

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE *Trichoderma harzianum* EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE
RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum* L.) EN FASE DE VIVERO, ESTACIÓN
EXPERIMENTAL SAPECHO**

PRESENTADO POR:

MAHEVA LUZ POMA VALDEZ

LA PAZ – BOLIVIA

2022

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DE *Trichoderma harzianum* EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE
RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum* L.) EN FASE DE VIVERO, ESTACIÓN
EXPERIMENTAL SAPECHO**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo*

MAHEVA LUZ POMA VALDEZ

ASESOR(ES)

Ing. Casto Maldonado Fuentes.....

Ing. Marcela Daniela Mollericona Alfaro.....

REVISORES

Ing. M. Sc. Carlos Eduardo Choque Tarqui.....

Ing. Lorenzo Quelali Mamani.....

Ing. M. Sc. Freddy Antonio Cadena Miranda.....

APROBADO

Presidente Tribunal Revisor.....

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón este trabajo a mi madre Floria Valdez Mamani (Q.E.D.D.G), a mis hermanas Yovana, Yoly, Avigail, Tania y a mi hermano Yhonny, quien con su amor, paciencia y esfuerzo me ha permitido llegar hoy un sueño más.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a todas las personas y a la Facultad de Agronomía que colaboraron en la realización de esta tesis

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Estación Experimental de Sapecho, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro su establecimiento.

A la Ing. Marcela Daniela Mollericona Alfaro, por la paciencia, asesoramiento continuo para seguir adelante, por sus enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, pero lo más importante su amistad.

Al Ing. Casto Maldonado Fuentes, por su asesoramiento, continuo apoyo a colaboración en el presente trabajo.

Al Ing. Lorenzo Quelali Mamani, Ing. M. Sc. Carlos Eduardo Choque Tarqui, Ing. M. Sc. Freddy Antonio Cadena Miranda, quienes formaron parte del comité revisor gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

A quienes fueron docentes en la carrera de Agronomía de Sapecho, por compartir sus conocimientos.

A todos los miembros de la Estación Experimental Sapecho gracias por su apoyo.

A mis compañeros y compañeras con quienes tuve la dicha de trabajar.

Obviamente, debo agradecer a mi mamá, hermanas y hermano quienes me ayudaron durante estos 5 años.

CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
SUMMARY	xi

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación	4
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos	5
2.3. Hipótesis	5
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
3.1. Origen	6
3.2. Distribución	6
3.3. Importancia	7
3.4. Clasificación taxonómica.....	8
3.5. Descripción Botánica	8
3.5.1. El árbol	8

3.5.2.	Raíz.....	8
3.5.3.	Hojas.....	8
3.5.4.	Flores.....	9
3.5.5.	Frutos.....	9
3.6.	Variedades.....	9
3.6.1.	Variedad R134.....	9
3.6.2.	Variedad R162.....	10
3.6.3.	Variedad R167.....	10
3.6.4.	Variedad Jeetle.....	10
3.6.5.	Variedad Rongrien.....	10
3.7.	Valor nutricional.....	10
3.8.	Clima.....	12
3.9.	Suelo.....	12
3.10.	<i>Trichoderma harzianum</i>	13
3.10.1.	Generalidades.....	13
3.10.2.	<i>Trichoderma</i> como agente de control biológico.....	13
3.10.3.	Características.....	14
3.10.4.	Clasificación Taxonómica.....	14
3.10.5.	Descripción.....	15
3.10.6.	Mecanismo de acción.....	16
3.10.7.	Beneficios.....	18
3.11.	El vivero.....	19
3.12.	Producción de rambután en vivero.....	20
3.12.1.	Propagación.....	20
3.13.	Importancia del sustrato en las bolsas.....	21
3.13.1.	Sustrato.....	21
4.	LOCALIZACIÓN.....	22
4.1.	Ubicación.....	22
4.2.	Características ecológicas.....	23
4.2.1.	Características climatológicas.....	23
4.2.2.	Características fisiográficas.....	24

5.	MATERIALES Y METODOLOGIA	25
5.1.	Materiales	25
5.1.1.	Material vegetal	25
5.1.2.	Material de campo	25
5.1.3.	Material de gabinete	25
5.2.	Metodología	26
5.2.1.	Diseño experimental	26
5.2.2.	Modelo lineal aditivo	27
5.2.3.	Croquis del área experimental	28
5.2.4.	Análisis estadístico	30
5.3.	Procedimiento experimental	30
5.3.1.	Aislamiento de los plantines de Rambután del vivero	30
5.3.2.	Establecimiento de la Parcela Experimental	31
5.3.3.	Instalación de los plantines	32
5.3.4.	Labores culturales	32
5.3.5.	Aplicación de <i>Trichoderma</i>	33
5.4.	Variables de respuesta	34
5.4.1.	Altura de planta (cm)	34
5.4.2.	Diámetro del tallo (mm)	34
5.4.3.	Número de hojas	34
5.4.4.	Área foliar (cm ²)	34
5.4.5.	Severidad	35
5.4.6.	Análisis económico	37
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
6.1.	Análisis físico del sustrato	39
6.2.	Análisis químico del sustrato	40
6.2.1.	Potencial de hidrogeniones (pH)	40
6.2.2.	Clasificación de materia orgánica (MO), nitrógeno total, fósforo disponible, potasio intercambiable	40
6.3.	Evaluación de la altura de planta	43
6.3.1.	ANVA de la altura de planta durante la fase de evaluación	43

6.4.	Evaluación de diámetro de tallo	45
6.5.	Número de hojas.....	47
6.6.	Área foliar.....	49
6.7.	Severidad del hongo <i>Botryodiplodia</i>	51
6.8.	Análisis económico	52
6.8.1.	Beneficio bruto.....	52
6.8.2.	Costos variables	53
6.8.3.	Beneficio neto.....	54
6.8.4.	Beneficio/costo	55
7.	CONCLUSIONES.....	56
8.	RECOMENDACIONES.....	58
9.	REVISION BIBLIOGRAFICA	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Sapecho	23
Figura 2.	Diseño general del croquis experimental.....	29
Figura 3.	Diseño de la unidad experimental y metodología de toma de datos	30
Figura 4.	Plantines afectados por el hongo <i>Botryodiplodia</i>	31
Figura 5.	Establecimiento de la parcela experimental	31
Figura 6.	Instalación de los plantines	32
figura 7.	Escala diagramática para el hongo <i>Botryodiplodia</i>	36
Figura 8.	Comportamiento de crecimiento para altura de planta (cm) cada 15 días	44
Figura 9.	Comportamiento de crecimiento para diámetro de tallo (mm) cada 15 días ...	46
Figura 10.	Número de hojas promedio por planta, según tratamientos aplicados	48
Figura 11.	Área foliar promedio, según tratamientos aplicados	50
Figura 12.	Influencia de severidad promedio, según los tratamientos aplicados	51
Figura 13.	Análisis del beneficio bruto.....	52
Figura 14.	Análisis de beneficio neto.....	54

Figura 15. Análisis económico de beneficio/costo	55
--------------------------------------------------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	8
Tabla 2. Información nutricional por cada 100g.....	11
Tabla 3. Clasificación taxonómica de <i>Trichoderma harzianum</i>	15
Tabla 4. Materiales para el llenado de bolsas	21
Tabla 5. Formulación de los tratamientos.....	27
Tabla 6. Modelo lineal (DCA)	27
Tabla 7. Características del área experimental	28
Tabla 8. Determinación de la concentración de <i>Trichoderma harzianum</i>	33
Tabla 9. Modelo de regresión para estimar el área foliar (AF) con base en el ancho (A) y largo (L) de la hoja de rambután	35
Tabla 10. Determinación de diferentes tipos de textura.....	39
Tabla 11. Análisis físico del sustrato	39
Tabla 12. Clasificación en cuanto al valor de pH.....	40
Tabla 13. Criterios para evaluar el suelo con base a su contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno total, fosforo disponible, potasio intercambiable	40
Tabla 14. Primer análisis químico del sustrato	41
Tabla 15. Segundo análisis químico del sustrato	42
Tabla 16. Resumen del análisis de varianza para altura de planta (cm).....	43
Tabla 17. Análisis de varianza para altura de planta (cm) a los 90 días	43
Tabla 18. Resumen del análisis de varianza para diámetro de tallo (mm)	45
Tabla 19. Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) a los 90 días	45
Tabla 20. Análisis de varianza para número de hojas	47
Tabla 21. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para número de hojas por planta	47
Tabla 22. Análisis de varianza para área foliar	49

