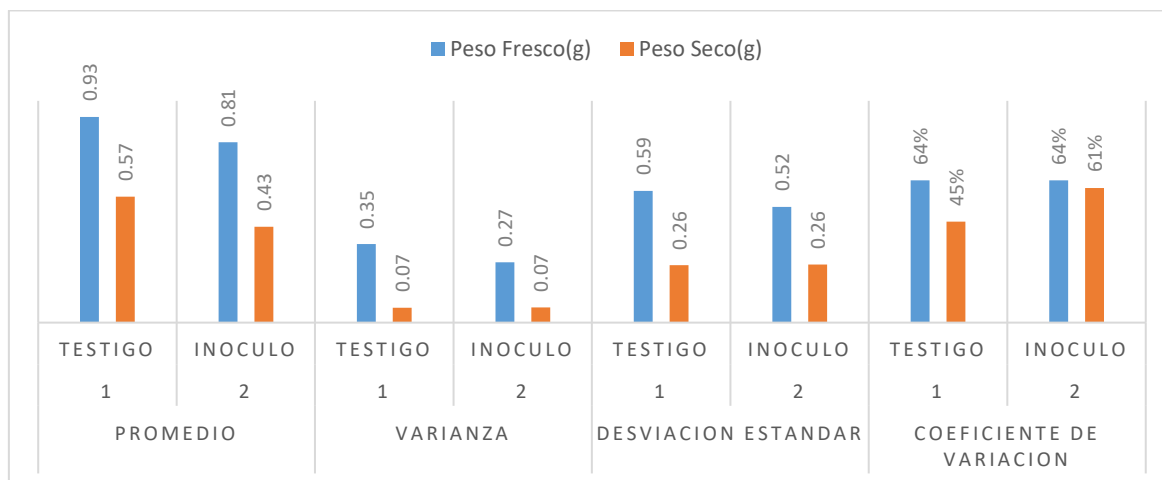


Figura 32: Estimaciones estereométricas de *Caesalpinia corymbosa* en tallo

Se observa en la figura 33 la manera en cómo afecta significativa la variación en los indicadores del peso fresco del tallo en la planta de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) como lo detalla el individuo TB57 del tratamiento 01- testigo que cuenta con un peso fresco por encima de los 2,3 g a diferencia de los otros individuos de testigo, por lo concerniente alcanzando un peso fresco elevado a diferencia de los individuos inoculados con *Trichoderma* que solo contaría con individuos que sobrepasan el 2,2 g de peso fresco como se observa en el individuo IB79 del tratamiento 02-inoculo .

Con respecto al peso seco del tallo de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) la variación se ve afectada de igual forma ya que según promedio el testigo de la especie de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) está obteniendo mejores resultados, ya sea en condiciones de peso fresco o peso seco del tallo a diferencia del tratamiento 02-inoculo que presenta valores descendentes a los datos que proporciona el tratamiento 01-testigo. En conclusión, se obtiene mejores resultados en los testigos según indicadores de peso del tallo de la especie de Charán blanco.

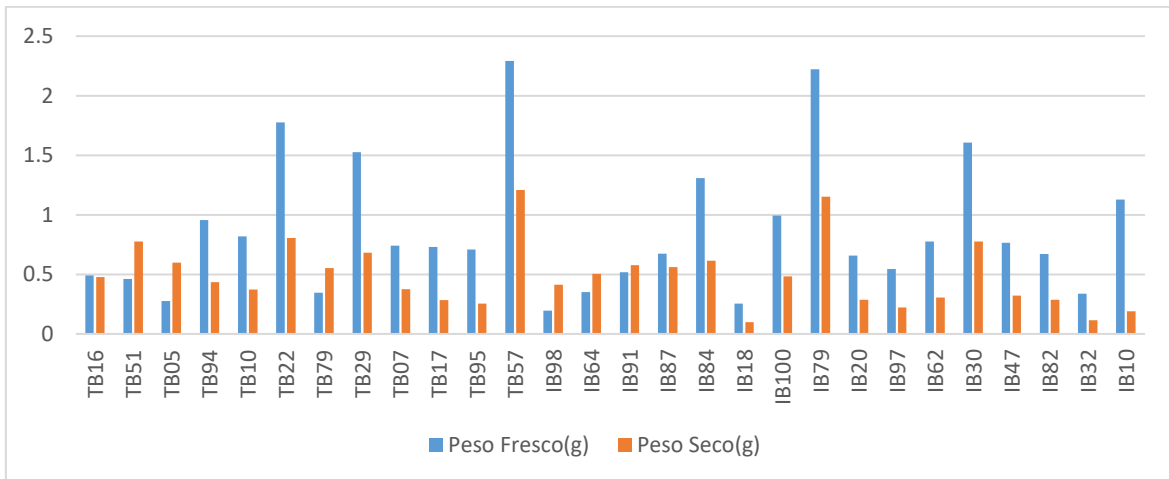


Figura 33: Datos estereométricos en tallo del *Caesalpinia corymbosa*

En la figura 34 se observa la variación con respecto a los indicadores de peso fresco y peso seco en tallo, ha influenciado la inoculación de *Trichoderma* en la especie de Charán negro (*Caesalpinia paipai*), el promedio indica que el peso fresco del testigo obtiene un 1.14g en promedio, teniendo una afectación del inóculo de *Trichoderma* con variación de peso fresco de 1.22g de diferencia en las plantas inoculadas. A su vez también se detalla variación en peso seco de tallo con un 0.64g del testigo y 0.67g del inóculo. Por consiguiente los indicadores de peso realizados tanto en el tratamiento 3- testigo y tratamiento 4- inóculo se puede observar y dar como resultado que si afecta de forma morfológica en tanto a su crecimiento de las plantas de Charán negro (*Caesalpinia paipai*).