Tabla 23. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para área foliar	49
Tabla 24. Costos parciales de producción.....	53
Tabla 25. Análisis económico por tratamiento	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Primer análisis del sustrato	70
Anexo 2. Segundo análisis del sustrato.....	71
Anexo 3. Escala diagramática del hongo <i>Botryodiplodia</i>	72
Anexo 4. Planilla de datos de la variable altura	73
Anexo 5. Planilla de datos de la variable diámetro	73
Anexo 6. Planilla de datos de la variable número de hojas	73
Anexo 7. Planilla de datos de la variable área foliar	74
Anexo 8. Diagrama de dispersión entre área foliar vs largo y ancho de la hoja de rambután (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)	74
Anexo 9. Severidad del hongo <i>Botryodiplodia</i>	74
Anexo 10. Costos parciales de producción	75
Anexo 11. Costo total del tratamiento 1	75
Anexo 12. Costo total del tratamiento 2.....	76
Anexo 13. costo total del tratamiento 3	76
Anexo 14. Costo total del testigo.....	76
Anexo 15. Costo total de producción.....	77
Anexo 16. Exclusión de plantines de rambután para su tratamiento	77
Anexo 17. Establecimiento de la parcela experimental	77
Anexo 18. Instalación de los plantines	78
Anexo 19. Selección de plantines con cinta para su respectiva evaluación.....	78
Anexo 20. Balanza analítica, jarra.....	79
Anexo 21. <i>Trichoderma harzianum</i> , té de estiércol.....	79

Anexo 22. Dosis de <i>T. harzianum</i> para cada tratamiento	79
Anexo 23. Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i>	80
Anexo 24. Toma de datos diámetro de tallo, altura de planta, número de hojas	80
Anexo 25. Toma de datos área foliar ancho y largo	81
Anexo 26. Toma de datos severidad de la enfermedad	81
Anexo 27. Limpieza de pasillos y bolsas	82
Anexo 28. Extracción de sustrato para el análisis físico y químico	82
Anexo 29. Riego	82

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en condiciones de vivero, se llevó a cabo la producción de plantines de Rambután (*Nephelium lappaceum* L.) para estudiar el efecto de *Trichoderma h. spp.* en la producción de plantines con aplicaciones distintas con los siguientes objetivos: a) Evaluar el efecto *Trichoderma harzianum* en la producción de plantines de rambután en fase de vivero, b) Identificar la mejor dosificación de *Trichoderma harzianum* (120%, 100%, 80% y un testigo) para la producción de plantines de rambután y c) Determinar las propiedades físicas y químicas del sustrato, d) Realizar el análisis económico para los diferentes tratamientos. El diseño experimental utilizado fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), (dosis de *Trichoderma*). Se estudió 320 individuos con tres tratamientos, un testigo y cuatro repeticiones, Como resultados del ensayo, se tuvo diferencias estadísticamente significativas para las variables: número de hojas y área foliar con la aplicación del tratamiento con 80 % de *Trichoderma harzianum* y para la variable de severidad en una prueba de medias, el tratamiento 3 es el que tiene menos avance de enfermedad, para el análisis físico y químico del sustrato se obtuvo resultados del Laboratorio de la Facultad de Agronomía en Suelos y Aguas (LAFASA), donde muestra los resultados de la siguiente manera: para el parámetro físico se clasifico con una clase textural franco-limoso, para el parámetro químico en un inicio se clasifico con un pH 6.1 moderadamente ácido, MO de 5.77 %, N de 0.35 %, P de 41.60 Ppm, K de 1.90 meq/100g S. y en un análisis final se clasifico con pH de 7.16 neutro, MO de 6.18 %, N de 0.33 %, P de 24.40 Ppm, K de 2.04 meq/100g S. El análisis económico de Beneficio/Costo con aplicación de *Trichoderma harzianum* muestra al tratamiento T3, con la mejor ganancia de 1.2 Bs siendo la venta de plantines de 5 Bs. Además de presentar plantines con condiciones fitosanitarias muy altas. El presente estudio se constituye en el primero en la región afín al cultivo de rambután.

SUMMARY

The present work of investigation was carried out in nursery conditions, the production of seedlings of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) was carried out to study the effect of *Trichoderma h. spp.* in the production of seedlings with different applications with the following objectives: a) To evaluate the effect of *Trichoderma harzianum* in the production of rambutan seedlings in nursery stage, b) To identify the best dosage of *Trichoderma harzianum* (120%, 100%, 80% and a control) for the production of rambutan seedlings and c) To determine the physical and chemical properties of the substrate, d) To carry out the economic analysis for the different treatments. The experimental design used was the Completely Randomized Design (CRD), (*Trichoderma* dose). 320 individuals were studied with three treatments, one control and four replicates. As results of the trial, statistically significant differences were obtained for the variables: number of leaves and leaf area with the application of the treatment with 80 % of *Trichoderma harzianum* and for the variable of severity in a test of means, the treatment 3 is the one that has less advance of disease, for the physical and chemical analysis of the substrate were obtained results of the Laboratory of the Faculty of Agronomy in Soils and Waters (LAFASA), where shows the results in the following way: for the physical parameter was classified with a textural class loam-loam, for the chemical parameter in a beginning was classified with a pH 6.1 moderately acidic, MO of 5.77 %, N of 0.35 %, P of 41.60 Ppm, K of 1.90 meq/100g S. and in a final analysis it was classified with a pH of 7.16 neutral, MO of 6.18 %, N of 0.33 %, P of 24.40 Ppm, K of 2.04 meq/100g S. The economic analysis of Benefit/Cost with application of *Trichoderma harzianum* shows the treatment T3, with the best profit of 1.2 Bs being the sale of seedlings of 5 Bs. Besides presenting seedlings with very high phytosanitary conditions. The present study is the first in the region related to the cultivation of rambutan.

1. INTRODUCCIÓN

El rambután (*Nephelium lappaceum* L.) es un árbol exótico caracterizado porque sus frutos tienen forma de erizo de mar, con cáscara de color desde amarillos hasta rojos, de intenso sabor dulce posee un color atractivo y una apariencia característica. Se ha transformado en los últimos años en una de las frutas más populares en los mercados, es consumido como fruta fresca. Es una actividad frutícola promisorio de las zonas tropicales húmedas del mundo. Es conocido como rambután, licha, litchi peludo o mamón chino en Indonesia, Malasia, Filipinas, Colombia y Centroamérica; litchi chevelu (Nakasone y Paull, 1998).

Martínez (2018) director del Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario (Pronagro), manifestó al país hondureño que existen nuevos mercados como España, Costa Rica y Sudamérica que están demandando dicho producto y que Bolivia solicito para venderle directamente al consumidor final.

Datos estadísticos presentados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Consejo Nacional de Producción (CNP) de (Costa Rica, 2010), en un documento llamado "Plan de Exportación", consideraron al rambután como una de las mejores inversiones productivas para países productores, debido a su rendimiento, estabilidad de producción, precio atractivo, resistencia a las diferentes condiciones atmosféricas y las enfermedades o plagas del campo (Cascante, 2010).

Guilcapi (2010) señala que la producción orgánica es una alternativa sostenible, tanto en términos ecológicos, como económicos, aumentando la productividad e ingresos económicos, al mismo tiempo contribuye a la protección de los recursos naturales, en lo cual los hongos juegan un papel importante para el hombre, animales y plantas.

Trichoderma harzianum spp., es un hongo benéfico que se encuentran naturalmente en todos los suelos, que, al ser aplicado a las semillas, planta en vivero, repicadas o plantas establecidas, tiene un sin número de beneficios tanto preventivos como curativos contra hongos patógenos (Guilcapi, 2010).

En el departamento de la Paz la producción de plantines de rambután en vivero es muy escasa, la alcaldía y la Dirección Municipal de Desarrollo Productivo de Palos Blancos, pide apostar a los pequeños y grandes productores en nuevas tendencias de cultivo.

1.1. Antecedentes

hoyos (2008), menciona cuando se aplicaron dos aislamientos de *Trichoderma* en sistemas de producción protegida obtuvo 60% de reducción de la pudrición del cuello, en semilleros de algodón causada por *R. solani*.

Villegas (2005), da a conocer que al aplicar *Trichoderma* al suelo en pre-siembra, siembra y post-emergencia temprana, logró disminuir la incidencia de enfermedades en más del 60%, y retraso la aparición de los síntomas y patógenos en plantas.

Durman *et al.*, (1999), realizaron un estudio que logró disminuir el crecimiento y la supervivencia de esclerocios de *R. solani* al aplicar *Trichoderma* spp., con resultados satisfactorios en el control de este patógeno en tomate de invernadero.