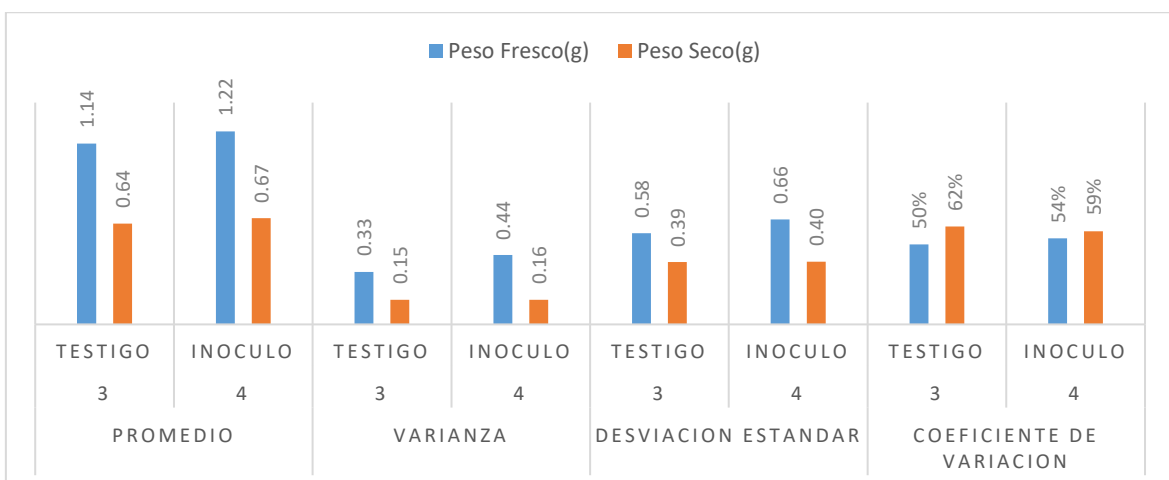


Figura 34: Estimaciones estereométricas de *Caesalpinia paipai* en tallo

Se observa en la figura 35 la manera en cómo afecta significativa la variación en los indicadores del peso fresco del tallo en la planta de Charán negro (*Caesalpinia paipai*) como lo detalla el individuo TN59 del tratamiento 03- testigo que cuenta con un peso fresco por encima de los 3,4 g a diferencia de los otros individuos de testigo, por lo concerniente alcanzando un peso fresco elevado a diferencia de los individuos inoculados con *Trichoderma* que solo contaría con individuos que sobre pasan el 3,2 g de peso fresco como se observa en el individuo IN60 del tratamiento 04-inoculo .

Con respecto al peso seco del tallo de Charán negro (*Caesalpinia paipai*) la variación se ve afectada de igual forma ya que según promedio el testigo de la especie de Charán negro (*Caesalpinia paipai*) está obteniendo mejores resultados, ya sea en condiciones de peso fresco o peso seco del tallo a diferencia del tratamiento 04-inoculo que presenta valores descendentes a los datos que proporciona el tratamiento 03-testigo. En conclusión, se obtiene mejores resultados en los testigos según indicadores de peso del tallo de la especie de Charán negro.

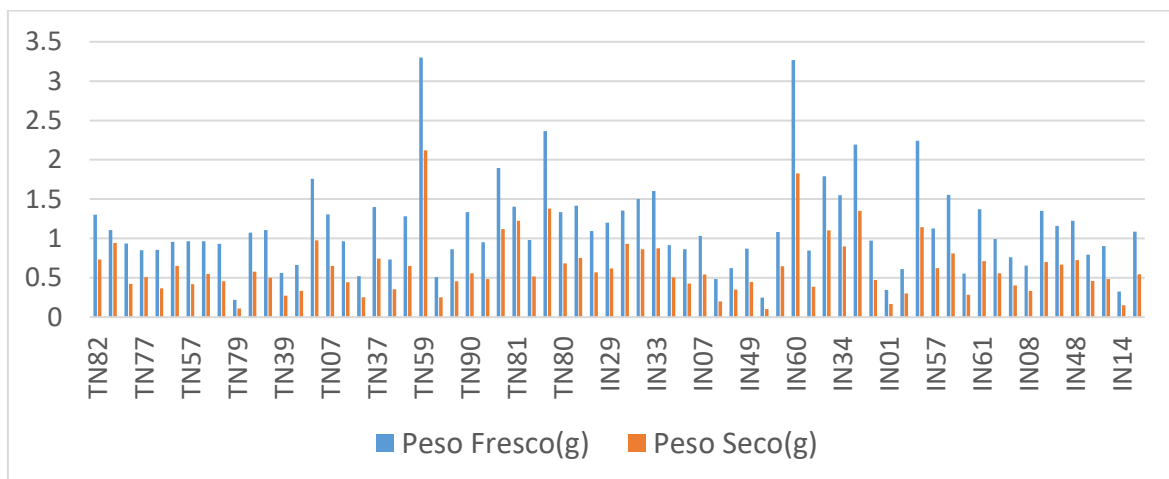


Figura 35: Datos estereométricos en tallo del *Caesalpinia paipai*

En la figura 36 se observa la variación con respecto a los indicadores de peso fresco y peso seco en hojas, ha influenciado la inoculación de *Trichoderma* en la especie de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*), el promedio indica que el peso fresco del testigo obtiene un 0.94g en promedio, teniendo una afectación del inoculo de *Trichoderma* con variación de peso fresco de 0.81g de diferencia en las plantas

inoculadas. A su vez también se detalla variación en peso seco de hojas con un 0.81g del testigo y 0.32g del inoculo. Por concerniente los indicadores de peso realizados tanto en el tratamiento 1- testigo y tratamiento 2- inoculo se puede observar y dar como resultado que si afecta de forma morfológica en tanto a su crecimiento de las plantas de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*).