Investigaciones como el de Villegas (2005) indica que con la inoculación a la semilla con *T. harzianum*, obtuvo disminución en poblaciones de *R. solani*, *Sarocladium* spp. y *Pythium* spp. en suelo, con incremento de la actividad del micoparásito.

Stefanova (2006), en su estudio realizado en Cuba, con el tratamiento de semillas de tomate, pimiento y tabaco con *Trichoderma* se protegieron eficientemente las plantas frente a *R. solani*, sin necesidad de tratamientos al suelo previo a la siembra.

Mathivanan *et al.*, (2005), emplearon el tratamiento combinado a semilla y suelo con la cepa *Trichoderma viride*, unos 25 días previos al trasplante y lograron una reducción en la incidencia de Tizón en la vaina de arroz del 45.7%.

Romero *et al.*, (2017), evaluó el efecto de cuatro bio-fungicidas elaborados a base de cepas nativas del género *Trichoderma* contra *P. capsici* en la producción de tomate, pudo observar que todos los tratamientos con biopreparados presentaron mayor altura.

Romero *et al.*, (2008), deducen que la inoculación previa a la siembra con *T. harzianum* tuvo efecto promotor en el crecimiento de especies forestales en vivero lo que se evidencia en todos los parámetros de calidad evaluados, que el tratamiento sin inocular.

El instituto de Investigaciones del Arroz, Meneses *et al.*, (2008) recomienda para el cultivo de arroz la desinfección de semillas con *Trichoderma* fundamentalmente para el control de *Sarocladium oryzae*.

1.2. Planteamiento del problema

Actualmente en la región de Alto Beni, existen diversos factores que no favorecen el crecimiento económico del productor. En ese sentido; la presente investigación contempla como problema principal conocer nuevas tendencias de cultivos, de qué manera el proceso productivo agrícola del rambután contribuye al desarrollo del productor.

Tampoco existen datos o estudios que se hayan realizado en este cultivo, no contamos con información amplia sobre el uso de bioestimulantes para la producción orgánica, tampoco existen datos o estudios realizados en las zonas tropicales de Bolivia y mucho menos en el área de manejo y aplicación de abonos orgánicos. Esto se debe a la falta de conocimientos y la pérdida de prácticas culturales de nuevas alternativas amigables con la naturaleza, insumos accesibles con un costo bajo para una producción orgánica como el uso de hongos micorrízicos y bioestimulantes orgánicos.

Además, cabe mencionar que los viveristas no cuentan con nuevas alternativas de uso de abonos orgánicos que aceleren el crecimiento para agilizar la injertación y posteriormente la obtención de plantas comerciales, mediante el uso de *Trichoderma harzianum*.

Trichoderma tiene diversas ventajas como agente de control biológico y como promotor del crecimiento de diferentes especies, sin embargo, pocos estudios se han realizado en la región y no existen estudios sobre el efecto de este hongo en el cultivo de rambután, dentro del presente estudio se valora el factor económico que podría afectar las decisiones de producción y comercialización del cultivo de rambután.

1.3. Justificación

El cultivo de rambután, es un cultivo característico de zonas tropicales y subtropicales, aunque existe hace varios años en diferentes países, no ha logrado expandir su explotación de producción debido al desconocimiento de como cultivarlo y desarrollar el fruto. Se ha encontrado que esta fruta es aceptada en los mercados, además; este cultivo se encuentra en su auge, por esta razón es un excelente momento para incorporar el cultivo y comercialización del fruto.

Es así que la presente investigación busca aportar al desarrollo por medio de una novedosa alternativa de cultivo que tendrá como fin la exportación, no obstante se ha encontrado obstáculos que tienen los agricultores para que puedan obtener mayores ingresos y por ende un mejor calidad de vida; entre los principales problemas que el agricultor afronta son: el desconocimiento técnico respecto al proceso productivo del rambután, no cuentan con apoyo y/o respaldo económico que les permita adoptar tecnología.

La propuesta de incorporación tiene como objetivo proponer una alternativa productiva en la región, desde el punto de vista económico, político y social por tal motivo debemos de examinar todas las alternativas existentes de producción, para que los futuros fruticultores y empresarios se interesen por la producción en vivero como en campo, comercialización, transformación y el desarrollo de la fruta a corto plazo gracias a la utilización de hongos micorrízicos como acelerador de crecimiento y una nueva tecnología de injertos.

Además, es una opción para diversificar la producción agroecología y orgánica que es conocida en la región. Asimismo, el uso de *Trichoderma harzianum* se presenta como una alternativa enmarcada en la producción agroecológica.

Cabe mencionar que esta región cuenta con un clima favorable para el cultivo de rambután, además se ayudará a fomentar el sector agropecuario del Estado.

Adicionalmente, el presente estudio se constituye en la primera investigación sobre el cultivo de rambután en condiciones de vivero en la región.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* en la producción de plantines de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en fase de vivero, Estación Experimental Sapecho.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto *Trichoderma harzianum* e la producción de plantines de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en fase de vivero.
- Identificar la mejor dosificación de *Trichoderma harzianum* (120%, 100% y 80%) para la producción de plantines de rambután.
- Realizar el análisis económico para los diferentes tratamientos.

2.3. Hipótesis

Ho: La aplicación de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* no tendrá efecto en la producción de plantines de rambután.

Ha: La aplicación de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* tendrá efecto en la producción de plantines de rambután.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Origen

Según Arias y Calvo (2014), el rambután crece como planta silvestre en varios lugares de Asia oriental, es un fruto exótico cultivado en climas tropicales, de nombre científico (*Nephelium lappaceum* L.) fruta originaria del continente asiático, si se quiere ser más específico, de Indonesia y Malasia, cultivado también en Tailandia, Vietnam. India, Sri Lanka y en Filipinas donde fue introducida desde Indonesia en 1912. En esta zona geográfica se ha utilizado tanto para consumo fresco, como para procesos industriales.

Las raíces sintácticas de ese nombre, provienen del vocablo malayo "rambut" que significa pelo, para hacer alusión a los espinaretes largos y suaves que cubren la fruta, son su principal característica distintiva ante los consumidores (Arias y Calvo 2014).

Pertenece a la familia Sapindaceae, la cual incluye más de la cual incluye más de 150 géneros y cerca de 2000 especies de árboles, arbustos, plantas herbáceas y trepadoras de amplia distribución en los trópicos y zonas cálidas del planeta (Arias y Calvo, 2014).

Esta familia se conoce principalmente a través de otras especies que producen frutas comestibles y que han sido cultivadas desde tiempos inmemoriales en sus zonas de origen, de ellas se pueden mencionar: el lichi (*Litchi chinensis* Sonn) el longán (*Euphoria tongana* Lam.), el mamoncillo (*Melicocca bijuga* Linn.) oriundo de América tropical y el akee (*Blighia sapida* Linn.) de origen africano (Ramírez, 2003).

Dentro del género *Nephelium* se encuentran otras especies de árboles que producen frutas comestibles, conocidas principalmente en los países del sureste asiático, entre las cuales están el pulasán (*N. mutabile* Blume), el bulala (*N. intermedium* Radlk), el aluao (*N. xerospermoides* Radlk), y el Kuching (*N. malaiense* Griff.) (Ramírez, 2003).

3.2. Distribución

Morton (1987), citado por (Nakasone y Paull, 1998). mencionan que el rambután ha sido comercializado desde hace más de 800 años por comerciantes árabes hasta el oriente africano. De las anteriores especies el rambután es el más difundido y cultivado a nivel mundial debido a su gran capacidad de adaptación a amplia diversidad de suelos.

México y el resto de Centroamérica experimentaron los primeros contactos con la fruta entre los años 1950 y 1960, en un inicio no se tenía una alta comercialización por su escasa producción, sin embargo, diversos estudios han encontrado gran potencial nutritivo y de contenido sustancial para avances científicos medicinales, sin embargo, este cultivo fue mantenido como una planta exótica y ornamental. En la actualidad se encuentran plantaciones en muchas áreas tropicales y subtropicales en el mundo, tal es el caso de Colombia, Ecuador, Honduras, Trinidad y Tobago, México y Cuba (Arias y Calvo, 2014).

El sistema sexual de propagación con el que tradicionalmente se multiplicó y dispersó el material, redundó en un sinnúmero de variaciones en la calidad del fruto; la mayoría de los casos sin los requerimientos estipulados para su exportación como fruta fresca (Vargas, 2003).

Para el mercado el tipo exportación se deben tener en cuenta varios parámetros considerados por la norma 246 del 2005 del Codex para rambután. Existen tres calidades: extra, primera y segunda; los frutos deben ser de una variedad comercial específica, deben poseer madurez apropiada: grados Brix mayores de 18, buena apariencia, con peso superior a 30 g (Pérez y Pohlan, 2004).