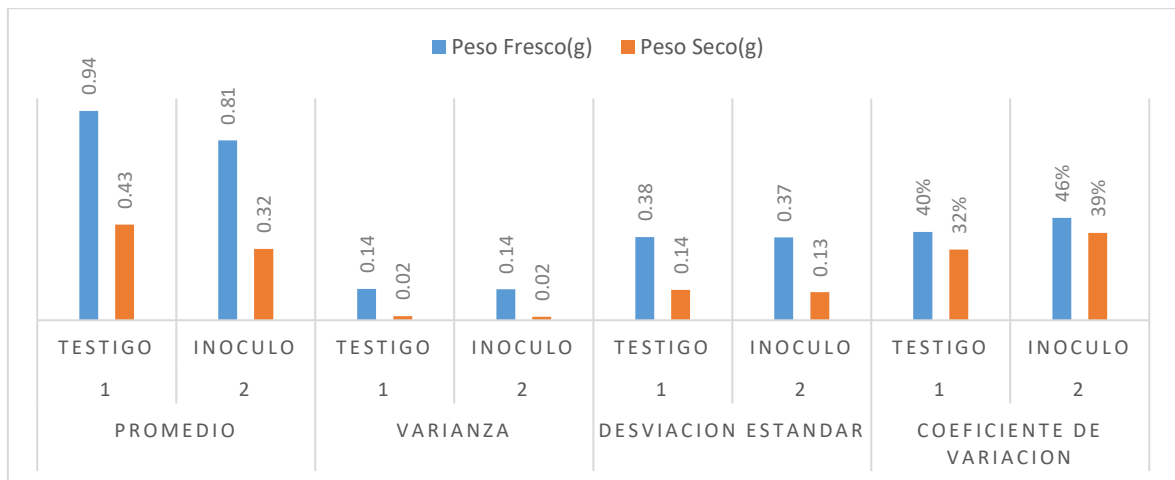


Figura 36: Estimaciones estereométricas de *Caesalpinia corymbosa* en hoja

Se observa en la figura 37 la manera en cómo afecta significativa la variación en los indicadores del peso fresco de la hoja en la planta de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) como lo detalla el individuo TB22 del tratamiento 01-testigo que cuenta con un peso fresco por encima de los 1,5 g a diferencia de los otros individuos de testigo, por lo concerniente alcanzando un peso fresco elevado. A diferencia de los individuos inoculados con *Trichoderma* que solo contaría con individuos que sobre pasan el 1 g de peso fresco como se observa en el individuo IB79 del tratamiento 02-inoculo.

Con respecto al peso seco de la hoja de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) la variación se ve afectada de igual forma ya que según promedio el testigo de la especie de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) está obteniendo mejores resultados, ya sea en condiciones de peso fresco o peso seco de la hoja a diferencia del tratamiento 02-inoculo que presenta valores descendentes a los datos que proporciona el tratamiento 01-testigo. En conclusión, se obtiene mejores resultados en los testigos según indicadores de peso del tallo de la especie de Charán blanco.

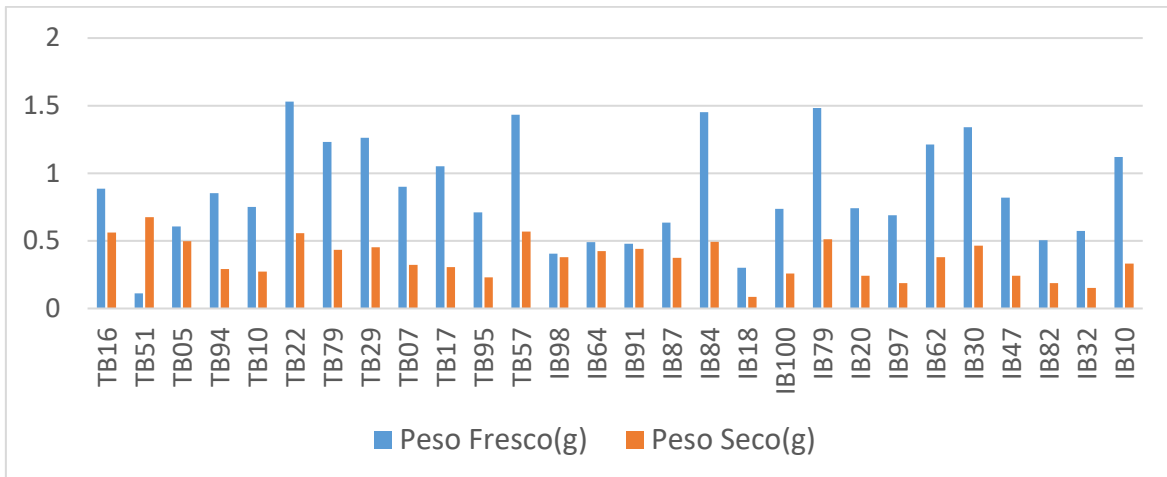


Figura 37: Datos estereométricos en hoja del *Caesalpinia corymbosa*

En la figura 38 se observa la variación con respecto a los indicadores de peso fresco y peso seco en hojas, ha influenciado la inoculación de *Trichoderma* en la especie de Charán negro (*Caesalpinia paipai*), el promedio indica que el peso fresco del testigo obtiene un 1.61g en promedio, teniendo una afectación del inculo de *Trichoderma* con variación de peso fresco de 0.66g de diferencia en las plantas inoculadas. A su vez también se detalla variación en peso seco de hojas con un 1.56g del testigo y 0.60g del inculo. Por concierne los indicadores de peso realizados tanto en el tratamiento 3- testigo y tratamiento 4- inculo se puede observar y dar como resultado que si afecta de forma morfológica en tanto a su crecimiento de las plantas de Charán negro (*Caesalpinia paipai*).

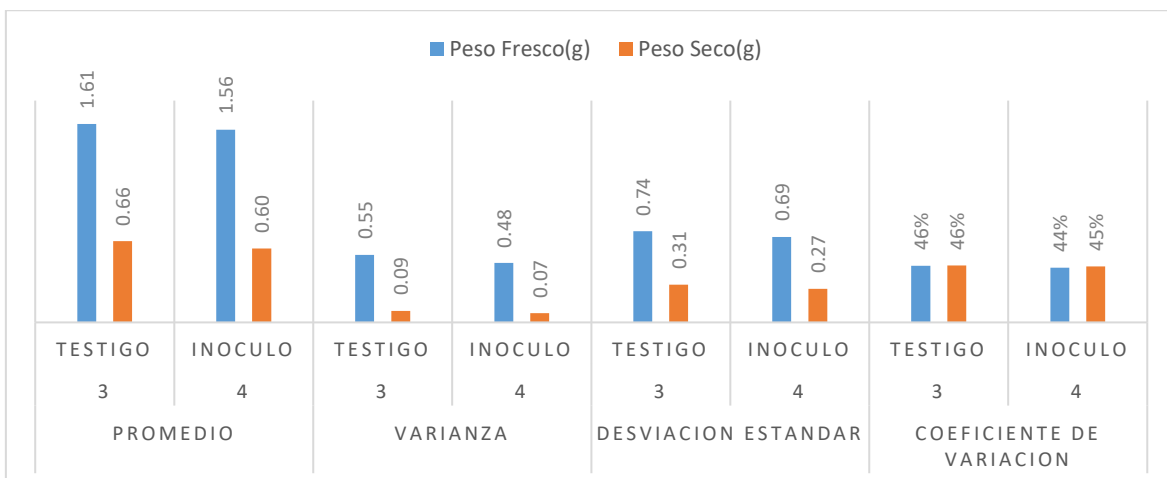


Figura 38: Estimaciones estereométricas de *Caesalpinia paipai* en hoja

Se observa en la figura 39 la manera en cómo afecta significativa la variación en los indicadores del peso fresco de hojas en la planta de Charán negro (*Caesalpinia paipai*) como lo detalla el individuo TN59 del tratamiento 03- testigo que cuenta con un peso fresco por encima de los 3,5 g a diferencia de los otros individuos de testigo, por lo concerniente alcanzando un peso fresco elevado a diferencia de los individuos inoculados con *Trichoderma* que solo contaría con individuos que sobrepasan el 3 g de peso fresco como se observa en el individuo IN75 del tratamiento 04-inoculo .