3.3. Importancia

De acuerdo con Maridueña *et al.*, (2010) se considera que los mayores productores de rambután a nivel mundial son Tailandia, Indonesia y Malasia con 700.000, 350.000 y 70.000 t ha⁻¹ anuales.

Los mayores consumidores son la Unión Europea (UE) y China. Las variedades más comercializadas son: See Matjan, Seelengkeng y See Konto (MAG, 2007).

Malasia es el principal exportador de rambután en el mundo. La UE continúa siendo el principal mercado mundial de importaciones de frutas tropicales si se tiene en cuenta que en 2005 absorbió el 47% del comercio de frutas tropicales frescas (Linares, 2007).

Actualmente se encuentra en desarrollo su uso para la industria cosmética mediante el aprovechamiento de la semilla (Lourith *et al.*, 2016).

3.4. Clasificación taxonómica

Según Rodríguez (2017), la clasificación taxonómica del cultivo de rambután se muestra en la siguiente (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación taxonómica (*Nephelium lappaceum* L.)

Reino	Plantae
Clase	Magnoliophyta
Sub clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Sapindaceae
Genero	<i>Nephelium</i>
Especie	<i>lappaceum</i> Linneo

Fuente: Rodríguez (2017)

3.5. Descripción Botánica

3.5.1. El árbol

Al respecto, Moreno (2013), manifiesta que el rambután de libre crecimiento sin poda puede alcanzar una altura de 15 a 20 metros, con un grosor de tronco de hasta 50 a 60 centímetros, En el caso de árboles injertados con un manejo adecuado de la poda, pueden alcanzar una altura de 5 a 7 metros.

3.5.2. Raíz

Los autores, Maridueña *et al.*, (2012), mencionan que “las raíces del árbol de achotillo no son profundos en el suelo por lo que este puede extenderse varios metros en la superficie, es decir que son raíces laterales que crecen sobre el suelo superficial”.

3.5.3. Hojas

Según Maridueña (2013), expresa que “las hojas del achotillo son de forma pinnadas y compuestas, este mide 30 cm de largo su color es verde oscuro, posee pequeños pelos cuando son jóvenes, además tienen 15 pares de venas principales en la parte inferior”.

Moya (2013) manifiesta que las hojas de *N. lappaceum* L. “poseen de dos a cuatro pares de folíolos, las cuales son alternos y opuestos, además puede medir 20 cm de largo y 10

cm de ancho, el haz presenta un color verde claro brillante, sin embargo, el envés es todo lo contrario”.

3.5.4. Flores

Vela (2015), sostiene que las flores del achotillo “son hermafroditas, las cuales funcionan como una flor femenina y masculina, por otro lado, el estambre no tiene una función establecida, mientras que las panículas emergen de forma escalonada, luego de un año y medio aparecen los primeros brotes”.

Según, los autores Alemán *et al.*, (2013), manifiestan que la flor es el aparato reproductor de la planta este cumplen con los procesos de fecundación de semillas, además consta de los órganos como: cáliz, corola, estambres, estigmas y ovarios”, cabe destacar que cada una de estas partes es esencial en el periodo de inflorescencia.

3.5.5. Frutos

Grijalva (2012), indica que “los frutos del achotillo son avalados consta de una cobertura rojiza con pelos espinarte, este varia de tamaño y color, ya que puede ser rojo o verde, en su interior se encuentra una drupa cubierta de carne jugosa, el cual es comestible”.

3.6. Variedades

De acuerdo con Arias y Calvo (2014), en el mundo existe una gran diversidad de variedades de rambután que fueron seleccionadas en países como Indonesia, Malasia y Filipinas, las cuales se caracterizan por la calidad, ya que han sido mejoradas en cuanto a color, sabor, textura, tamaño del fruto y capacidad de desprendimiento de la pulpa.

3.6.1. Variedad R134

Es originario de Malasia, se caracteriza porque sus ramas son de crecimiento erecto, su fruto es de forma redondeada, de color rojo, con peso promedio de 41 gramos, su pulpa, conocida como arilo, es moderadamente firme y se desprende fácilmente de la semilla. Cascara delgada de espinaretes color verde amarillento. El contenido de azúcares (sólidos solubles) oscila alrededor de 24 grados brix (Arias y Calvo, 2014).

3.6.2. Variedad R162

Originaria de Malasia, de crecimiento muy vigoroso, posee un fruto ovalado de color rojo claro con espinaretes amarillentos. De pulpa firme y fácil desprendimiento de la semilla. El peso promedio oscila alrededor de los 42 gramos con un contenido de sólidos solubles aproximado de 20 grados brix. Es de maduración tardía (Arias y Calvo, 2014).

3.6.3. Variedad R167

Es originaria de Malasia; presenta un fruto dulce y alargado de color rojo con espinaretes amarillentos. El tejido carnoso es firme y se desprende fácilmente de la semilla. El peso promedio es oscila alrededor de los 34 gramos y tiene un contenido de sólidos solubles alrededor de 20 grados brix. Presenta larga vida en (postcosecha) por su característica de tener cascara gruesa (Arias y Calvo, 2014).

3.6.4. Variedad Jeetle

Originaria de Singapur, produce un fruto de color rojo con espinaretes color verde amarillento. El peso promedio es de 40 gramos, su cáscara gruesa le brinda mayor estabilidad en manejo postcosecha. La pulpa es firme y se desprende fácilmente de la semilla. Tiene un contenido de sólidos solubles que oscila alrededor de 20 grados brix (Arias y Calvo, 2014).

3.6.5. Variedad Rongrien

Esta variedad es originaria de Tailandia y el árbol es de porte bajo en relación con las otras variedades. De fruto pequeño, color rojo con espinaretes verdes. Su cáscara delgada le impide ser bien aceptada por los comerciantes, ya que limita su duración postcosecha. Tiene un contenido de sólidos solubles superior a 20 grados brix (Arias y Calvo, 2014).

3.7. Valor nutricional

El rambután es una fruta con un contenido importante de vitaminas, minerales y azúcares que permite complementar las necesidades nutricionales de las personas. La Tabla 2. presenta contenidos importantes de vitamina C y potasio, además de fósforo,

magnesio, lo cual lo hace comparable con otras frutas como los cítricos, banano, mango, papaya y piña, que son parte habitual en la dieta de la mayoría de personas (Arias y Calvo, 2014).

Tabla 2. Información nutricional por cada 100g

Descripción	Valores
Grasa	0.68%
Proteína	0.91%
Magnesio	12.3mg/100g
Sodio	20.8mg/100g
Tiamina	<0.010mg/100g
Vitamina C	59.4mg/100g
Glucosa	2.9%
Lactosa	0.1%
Nitrógeno	0.14%
Calcio	9.58mg/100g
Manganeso	1.06mg/100g
Zinc	0.17mg/100g
Fibra	0.05%
Vitamina A	<40 IU/100g
Sacarosa	11.4%
Azúcares totales	17.2%
Ceniza	0.33%
Hierro	0.34mg/100g
Potasio	84.1mg/100g
Fosforo	16.6mg/100g
Riboflavina	0.050mg/100g
Fructuosa	2.9%
Maltosa	<0.1%

Fuente: Godoy y Reyes (2007)

Álvarez (2013) en su ensayo realizado con la cáscara del rambután de color amarillo y rojo, en variedades criollas y asiáticas, encontró que la cáscara color amarillo posee una composición más rica tanto en polifenoles totales como en su capacidad antioxidante, sin dejar de lado su excelente capacidad de inhibición de bacterias c como *E. coli*, *S. areus* y *B. subtilis* y en menor grado en la *Paeruginosa*.

3.8. Clima

Arias y Calvo (2014), señalan que el rambután se desarrolla muy bien en zonas con clima tropical húmedo, similar de donde es originario. Se siembra desde 0 hasta 800 msnm. El rango de precipitación promedio es de 3000 a 4000 mm por año, la temperatura optima oscila entre los 26 y los 32 °C; con buena luminosidad durante todo el año, ya que es muy necesaria en el momento de la maduración del fruto. La humedad relativa debe mantenerse por encima del 70% para evitar la deshidratación de los frutos, de lo contrario afectaría la calidad de los mismos.

En la Región Brunca (cantones de Pérez Zeledón, Osa y Corredores) las flores aparecen desde los primeros días de febrero, pero la mayor floración ocurre en el mes de marzo que corresponde a la época más seca del año, condición que provoca el stress necesario para la diferenciación floral. En condiciones climáticas con precipitaciones inestables la misma se ve disminuida, debido a que la lluvia estimula el desarrollo vegetativo. En algunos casos suele presentarse simultáneamente floración con desarrollo vegetativo (Arias y Calvo, 2014).