Con respecto al peso seco del tallo de Charán negro (*Caesalpinia paipai*) la variación se ve afectada de igual forma ya que según promedio el testigo de la especie de Charán negro (*Caesalpinia paipai*) está obteniendo mejores resultados, ya sea en condiciones de peso fresco o peso seco de hojas a diferencia del tratamiento 04-inoculo que presenta valores descendentes a los datos que proporciona el tratamiento 03-testigo. En conclusión, se obtiene mejores resultados en los testigos según indicadores de peso de hojas de la especie de Charán negro

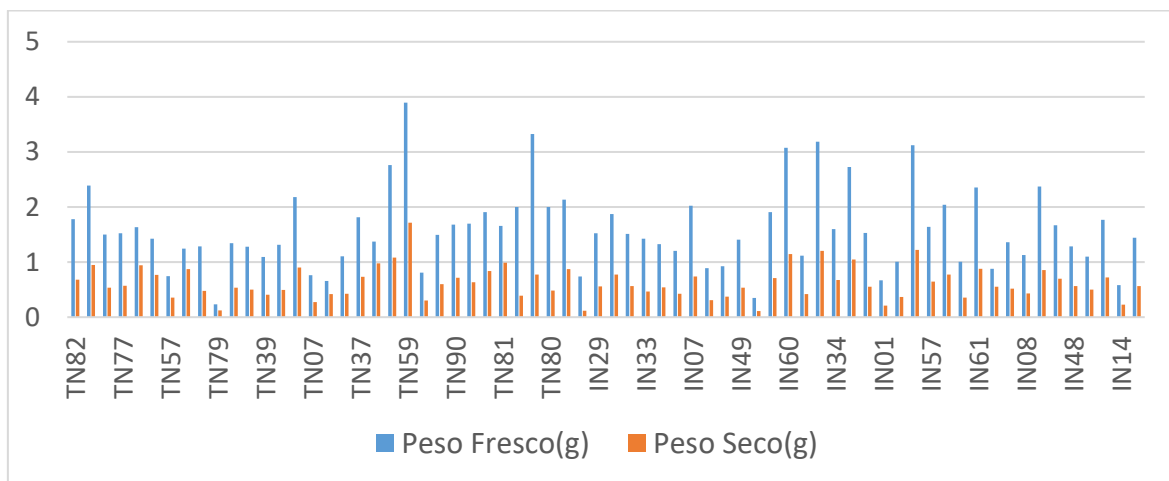


Figura 39: Datos estereométricos en hoja del *Caesalpinia paipai*

**Tabla 2:***Resumen de datos y estimaciones estadísticas aplicando anova*

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Tratamiento 1-Testigo	2	12	6	72		
Tratamiento 2- Inoculo	2	16	8	128		
Tratamiento 3- Testigo	2	31	15,5	480,5		
Tratamiento 4- Inoculo	2	37	18,5	684,5		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	213	3	71	0,208058608	0,88606168	6,591382116
Dentro de los grupos	1365	4	341,25			
Total	1578	7				

En la tabla 2 observamos que en el análisis de la varianza nos muestra que el valor crítico de F es mayor que el valor de F calculado, esto nos indica de forma significativa los niveles bajos obtenidos en los tratamientos que se utilizaron de ambas especies forestales , tanto en el Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) como en el Charán Negro (*Caesalpinia paipai*), por consiguiente, se demuestra la afectación del *Trichoderma harzianum* en el crecimiento de ambas especies, manifestándose de forma significativa a través de los diferentes indicadores ya sea en la altura total de planta , DAP, diámetro de copa, longitud de raíz vertical y raíz horizontal, también en la evaluación de los pesos fresco y secos en (raíz, tallo, hojas) de las diferentes especies de Charán blanco y Charán negro con sus respectivos tratamientos evaluados.

### 4.3. Análisis de suelo:

**Tabla 3:**

*Concentración de N(Nitrógeno,) P(Fosforo), K(Potasio*

Concentración en sustrato											
ítem	1	2	3			4		5	6	7	8
<b>Código de Laboratorio</b>	CO084-SC-25	CO085-SC-25	CO086-SC-25			CO087-SC-25		CO088-SC-25	CO089-SC-25	CO090-SC-25	CO091-SC-25
<b>Matriz Analizada</b>	compost	compost	compost			compost		compost	compost	compost	compost
<b>Fecha de Muestreo</b>	2024-08-20	2024-08-20	2024-08-20			2024-08-20		2024-08-20	2024-08-20	2024-08-20	2024-08-20
<b>Hora de Inicio de Muestreo (h)</b>	17:00	17:00	17:00			17:00		17:00	17:00	17:00	17:00
<b>Condición de la muestra</b>	bolsa de plástico	bolsa de plástico	bolsa de plástico			bolsa de plástico		bolsa de plástico	bolsa de plástico	bolsa de plástico	bolsa de plástico
<b>Código/Identificación de la Muestra por el Cliente</b>	Tratamiento 1 (Antes)	Tratamiento 2 (Antes)	Tratamiento 3 (Antes)			Tratamiento 4 (Antes)		Tratamiento 1 (Después)	Tratamiento 2 (Después)	Tratamiento 3 (Después)	Tratamiento 4 (Después)
<b>Características Físicoquímicas</b>	<b>Unidad</b>		<b>LC</b>		<b>Resultados</b>						
<b>Composición Nutricional</b>	<b>Unidad</b>		<b>LC</b>		<b>Resultados</b>						
<b>Nitrógeno(N)</b>	%		--	2.32	2.57	2.41	2.62	2.48	2.77	2.51	2.77
<b>Fósforo (P)</b>	%		--	0.31	0.35	0.36	0.46	0.47	0.61	0.45	0.58
<b>Potasio (K)</b>	%		--	1.55	1.63	1.64	1.59	1.58	1.77	1.71	1.68

Método de ensayo	
ensayo	norma de referencia
<b>Fósforo (P)</b>	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de diciembre 2002). ítem 7.1.10, AS-10. 2002. Determinación de fósforo aprovechable para suelos neutros y alcalinos (AS-10 Método de Olsen y colaboradores). Determinación de fósforo por el método de Olsen y colaboradores
<b>Potasio (K)</b>	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego- INIA Ed. 1era. 2017. ítem 4.9.1. Pag. 62. Potasio extractable

En la tabla 3 muestra información analizada con respecto a las concentraciones de NPK en el sustrato utilizado para la propagación de las 2 especies forestales de Charán blanco (*Caesalpinia corymbosa*) y Charán Negro (*Caesalpinia paipai*) en etapa de vivero. En especies forestales, los niveles de concentración de NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) varían según la especie, etapa de crecimiento y condiciones del suelo. Sin embargo, se pueden establecer rangos generales. Para el nitrógeno, niveles entre 2-3.5% en hojas son considerados adecuados, con deficiencias por debajo de 1.5-2%. El fósforo suele encontrarse entre 0.2-0.5% en hojas, mientras que el potasio puede variar entre 0.8-1.5%, según Castillo Morales, A., (2019).