El rambután es una especie sensible a la sequía y requiere mucha agua durante todo su periodo de crecimiento. El momento más crítico es la primera estación seca después de su trasplante en el campo (Ramírez, 2003).

No es recomendable sembrar rambután en zonas con época seca bien definida o periodo de sequía prolongado excepto si se tiene la posibilidad de instalarse un sistema de riego. Por el contrario, en algunas regiones se ha presentado en los últimos años, lluvia durante los meses secos (propicios para el estrés y diferenciación floral), que confunden o alteran la fisiología del árbol, provocando una nueva emisión de follaje en vez de floración; esto implica considerar lo opuesto, es decir confeccionar drenajes para evacuar el agua superficial (Arias y Calvo, 2014).

3.9. Suelo

Arias y Calvo (2014), consideran en primer término el análisis químico del suelo, es vital para determinar las condiciones en que se encuentra, a fin de realizar las correcciones necesarias y brindarle al cultivo la nutrición requerida, para el cultivo de rambután

recomiendan suelos de pH entre 5,5 y 6,5 con contenidos de materia orgánica mayores al 2%, drenados y con una profundidad de más de 1 metro, en donde las raíces no tengan obstáculo para crecer. El suelo además debe ser de textura franco (30 a 35% limo) que permita una buena circulación de aire y agua.

En cuanto a la topografía, se prefieren planos o ligeramente ondulados, para que las labores de cultivo, control de plagas y enfermedades y la cosecha, se realicen con mayor facilidad. En terrenos con pendientes de un 10 a 25% se deben hacer terrazas individuales para dar un soporte adecuado al árbol y facilitar la aplicación de enmiendas (Arias y Calvo, 2014).

3.10. *Trichoderma harzianum*

3.10.1. Generalidades

Según EC-ORGANICS (2008), *Trichoderma* spp. es un hongo anaeróbico facultativo que naturalmente se encuentra en el suelo en poblaciones representativas. El hongo se encuentra muy distribuido en el mundo y naturalmente se presenta en diferentes hábitats, especialmente los que contienen una buena cantidad de materia orgánica o desechos vegetales en descomposición. Su desarrollo se ve favorecido por la presencia de altas densidades de raíces, las cuales son colonizadas rápidamente por estos microorganismos.

Uno de los mecanismos interesantes de *Trichoderma* spp. es tomar los nutrientes de los hongos (a los cuales degrada) y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia orgánica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este microorganismo es bastante alta, por esto es capaz de establecerse en el suelo y controlar enfermedades; probablemente sea el hongo beneficioso más versátil y polifacético que abunda en los suelos.

3.10.2. *Trichoderma* como agente de control biológico

Suarez *et al.*, (2009), mencionan que el control biológico puede ser definitivo como la reducción del inoculo o de la actividad de un patógeno mediante la acción natural de uno

o más microorganismos a través de la manipulación del ambiente, del hospedero, del antagonista o por una introducción masiva de uno o más microorganismos.

Valencia (1998), afirma que esta forma de control ha tomado importancia en los últimos años, fundamentándose principalmente en la selección de organismos del suelo con propiedades antagónicas sobre organismos que generan enfermedades en las plantas.

Cárdenas (2010), aduce que el uso de *Trichoderma harzianum* como agente de control biológico se da por la identificación precisa, adecuada formulación y estudios acerca de los efectos sinérgicos de sus mecanismos de biocontrol, además porque presenta otras características tales como ubicuidad, facilidad para su aislamiento y cultivo, rápido crecimiento en un gran número de sustratos y porque no afecta a las plantas superiores.

Según Betancourt (1997), en estudios realizados empleando cepas de *Trichoderma* frente al fitopatógeno *Fusarium oxysporum*, en este trabajo se observó que el porcentaje de protección en preemergencias de las semillas de tomate fue el equivalente al 66,94 % contra este tipo de fitopatógeno al compararse con el control.

Cárdenas (1999), en estudios de investigación encontró que los porcentajes de control frente a fitopatógenos de *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum*, en cultivos en post-emergencia de tomate demostraron la eficiencia de esta cepa como agente biocontrolador.

3.10.3. Características

Según la FAO (2011), *Trichoderma harzianum* es un hongo mico-parasito. Este hongo crece y se ramifican típicas hifas que pueden oscilar entre 3 y 12 cm de diámetro, según las condiciones del sitio en donde se esté reproduciendo. La esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares de color verde generalmente tienen 3 a 6 cm de diámetro.

3.10.4. Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de *Trichoderma harzianum* es la siguiente:

Tabla 3. Clasificación taxonómica de *Trichoderma harzianum*

Súper Reino:	Eucariota
Reino:	Fungi
División:	Ascomycota
Subdivisión:	Pezizomycotina
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	Hypocreaceae
Género:	<i>Trichoderma</i>
Especie:	<i>Harzianum</i>

Fuente. Martínez (2007)

3.10.5. Descripción

Rivas (2001), afirma que el hongo *Trichoderma* se describe de la siguiente manera:

Colonias: esta especie forma colonias flojas o compactas, pudiendo presentarse numerosas variaciones entre estos dos extremos; pueden presentarse estas características sobre una misma colonia; la compactación de colonias está relacionada con la estructura de los conidióforos.

Micelio: el micelio se encuentra constituido por hifas hialinas, septadas de paredes lisas y con abundante ramificación.

Clamidosporas: están presentes en muchas especies, siendo intercalares u ocasionalmente terminales o se desarrollan sobre una ramificación lateral de una hifa corta, globosa o elipsoidal, incolora y de pared lisa.

Conidióforos: estos son cónicos o piramidales poseen una estructura compleja, caracterizada por una abundante ramificación lateral corta, individualmente o en grupos de tres, otros se colocan hacia afuera, alejados de las ramificaciones laterales.

Esporas: son fialosporas producidas individualmente o sucesivamente acumuladas en el ápice de las fialides, conformando una cabeza de esporas cuyo diámetro es inferior a 15 mm, raramente pueden estar en cadenas cortas; pueden ser lisas o de pared rugosa, hialinas o verde amarillentas a verde oscuras; a veces con apariencia angular, ocasionalmente truncada en su base.

3.10.6. Mecanismo de acción

Para Michel (2001), estos hongos hiperparásitos actúan por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos anti fúngicos, enzimas hidrolíticas y micoparasitismo, además produce sustancias promotoras de crecimiento de las plantas, la aplicación directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos.

EC-ORGANICS (2011), menciona que parte de su destreza para colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma* ha desarrollado formas de acción como:

3.10.6.1. Micoparasitismo

El desarrollo de las hifas de *Trichoderma* spp., es directo hacia las hifas patógenas, mismas que sujeta, penetra y extrae los nutrimentos provocando daños parciales en las zonas que permanecieron en contacto con el antagonista.

3.10.6.2. Antibiosis

Libera compuestos antibióticos y compuestos enzimáticos extracelulares que inhiben el desarrollo de hongos fitopatógenos.

3.10.6.3. Competencia

Por espacio y durante su establecimiento aprovecha todos los nutrientes disponibles.

Donoso *et al.*, (2008), comenta que las plantas disponen de varias vías y mecanismos para resistir el ataque de diversos patógenos. Aunque algunas veces el patógeno supera la propia defensa vegetal, produciendo una infección muy difícil de combatir, es posible aumentar las defensas de la planta frente a dichos agentes patógenos.

El uso de *Trichoderma harzianum* como agente de biocontrol es mayoritariamente preventivo, ya que, si todavía no ha habido ataque, la planta está preparada y protegida para impedir la infección fúngica, y si ésta se ha producido ya, la acción del hongo *Trichoderma* proporciona a la planta una ayuda fundamental para superar dicha infección, llegando en algunos casos a controlarla.

- El micoparasitismo se considera como un atributo de todas las especies de *Trichoderma* spp., y el mejor mecanismo de control biológico de distintas enfermedades fúngicas.
- En el proceso de destrucción de los patógenos por el hongo *T. harzianum*, intervienen una gran cantidad de enzimas que son capaces de segregar sustancias antibióticas.
- El mecanismo de “competencia” que poseen algunas cepas de *Trichoderma* se considera esencial para la prevención de enfermedades, pues la zona colonizada no podrá ser ocupada por ningún patógeno.
- Debido al aumento de crecimiento de las raíces que se genera por la secreción de fitohormonas, existe una mejora en la tolerancia al estrés hídrico.
- En algunos casos se especula la capacidad de solubilidad de algunos nutrientes minerales como zinc o fósforo, escasamente solubles o insolubles.
- Es efectivo empleado como aditivo a turbas empleadas en semilleros, o aplicada directamente en trasplantes, plantas de maceta o invernaderos.
- Puede reducir el uso de plaguicidas limitando el ataque de enfermedades de raíz y ofrecer protección a largo plazo para los trasplantes en campo.

Actualmente, se están llevando a cabo diversas experiencias de aplicación directa en campo, tanto en hortícolas como en extensivos, y en aplicaciones directas al suelo y en pulverizaciones sobre parte vegetativa, pues el hongo *T. harzianum* parece producir un efecto beneficioso tanto por el sistema radicular, como por la parte aérea de la planta. Con esto se consigue el control de enfermedades como la podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de la fresa.

También se están llevando a cabo ensayos en céspedes de jardines, pues se ha comprobado que aparte de ser una barrera protectora contra patógenos de las raíces, y tener cierta eficacia a la hora de suprimir enfermedades como la *Sclerotinia* spp, *Pythium* spp y *Rhizoctonia* spp, mejora el estado general del césped.

Locket *et al.*, (1994), mencionan que ensayos llevados en campo en cultivos de crisantemo, observaron que la aplicación de *Trichoderma* controló a un buen número de hongos del suelo utilizado como un agente de biocontrol para la protección de enfermedades de las plantas, raíces, semillas y de frutas.

Aceves *et al.*, (2001), indican que *Trichoderma harzianum* es un hongo filamentoso considerado como un potente agente de control biológico. Presenta un amplio espectro antagonista hacia fitopatógenos de cultivos de interés comercial (papa, tomate, ajo, fresa, uva, pepino, y algodón).

Ávila *et al.*, (1991) aducen que el control de hongos fitopatógenos a través del empleo de biopreparados a base de *Trichoderma*, *Penicillium* y otros hongos, es uno de los métodos utilizados en el manejo integrado de plagas y enfermedades.

3.10.7. Beneficios

De acuerdo a LABIOTEC (2009), *Trichoderma harzianum* es un hongo antagonista de patógenos vegetales, y se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de plantas, a las cuales coloniza rápidamente. Algunas cepas, son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan. Su aplicación, una vez formulado el producto, es fácil, pues puede añadirse directamente a las semillas o al suelo, semilleros, trasplantes, bandejas y plantas de maceta, empleando cualquier método convencional.

Trichoderma harzianum tiene excelentes propiedades para el control biológico como se menciona en los siguientes puntos:

- Protege las raíces de enfermedades causadas por *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* y permite el crecimiento de raíces más fuertes y un sistema radicular más sano.
- Aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico.
- No requiere equipamiento especial para su aplicación.
- Compatible con inoculantes de leguminosas y posibilidad de aplicar a semillas que han sufrido un tratamiento fungicida químico.
- Disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos y reduciendo el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y las utilizan mejor.

Indar *et al.*, (1994), alegan que en algunos casos la aplicación de *Trichoderma* estimula el crecimiento de la planta. Estos efectos se han observado en vegetales (pepino, fréjol y pimiento).

La estimulación de crecimiento de las plantas por *Trichoderma* puede atribuirse al control de fitopatógenos menores, a la producción de hormonas, producción de vitaminas, y conversión de nutrientes (zinc, magnesio y el potasio) en el suelo. Estos nutrientes se encuentran en una forma no asimilable, lo cual el *Trichoderma* logra hacerlos asimilables para la planta.

3.11. El vivero

Mejía y Palencia (2003), denominan vivero al área delimitada de terreno debidamente adecuada que tiene como propósito fundamental la multiplicación y producción de plantas vigorosas, libre de enfermedades y con características fenotípicas y genotípicas únicas, hasta el momento que estén en condiciones para ser plantadas en el sitio definitivo.

Un vivero exige un manejo técnico que garantice una certificación, un excelente estado fitosanitario, y que además esté debidamente respaldado por un equipo administrativo con recursos económicos suficientes y oportunos. De acuerdo con la permanencia de las plantas, hay dos tipos de vivero: temporales y permanentes (Mejía y Palencia, 2003).

La permanencia de las plántulas dentro del vivero depende del desarrollo de las mismas, Quirós (1989) recomienda que sea a los 3 meses; Moreno (1977), Miñoso 1978 citado por Gonzales (1989) manifiestan que las plántulas han de tener de 4 a 5 meses, Gonzales (1989) determinó que las plantas no deben de pasar de 5 meses en el vivero.

Mejía y Arguello (2000), recomienda que el vivero debe tener por lo menos 80% de sombra y que este localizado cerca de una fuente de agua. Cuando las plántulas lleven 1.5 meses es conveniente separar las bolsas, para que se vigoricen y se desarrollen mejor.

3.12. Producción de rambután en vivero

3.12.1. Propagación

3.12.1.1. Reproducción sexual (semilla)

Arias y Calvo (2014) señalan que la semilla germina entre los 9 y los 25 días después de ser plantada. Se debe remover el arilo y colocar la semilla con la parte más ancha hacia abajo para garantizar el desarrollo de la raíz. La semilla una vez sacada del fruto no es recomendable secarle al sol ni en hornos y debe sembrarse inmediatamente, máximo un día después de ser extraída, ya que pierde su poder germinativo rápidamente conforme se seca el embrión, tanto así que una semana después de ser extraída, el porcentaje de germinación ha disminuido un 50 a 60%.

Es usual la propagación por semilla, pero con ello se obtenía una gran diversidad de frutos, por lo que las plantaciones producto de esta práctica de reproducción, resultaron muy heterogéneas. Además, con esta práctica no todos los arboles producen frutos y los que sí, la calidad algunas veces resulta muy baja (Arias y Calvo 2014).

3.12.1.2. Reproducción asexual (vegetativa)

Arias y Calvo (2014), menciona que la propagación vegetativa es la manera más recomendada de propagación, ya que de esta forma todas las plantas producirán frutos y se garantiza uniformidad en la plantación.

Arias y Calvo (2014), alude que este tipo de propagación vegetativa se puede realizar por acodo, estaca o por injerto. La propagación por medio de acodo se utilizó mucho en el pasado; sin embargo, no es el método más adecuado debido a que los arboles carecen de la raíz pivotante, la cual proporciona un anclaje más profundo, evitando el volcamiento. Por tal razón el método idóneo para la propagación es por medio del injerto. Sin embargo, este procedimiento requiere de cuidados, entre ellos debe prepararse el material y el primer paso es hacer el semillero de los patrones o porta injerto.

3.13. Importancia del sustrato en las bolsas

3.13.1. Sustrato

Braudeau (1975), citado por (Sánchez, 1981), menciona que el sustrato es el responsable del normal desarrollo de las raíces de las plantas. Las propiedades físicas del suelo tienen la responsabilidad del transporte del aire, calor, agua y de las sustancias solubles; las propiedades químicas deben de considerarse, pero son las físicas las que juegan un papel fundamental como la textura, estructura y drenaje.

Los sustratos para el llenado de las bolsas deben utilizarse con los materiales que existen en el sector. Arias y Calvo (2014), recomienda una base de tierra fértil, a la cual se agrega cascarilla de arroz y abono orgánico. Una proporción de las partes a usar puede ser la siguiente:

Tabla 4. Materiales para el llenado de bolsas

Materiales	cantidad de porcentaje
Tierra fértil de montaña preferiblemente	60
Abono orgánico bien descompuesto	20
Cascarilla de café o cascarilla de arroz	20
Total	100

Fuente: Arias y Calvo (2014)

Este sustrato debe ser desinfectado previo al llenado de las bolsas con algún producto autorizado o ser sometido a un proceso de solarización por 3 semanas antes de usarse. Esto para evitar daños por hongos del suelo del género *Corticium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* principalmente (Arias y Calvo 2014).

4. LOCALIZACIÓN

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental de Sapecho, administrada por la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, situada a 270 km al norte de la ciudad de La Paz, en la localidad de Sapecho de la región de Alto Beni.

Elbers (1995) menciona que la región de Alto Beni está ubicada al noreste del Departamento de La Paz en las provincias Sud Yungas, Caranavi y Larecaja, extendiéndose entre los ríos Cotacajes y Santa Elena hasta la confluencia de los ríos Kaka y Alto Beni.

4.1. Ubicación

Geográficamente, la región de Sapecho se encuentra ubicado entre 15° 32' 54.4" Latitud Sud y 67° 19' 47.8" Longitud Oeste (Figura 1) a una altitud de 450 m.s.n.m. (IGM, 2008).