Posterior a estos estándares se obtuvieron los siguientes resultados analizados en Nitrógeno(N) antes de la propagación (tratamiento-1= 2.32%; tratamiento-2 =2.57%; tratamiento-3= 2.41%; tratamiento-4= 2.62%) y Nitrógeno(N) después de la propagación (tratamiento-1=2.48%; tratamiento-2=2.77%; tratamiento-3= 2.51%; tratamiento-4=2.77%) ; en Fosforo(P) antes de la propagación (tratamiento-1= 0.31%; tratamiento-2 =0.35%; tratamiento-3= 0.36%; tratamiento-4=0.46%) y Fosforo(P) después de la propagación (tratamiento-1=0.47; tratamiento-2=0.61%; tratamiento-3= 0.45%; tratamiento-4=0.58%); y para el Potasio(K) antes de la propagación (tratamiento-1= 1.55%; tratamiento-2 =1.63%; tratamiento-3=1.64%; tratamiento-4=1.59%) y Potasio(K) después de la propagación (tratamiento-1=1.58; tratamiento-2=1.77%; tratamiento-3=1.71%; tratamiento-4=1.68%).

En conclusión, se encontraría dentro del rango según los estándares permitidos para una buena nutrición de las especies forestales, con ligeras variaciones porcentuales donde se observa un aumento de sus concentraciones en las muestras evaluadas después de la propagación y posterior crecimiento de las plantas de Charán blanco y Charán negro , indicando mejoras en la calidad del suelo utilizado para el desarrollo de esta tesis estos estudios coinciden con ciertas condiciones en nutrientes del suelo con el estudio realizado por (Maza Landero, M. G.2021).

#### 4.4. Discusión:

Las dos especies forestales de *Caesalpinia paipai* y *Caesalpinia corymbosa* tuvieron efectos adversos a la inoculación de *Trichoderma harzianum* donde se realizó la propagación del Charán blanco y Charán negro, de las cuales se segmentó por tratamiento utilizando un total 96 individuos como muestra para la aplicación y recolección de información obteniendo indicadores de peso fresco y peso seco (raíz, tallo, hojas), también se recopiló las medidas dendrométricas de altura total, diámetro de copa, diámetro de tallo, longitud de raíz (horizontal y vertical); extrayendo los siguientes datos por tratamiento: Tratamiento-1: (12 plantas), tratamiento-2: (16 plantas), tratamiento-3: (31 plantas), tratamiento-4: (37 plantas).

Se obtuvo una efectividad baja en propagación, como lo detalla (Jácome Segovia, C. S., 2018) en su tesis Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de *Swietenia macrophylla* King., que presentó variabilidad en las semillas propagadas, podría deberse por las condiciones del clima o el sustrato utilizado, se esperaba la obtención de mejoras en esos aspectos de la investigación ya que al utilizar un promotor de crecimiento como lo es el *Trichoderma harzianum* se obtendrían mejores resultados como lo indica, (González Tamayo, L. K., 2022).

Por lo consiguiente los resultados que se obtuvieron no fueron los esperados sino menores a lo que reporta forestales (Jesús, R. C. J., 2020), como valores óptimos para estas especies forestales. Las plantas de *Caesalpinia paipai* inoculadas con *T. harzianum* presentaron una altura promedio de (28,19 cm), significativamente menor ( $p < 0,05$ ) en comparación con el grupo control o Testigo (29,32 cm), así mismo presentaron valores similares en *Caesalpinia corymbosa* con una altura promedio de (19,31 cm), significativamente menor ( $p < 0,05$ ) en comparación con el grupo control o Testigo (20,58 cm), lo que indica un efecto negativo del hongo en el crecimiento aéreo.

El mismo escenario se presentó en el crecimiento en raíz horizontal para la especie de *Caesalpinia paipai* presentaron una longitud de raíz (13,00 cm), significativamente menor ( $p < 0,05$ ) en comparación con el grupo control o Testigo

(13,35 cm), por lo consiguiente en la especie de *Caesalpinia corymbosa* con una longitud de raíz (26,94 cm), significativamente menor ( $p < 0,05$ ) en comparación con el grupo control o Testigo (35,25 cm). Estos resultados coinciden en algunas variables de altura total de planta y longitud de raíz como lo menciona (Jácome Segovia, C. S,2018)., quienes observaron una reducción del 15 % en la biomasa aérea de *Swietenia macrophylla* inoculada con *T. harzianum* en condiciones similares de vivero.

Se evaluó los indicadores de peso fresco y peso seco en hojas de las especies forestales de *Caesalpinia paipai* donde se obtuvo un peso fresco promedio de (1,61 g) y peso seco (0,66 g) en el testigo y un peso fresco promedio de (1,56 g) y peso seco (0,60 g) en las plantas inoculadas con *Trichoderma* , y en las especie de *Caesalpinia corymbosa* se contó con un peso fresco promedio del testigo de (0,94 g) y un peso seco (0,43) , un peso fresco promedio de los individuos inoculados con *Trichoderma* de (0,81 g) y un peso seco promedio (0,32), lo que nos indica la variación em ambos indicadores siendo las plantas inoculadas con *Trichoderma* las más afectadas en sus pesos representadas en gramos .

Estos resultados obtenidos mostraron diferencias significativas a los obtenidos por (Tanguila Alvarado, J. O,2022), donde presento en su tesis titulada Uso de *Trichoderma sp.* para el desarrollo y crecimiento de tres especies forestales en el cantón Tena, provincia de Napo, donde presento mayor peso fresco y seco foliar, peso radicular, siendo datos diferentes a los obtenidos en las especies forestales de *Caesalpinia paipai* y *Caesalpinia corymbosa*. De esta manera con respecto a la especie de *Caesalpinia corymbosa* los individuos inoculados con *Trichoderma* presentaron una Desviación estándar de (4.61 cm) en base a la altura total de la planta y los individuos del testigo presentaron una desviación estándar de (4.44 cm) de altura total.