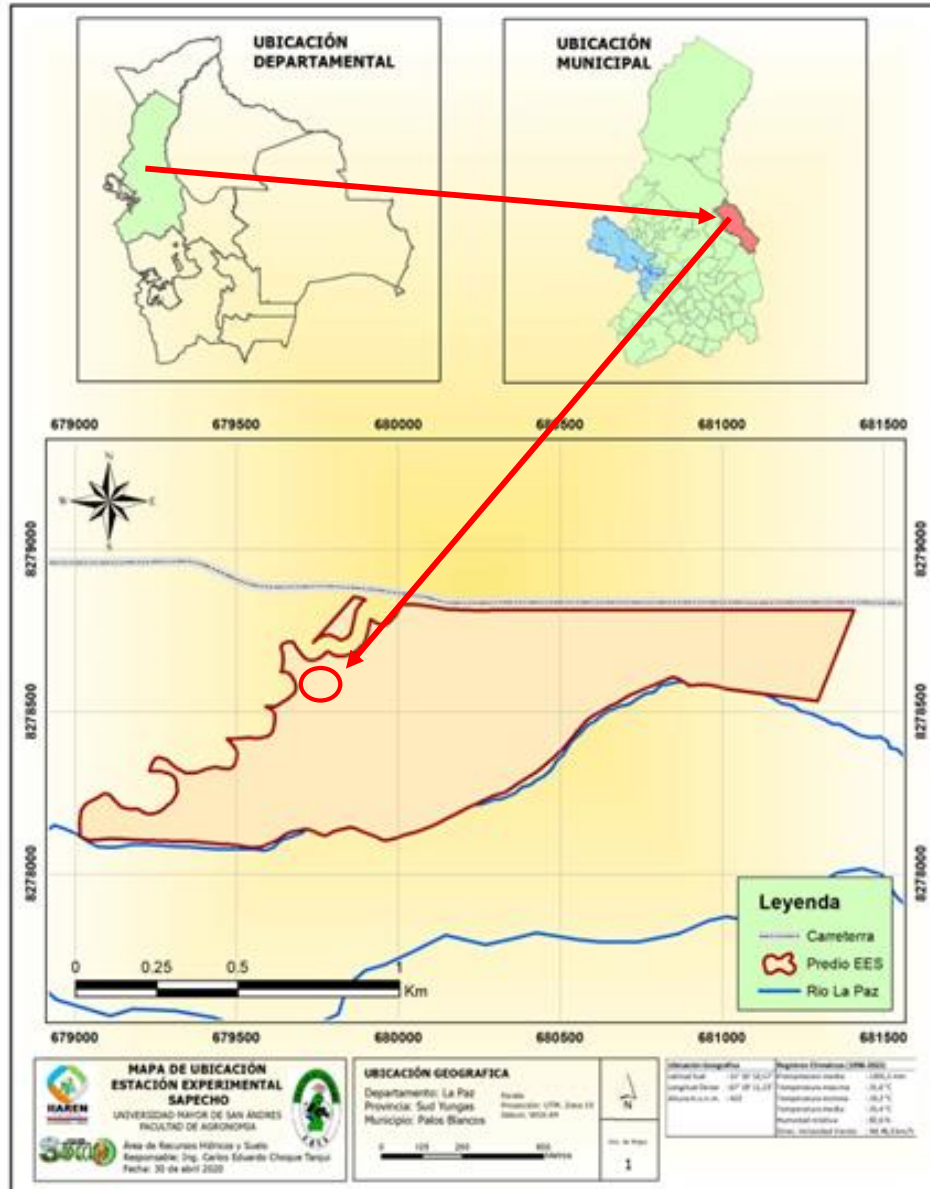


Figura 1. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Sapecho

Fuente: Choque (2020)

4.2. Características ecológicas

4.2.1. Características climatológicas

Según el SENAMHI (2010), la región de Alto Beni presenta un clima cálido y húmedo, con amplias variaciones estacionales, la temperatura promedio es de 26 °C. con un promedio máximo de 33 °C. y un mínimo promedio de 19 °C. las bajas temperaturas

llegan entre los meses junio y julio llegando a valores menores de 13 °C. La precipitación pluvial media anual varía entre 1300 a 1600 mm/año y la Humedad Relativa en promedio es del 79%.

4.2.2. Características fisiográficas

La fisiografía de Alto Beni, esta descrita como un paisaje de grandes serranías y colinas, y valles con una topografía de ondulada a muy ondulada y sus suelos en términos generales presentan una capa de suelo muy cultivable el cual es muy delgada y están constituidos por una mezcla de tierra vegetal y pizarra que se originan de rocas sedimentarias, terciarias, originados de suelos aluviales que dan lugar a la formación de areniscos, cuarcitas, calcáreas y arcillas (Elbers, 1995).

La Estación está dotada de una gran diversidad de especies vegetales introducidas por el IBTA que en la actualidad están expandiendo a toda la zona, entre los más sobresalientes están los cultivos de Cacao, Café, Cítricos, Bananales, especies forestales y variedades frutales exóticas, que aún se están introduciendo con pruebas previas de ambientamiento u otros, siempre viendo que no se alteren el ecosistema de la región.

5. MATERIALES Y METODOLOGIA

5.1. Materiales

5.1.1. Material vegetal

- Se trabajó con plantines de rambután con 1 mes de crecimiento producidos en el vivero de la Estación Experimental de Sapecho.
- Cepas de *Trichoderma harzianum* obtenidas del laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la ciudad de La Paz.

5.1.2. Material de campo

- Machete
- Pala
- Azadón
- estacas
- Cinta
- Letreros
- Tejido de alambre
- Vernier digital
- Flexómetro
- Baldes
- Regadera
- Trasalinea 30 cm.
- Planilla de datos
- Bolsas plásticas
- Balanza de precisión
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Probeta graduada de 100 ml

5.1.3. Material de gabinete

- Material de escritorio

- Computadora
- Planillas de evaluación

5.2. Metodología

5.2.1. Diseño experimental

Para el estudio el análisis estadístico se aplicó un diseño Completamente al Azar (DCA), (Dosis de *Trichoderma*), con 3 tratamientos y 1 testigo absoluto con 4 repeticiones, haciendo un total de 16 Unidades Experimentales. Cada unidad experimental contó con 20 plantines, haciendo un total de 320 plantines,

El factor en estudio fue el siguiente:

Factor: Dosis de *Trichoderma*

T1 = Tratamiento 1: 120% de *Trichoderma harzianum*

T2 = Tratamiento 2: 100% de *Trichoderma harzianum*

T3 = Tratamiento 3: 80% de *Trichoderma harzianum*

T4 = Testigo: 0% de *Trichoderma harzianum*

5.2.1.1. Tratamientos

Las combinaciones de los 3 tratamientos, 1 testigo y las 4 repeticiones se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 5. Formulación de los tratamientos

Tratamiento	Repetición	Combinación de los tratamientos	Código
T1	R1	Tratamiento 1/ Repetición 1	T1R1
T1	R2	Tratamiento 1/ Repetición 2	T1R2
T1	R3	Tratamiento 1/ Repetición 3	T1R3
T1	R4	Tratamiento 1/ Repetición 4	T1R4
T2	R1	Tratamiento 2/ Repetición 1	T2R1
T2	R2	Tratamiento 2/ Repetición 2	T2R2
T2	R3	Tratamiento 2/ Repetición 3	T2R3
T2	R4	Tratamiento 2/ Repetición 4	T2R4
T3	R1	Tratamiento 3/ Repetición 1	T3R1
T3	R2	Tratamiento 3/ Repetición 2	T3R2
T3	R3	Tratamiento 3/ Repetición 3	T3R3
T3	R4	Tratamiento 3/ Repetición 4	T3R4
T4	R1	Tratamiento 4/ Repetición 1	T4R1
T4	R2	Tratamiento 4/ Repetición 2	T4R2
T4	R3	Tratamiento 4/ Repetición 3	T4R3
T4	R4	Tratamiento 4/ Repetición 4	T4R4

Fuente: La autora

5.2.2. Modelo lineal aditivo

De acuerdo con Vicente (2001) el modelo lineal aditivo para un diseño completamente al azar (DCA) es el siguiente.

Tabla 6. Modelo lineal (DCA)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$... tratamientos.

$j = 1, 2, 3, \dots, n$... observaciones.

Y_{ij} = La j -ésima observación del i -ésimo tratamiento.

μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio de variación.

Las características del área experimental fueron las siguientes:

Tabla 7. Características del área experimental

Características del ensayo:	
Área total	11.78 m ²
Entre pasillos	0.60 m
Entre unidades experimentales	0.30 m.
Datos:	
Unidades experimentales	16
Tratamientos	4
Repeticiones	4
Distribución:	
N° de plantines por tratamiento	20
Características de una unidad experimental:	
Área total	0.08 m ²
Medida de las bolsas polietileno	0.008m ²

5.2.3. Croquis del área experimental

Para el trabajo experimental se distribuyeron las unidades experimentales al azar, consiste en enumerar los elementos de la población y seleccionar al azar los elementos que integran la muestra, como se muestra en la (Figura 2).