Y las plantas de *Caesalpinia paipai* los individuos inoculados con *Trichoderma* presentaron una Desviación estándar de (7,79 cm) en base a la altura total de la planta y los individuos del testigo presentaron una desviación estándar de (6,22 cm) de altura total. Al contar con una desviación estándar baja indica que las alturas de los individuos están cerca a la altura media, lo que sugiere que la población de

plantas evaluadas tiene una altura relativamente uniforme en cuestión a los individuos de testigo. Caso contrario que tienen los individuos inoculados con *Trichoderma* que cuentan con una desviación estándar más elevada. Datos contrarios a los que menciona (González Tamayo, L. K.,2022), en su tesis titulada Efecto de *Trichoderma spp.* para el crecimiento de tres especies forestales a nivel de vivero en la provincia de Pichincha, donde detalla que el género de *Trichoderma* tiene la capacidad de estimular el crecimiento de las raíces y mejorar las condiciones en la morfología de las especies forestales.

## V. CONCLUSIONES

- La inoculación de *Trichoderma harzianum* se asoció con una respuesta diferencial en el crecimiento de *Caesalpinia paipai* (Charán negro) y *Caesalpinia corymbosa* (Charán blanco) durante la fase de vivero, observándose impactos en variables como altura total, diámetro de copa, peso seco y longitud de raíz.
- *Caesalpinia paipai* demostró una respuesta relativamente más favorable en términos de desarrollo morfológico comparado con *Caesalpinia corymbosa*, la cual exhibió mayor sensibilidad a la presencia del hongo, indicando variabilidad interespecífica en la interacción planta-microorganismo.
- La divergencia en la respuesta de *Caesalpinia paipai* y *Caesalpinia corymbosa* resalta la pertinencia de realizar evaluaciones particulares de la interacción entre microorganismos como *Trichoderma harzianum* y especies forestales específicas, previo a su aplicación en contextos de reforestación o producción en viveros.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se plantea la pertinencia de investigar otras cepas de *Trichoderma* u hongos micorrízicos con potencial de influencia en el crecimiento vegetal, evaluando tanto aspectos morfológicos como respuestas fisiológicas en las especies de interés.
- Resulta relevante ampliar investigaciones bajo distintas condiciones edafoclimáticas para contextualizar y precisar las interacciones planta-microorganismo en especies nativas del bosque seco, contribuyendo a una mejor comprensión de su comportamiento en diversos escenarios.
- Incorporar el estudio del sustrato y la microbiota del suelo en futuras investigaciones podría aportar elementos clave para entender el marco ecológico de *Caesalpinia paipai* y *Caesalpinia corymbosa*, posibilitando ajustes en estrategias de manejo silvicultural acordes a sus necesidades específicas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Braun, H., Woitsch, L., Hetzer, B., Geisen, R., Zange, B. y Schmidt-Heydt, M. (2018). *Trichoderma harzianum*: Inhibición de la biosíntesis de hongos productores de micotoxinas y toxinas. *Revista internacional de microbiología de alimentos*, 280, 10-16.
- Bernaola-Paucar, R. M., Ruiz-Blandon, B., Salcedo-Pérez, E., & Zapata-Hernández, I. (2022). Factores de manejo en vivero que influyen sobre crecimiento y supervivencia de *Pinus douglasiana* en México. *Bosque (Valdivia)*, 43(2), 101-115.
- Cajo, L., Nizama, L., & Carreño, C. (2011). Efecto de la concentración del inóculo y la melaza como suplemento de la vinaza de destilería para la producción de biomasa de *Candida utilis* nativa. *Scientia Agropecuaria*, 2(2), 65-72.
- Cárdenas, C. I. C., Molina, L. X. Z., Cancino, G. S., de los Santos Villalobos, S., Anaya, E. R., Díaz, I. F. C., & Ramírez, S. R. (2021). Utilización de microorganismos para una agricultura sostenible en México: consideraciones y retos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(5), 899-913.
- Castillo Morales, A. (2019). Fertilización De *Myroxylon balsamum* (L.) Harms con NPK en dos métodos de plantación–Satipo.
- Fraceto, LF, Maruyama, CR, Guilger, M., Mishra, S., Keswani, C., Singh, HB y de Lima, R. (2018). Nuevas formulaciones basadas en *Trichoderma harzianum*: aplicaciones potenciales para la gestión de los desafíos agrícolas de próxima generación. *Revista de tecnología química y biotecnología*, 93 (8), 2056-2063.

- García J.C. 2006. Especies Forestales Útiles del Bosque Petrificado de Puyango. H. Consejo Provincial de Loja, Mancomunidad del BPP. Loja, EC. 39 p.
- García Navarro, V. (2019). Efecto de tres sistemas de producción en plántulas de manchinga (*Brosimum alicastrum bolivarense*), para siembra a alta densidad en la región San Martín.
- González E., C. García y J. Correa. 2005. Especies forestales del bosque seco "Cerro Negro- Cazaderos" Zapotillo-Puyango. Loja EC. Fundación Ecológica Arcoíris. 39 p.
- González Tamayo, L. K. (2022). Efecto de *Trichoderma* spp. para el crecimiento de tres especies forestales a nivel de vivero en la provincia de Pichincha.
- Gordillo Fernandez, A. M., & Diaz Vasquez, K. L. (2023). Caracterización dendrométrica y dasométrica de "Acerillo" *Aspidosperma polyneuron* müll arg. y "Catahua" *Hura crepitans* L. en el área de conservación privada (acp) "Gotas de Agua".
- Granda V. y S. Guamán. 2006. Composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica de los bosques secos Algodonal y La Ceiba en los cantones Macará y Zapotillo de la provincia de Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja, EC. 224 p.
- Gutiérrez Rivas, R. E. (2022). Evaluación in vitro e in vivo de la capacidad antagónica de *Trichoderma harzianum* para el control de *Rhizoctonia* spp., Tumbes.
- Guzmán, S. V. (2020). Reconocimiento, caracterización y análisis de semillas en vivero forestal Mallín Ahogado.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)- Dante Rafael Carhuavilca Bonett, jefe; Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)- Jorge

Augusto Amaya Castillo, director ejecutivo. Julio 2021. Cuenta de Bosques del Perú (Documento Metodológico). Primera edición, Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso.

Jácome Segovia, C. S. (2018). Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de *Swietenia macrophylla* King (Master's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

Jacqueline, Q. Z. J. (2019). Germinabilidad De Semillas De Siete Especies Forestales De Bosque Seco Tropical De La Provincia De Manabí. Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Quevedo-UTEQ. Retrieved from <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3759>.

Jesús, R. C. J., & Rovinson, R. C. A. (2020). Métodos de escarificación con una máquina escarificadora mecánica para la germinación de semillas.

Larios, E. J., Valdovinos Nava, J. D. J. W., Chan Cupul, W., García López, F. A., Manzo Sánchez, G., & Buenrostro Nava, M. T. (2019). Biocontrol de Damping off y promoción del crecimiento vegetativo en plantas de *Capsicum chinense* (Jacq) con *Trichoderma* spp. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(3), 471-483.

León Cáceres, F. J. (2019). Efectos Ambientales por deforestación del Bosque Seco “El Algarrobal” de Conache–Laredo, 2016.

Maza Landero, M. G. (2021). Control de arvenses y nutrición de NPK en un sistema agroforestal Teca-Crotalaria (Doctoral dissertation).

MONTERO, T. S. (2021). Propagación mediante semilla botánica de *Parastrephia quadrangularis* y *Baccharis tricuneata* en San José de Aymará–Huancavelica, Perú. *Revista Forestal del Perú*, 36, 197-210.

- Palma Ponce, R. L. (2016). Aprovechamiento forestal y su impacto sobre la diversidad florística del bosque seco en Santa Elena año 2016. Programa de reforestación (Master's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Puri, A., Padda, K. P., & Chanway, C. P. (2020). In vitro and in vivo analyses of plant-growth-promoting potential of bacteria naturally associated with spruce trees growing on nutrient-poor soils. *Applied Soil Ecology*, 149, 103538.
- Ramos Vásquez, S. L. (2023). Efecto de un inoculante biológico y microorganismos eficientes en mezcla con un antagonista y un hongo entomopatógeno para el control de *Meloidogyne* spp., y *Pratylenchus* sp., en banano orgánico en Tumbes.
- Rey, M., Riat, M. C., & Sánchez, G. O. (2020). Avances en la propagación de *Viola columnaris* (Violaceae), especie herbácea de altura afectada por actividades recreativas de montaña.
- Reyes, F. C., Quiroz, D. C., Ceja, J. E. S., Sánchez, A. R., & Reyes, J. T. S. (2022). Efectos del pretratamiento con *Trichoderma* y *Bacillus* en la germinación de semillas de *Agave victoriae-reginae* T. Moore Effects of *Trichoderma* and *Bacillus* pre-treatments on the germination of *Agave victoriae-reginae* T. Moore seeds. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13, 69.
- Rolleri, J., Stocco, M., Moya, P., & Mónaco, C. (2021). Posibilidades del uso de *Trichoderma harzianum* en el biocontrol del marchitamiento y cancro bacteriano del tomate. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 120(2), 080-080.
- Romero Blacio, F. Y. (2021). Evaluación de la capacidad promotora de crecimiento del cultivo de *Bacillus* sp. y *Trichoderma* sp, en plántulas de maracuyá *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Rossana, D.-S., Souza-Padilla, J., & Vásquez-Vásquez, A. J. F. A. (2021). Reporte Preliminar Sobre El Crecimiento Inicial De *Calycophyllum Spruceanum*

(Benth) Hook. F. Ex K. Schum. A Partir Del Método De Siembra De Semillas Al Voleo. 30(1), 113-119.

Rueda-Puente, E. O., Duarte-Medina, M., Sánchez, C. L. D. T., Murillo-Amador, B., García, J. O., Preciado, P. R., ... & Corral, F. J. W. (2017). Efecto de la inoculación de *Rhodococcus fascians* y *Azospirillum halopraeferens* en la germinación de palo fierro (*Olneya tesota* A. Gray) en condiciones de invernadero. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1), 11-18.

Salazar, H., Cuyckens, G. A. E., & Guzmán, G. F. (2020). Reproducción sexual y agámica de queñoa (*Polylepis tomentella*) in situ y ex situ.

Santillán-Fernández, A., Santiago-Santes, O. V., Espinosa-Grande, E., Huicab-Pech, Z. G., Larqué-Saavedra, F. A., & Bautista-Ortega, J. (2021). Propagación Sexual Y Asexual De *Brosimum Alicastrum* Swartz En Campeche, México %J La Granja. *Revista De Ciencias De La Vida*. 34, 105-116.

Segovia, C. S. J., Quintana, Y. G., Rubio, J. P. G., Crespo, Y. A., Pérez, Y. L., & Morales, A. (2019). Efecto de *Trichoderma harzianum* como bioestimulante en el crecimiento de plántulas de *Swietenia macrophylla* en condiciones de vivero. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 8(1), 40-51.

Santana Baños, Y., Acosta Hernández, A., Hernández Guanche, L., Rivera Regalado, Y., & Busto Concepción, A. D. (2021). Respuesta de plántulas de tomate a la aplicación de *Trichoderma viride* y extracto acuoso de nim.

Tanguila Alvarado, J. O. (2022). Uso de *Trichoderma* sp. para el desarrollo y crecimiento de tres especies forestales en el cantón Tena, provincia de Napo.

Urdinola, G. A. R. (2020). Reproducción De Especies Forestales Nativas Por Medio Del Establecimiento De Un Vivero En Cedeagro – Intep Municipio De Roldanillo Valle Del Cauca. *Forestal*, 2, 81-97.

- Villacres Gaibor, J. A. (2021). Efecto de dos tratamientos pre germinativos con dos sustratos en la propagación sexual de *Parkia multijuga* (guarango) en el vivero de Corposucumbíos.
- Vukelić, ID, Prokić, LT, Racić, GM, Pešić, MB, Bojović, MM, Sierka, EM, ... y Panković, DM (2021). Efectos de *Trichoderma harzianum* sobre las características fotosintéticas y la calidad del fruto de las plantas de tomate. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 22 (13), 6961.
- Xiao, Z., Zhao, Q., Li, W., Gao, L. y Liu, G. (2023). Mejora de la cepa de *Trichoderma harzianum* para mejorar la capacidad de biocontrol: estrategias y perspectivas. *Fronteras en microbiología*, 14, 1146210.
- Yanguicela Caiza, T. M. (2020). Uso de lodos residuales Compostados como componente porcentual de sustratos en dos métodos de Propagación de Aliso (*alnus glutinosa*) en la Provincia de Pichincha, Machachi, periodo 2019-2020. Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi UTC.,
- Zambrano Bravo, R. G. (2021). Evaluación de diferentes métodos de escarificación en semillas de tamarindo *Tamarindus indica* L. en el cantón La Libertad provincia de Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021.

# ANEXOS

## Anexo 1: Informe del análisis de suelo

(a)



**INFORME DE ENSAYO**  
N° 04009-25/CO/ LABSAF - SEDE CENTRAL

---

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente	: Jordy Luis Baquerizo Oviedo
Propietario / Productor	: Jordy Luis Baquerizo Oviedo
Dirección del cliente	: San Juan de la Virgen - tumbes
Solicitado por	: Jordy Luis Baquerizo Oviedo
Muestreado por	: El Cliente
Número de muestra(s)	: 08
Producto declarado	: COMPOST
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de Plastico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: San Juan de la Virgen - tumbes
Fecha(s) de muestreo	: 20/08/2024
Fecha de recepción de muestra(s)	: 15/03/2024
Lugar de ensayo	: Avenida La Molina 1981 - La Molina
Fecha(s) de análisis	: 17/03/2025 al 31/03/2025
Cotización del servicio	: 123-25-SC
Fecha de emisión	: 12/04/2025



Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
Dirección: Av. La Molina N° 1981 - La Molina - Lima

Página 1 de 3  
F-48 / Ver.04  
www.inia.gob.pe

(b)




Instituto Nacional de Innovación Agraria

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			CO084-SC-25	CO085-SC-25	CO086-SC-25	CO087-SC-25	CO088-SC-25	CO089-SC-25
Matriz Analizada			COMPOST	COMPOST	COMPOST	COMPOST	COMPOST	COMPOST
Fecha de Muestreo			2024-08-20	2024-08-20	2024-08-20	2024-08-20	2024-08-20	2024-08-20
Hora de Inicio de Muestreo (h)			17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
Condición de la muestra			BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			Tratamiento 1 (Antes)	Tratamiento 2 (Antes)	Tratamiento 3 (Antes)	Tratamiento 4 (Antes)	Tratamiento 1 (Despues)	Tratamiento 2 (Despues)
Características Físicoquímicas		Unidad	LC	Resultados				
Composicion Nutricional		Unidad	LC	Resultados				
Nitrógeno	%	--	2.32	2.57	2.41	2.62	2.48	2.77
Fósforo (P)	%	--	0.31	0.35	0.36	0.46	0.47	0.61
Potasio (K)	%	--	1.55	1.63	1.64	1.59	1.58	1.77
ITEM			7	8				
Código de Laboratorio			CO090-SC-25	CO091-SC-25				
Matriz Analizada			COMPOST	COMPOST				
Fecha de Muestreo			2024-08-20	2024-08-20				
Hora de Inicio de Muestreo (h)			17:00	17:00				
Condición de la muestra			BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO				
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			Tratamiento 3 (Despues)	Tratamiento 4 (Despues)				
Características Físicoquímicas		Unidad	LC	Resultados				
Composicion Nutricional		Unidad	LC	Resultados				
Nitrógeno	%	--	2.51	2.77				
Fósforo (P)	%	--	0.45	0.58				
Potasio (K)	%	--	1.71	1.68				

(c)

  
Instituto Nacional de Innovación Agraria

### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Fósforo (P)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2010. Segunda Sección (31 de Diciembre 2010). Ítem 7.1.10, AS-10. 2002. Determinación de fósforo aprovechable para suelos neutros y alcalinos (AS-10 Método de Olsen y colaboradores).
Potasio (K)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. Ítem 4.3.1. Pág. 62. Potasio extractable


### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este Informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

(\*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.  
(\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
(\*\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

### V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Jimmy Espritu Natividad - Responsable del laboratorio del LABSAF Sede Central.



\_\_\_\_\_  
Firma  
Lic. Quím. Jimmy Edward Espritu Natividad  
Responsable de Laboratorio LABSAF Sede Central

\_\_\_\_\_  
FIN DE INFORME DE ENSAYO

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliarés  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
Dirección: Av. La Molina N° 1981 - La Molina - Lima

Página 3 de 3  
F-48 / Ver.04  
www.inia.gob.pe

figura 40: Informe sobre el análisis de suelo (NPK);(a), (b), (c)

## *Anexos 02: Glosario*

- **Dendrométricas** : Se centra en el análisis de las propiedades físicas de árboles específicos.
- **Epidométricas**: Examina las normativas que regulan el desarrollo de los árboles y los bosques, así como la generación de recursos forestales.
- **Estereométricos**: La sección responsable de calcular la cantidad de madera en los árboles y en áreas boscosas.
- **Fenología** : área de la biología que analiza los procesos vitales de plantas y animales, como el florecimiento o el desplazamiento, junto con su conexión con las variaciones estacionales y las condiciones climáticas.
- **Escarificación mecánica**: implica reducir o romper físicamente la envoltura externa de una semilla (cáscara) para permitir la entrada de agua y aire, lo que a su vez favorece el proceso de germinación.
- **Método Anova**: una prueba que evalúa las medias de tres o más conjuntos para identificar si existen diferencias importantes entre ellos, examinando la variación de los datos dentro de cada conjunto y entre los conjuntos.
- **Varianza**: medida que refleja la variabilidad de un conjunto de datos, mostrando el grado en que los valores individuales se desvían de la media.
- **Desviación estándar** : medida numérica que muestra la dispersión o variación dentro de un grupo de datos, señalando cuán distantes se encuentran los valores individuales respecto a la media (promedio) de ese grupo.
- **Coefficiente de variación** : una medida que indica la variación proporcional de un grupo de datos, obtenida al dividir la desviación típica entre la media aritmética del grupo y luego multiplicar por 100 para presentarlo como un porcentaje.

## CERTIFICACIÓN

Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval, Docente ordinario de la Universidad Nacional de Tumbes, adscrito al Departamento de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Tumbes.

CERTIFICA:

Mi presencia ha sido responsable de asesorar y revisar la Tesis: **Efectos de la inoculación del *Trichoderma harzianum*, en el crecimiento del Charan negro (*Caesalpinia paipai*) y Charan blanco (*Caesalpinia corymbosa*) en etapa de vivero**, que fue presentado por el Bach. Jordy Luis Baquerizo Oviedo, Bachiller de la carrera de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente. Por lo tanto, se permite su presentación e inscripción en la Facultad de ciencias agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes para su revisión y aprobación.

Tumbes, 11 de septiembre del 2025



---

**Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval.**  
**Asesor de Tesis**  
**<https://orcid.org/0000-0002-8568-3255>**  
**Docente UNTUMBES**