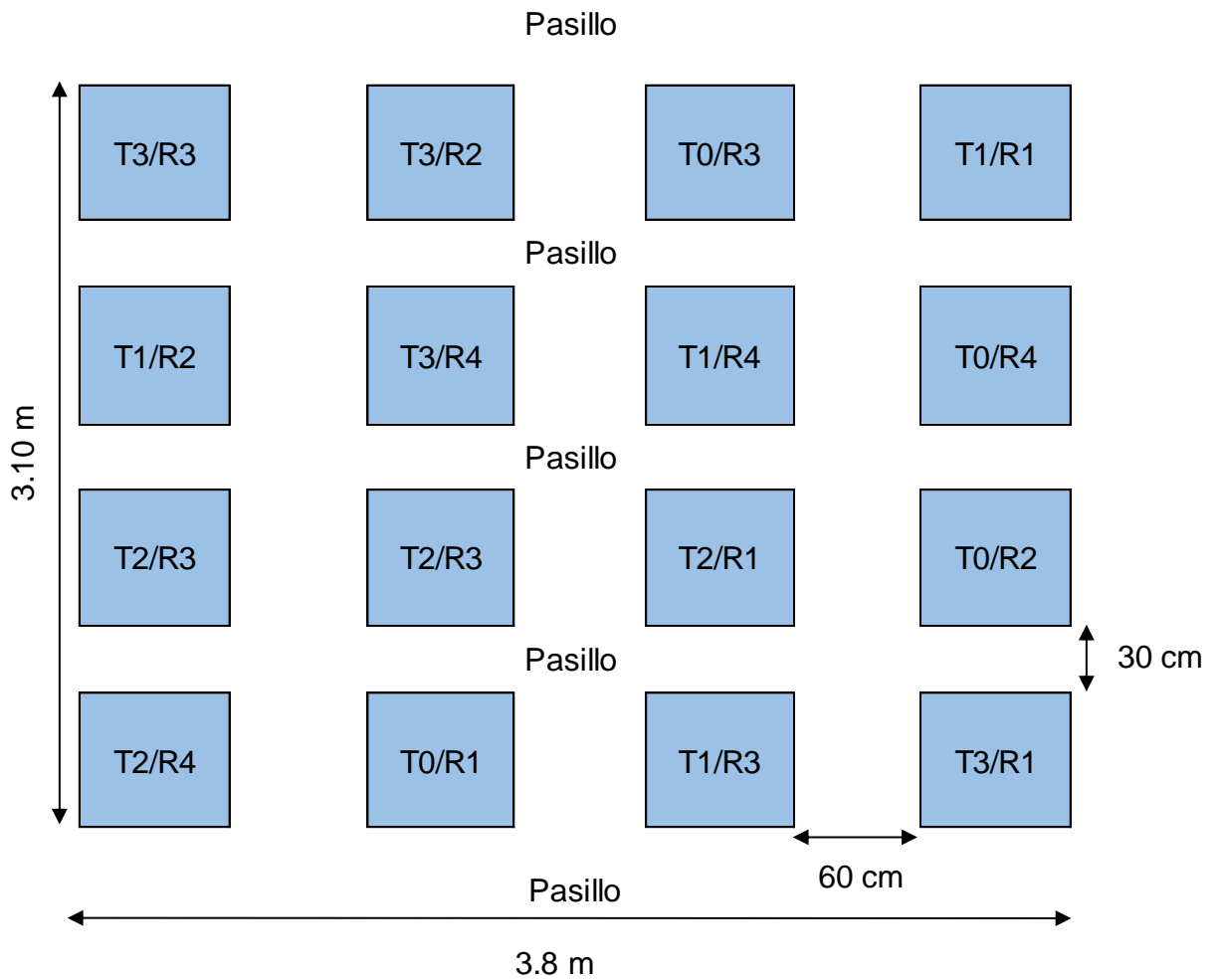


Figura 2. Diseño general del croquis experimental

Para las unidades experimentales se procedió la siguiente metodología de toma de datos para toda el área experimental como se muestra en la (Figura 3).

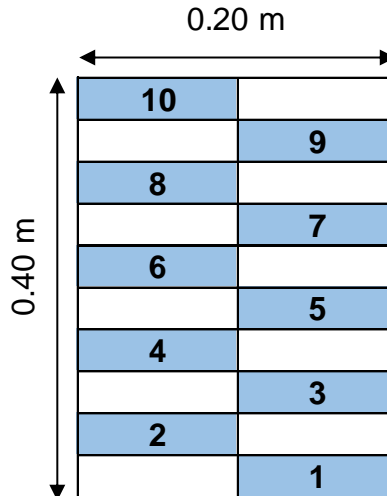


Figura 3. Diseño de la unidad experimental y metodología de toma de datos

5.2.4. Análisis estadístico

Los datos registrados para cada uno de los componentes en estudio se sometieron al Análisis de varianza (ANVA) y del coeficiente de variación (CV) más un análisis de comparación de medias mediante Duncan al 5% con uso del software Infostat.

5.3. Procedimiento experimental

En la presente evaluación se realizó los siguientes pasos:

5.3.1. Aislamiento de los plantines de Rambután del vivero

Se realizó el aislamiento de 320 plantines de rambután de 1 mes de crecimiento desde su siembra, fueron separadas del resto de los plantines a otro sitio asignado (área experimental) para su respectiva evaluación en el vivero. Además, se observó la afectación de los plantines con el hongo *Botryodiplodia* en su área inicial de producción.

Se ejecutó con el propósito de reducir la afectación del hongo, al mismo tiempo, para favorecer el crecimiento de los plantines en evaluación.



Figura 4. Plantines afectados por el hongo *Botryodiplodia*.

5.3.2. Establecimiento de la Parcela Experimental

Para la creación del área se realizó un desmalezado manual con machete y azadón, y la nivelación del terreno, la limpieza se realizó con el rastrillo dejando completamente limpio el terreno, se rellenó con tierra para homogenizar el terreno. Preparado el terreno se dispuso de estacas de árboles cortados longitudinalmente, se instaló considerando las dimensiones del vivero, para lo cual se colocaron las estacas cada metro, alambre tejido inoxidable, sujetándolos con lana y cuerdas, dando así mayor firmeza al armado.



Figura 5. Establecimiento de la parcela experimental

5.3.3. Instalación de los plantines

Para la instalación de la parcela en evaluación los 4 tratamientos y sus 4 repeticiones sumando 16 unidad experimental, se conformó haciendo bolillos con los respectivos códigos y se prosiguió a designar su lugar a cada unidad experimental utilizando como base el método completamente al azar.



Figura 6. Instalación de los plantines

5.3.4. Labores culturales

5.3.4.1. Control Fitosanitario

Dependiendo el grado de ataque y previo monitoreo visual se realizó el respectivo manejo de plagas.

5.3.4.2. Control de malezas

Se realizó manualmente las deshierbas en las bolsas y en los pasillos se realizó de forma mecánica con un azadón dependiendo del grado presentado.

5.3.4.3. Riegos

Se realizó riego diario con la ayuda de una manguera, fueron ligeros y frecuentes, en base a las necesidades del cultivo.

El agua con que se regó es agua potable, procedido del pozo de la comunidad de Sapecho.

5.3.5. Aplicación de *Trichoderma*

El bioproducto *Trichoderma harzianum* se obtuvo del laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía, ubicado en la ciudad de La Paz.

Las aplicaciones de *T. harzianum* se realizaron considerando el peso seco y con aplicación directamente al sustrato de cada planta con intervalos de 15 días hasta finalizar la investigación con las siguientes relaciones: al 120 % se aplicó 16.2 gramos en 4 litros de agua solución total para 80 plantines aplicando 50 ml por plantin, al 100% se aplicó 13,6 gramos en 4 litros de agua solución total para 80 plantines aplicando 50 ml por plantin, y para la dosificación al 80 % se aplicó 10.88 gramos en 4 litros de agua solución total para 80 plantines aplicando 50 ml por plantin, finalmente un testigo absoluto T0 sin aplicación.

Las dosis aplicadas de *Trichoderma harzianum* se determinaron tomando en cuenta a Cadena *et al.*, (2021) donde señalan que para una mochila de 20 litros de agua se debe añadir 200 gramos peso fresco y 68 gramos peso seco producidos en granos entero de arroz de lo que representa el 100%.

En la siguiente tabla muestra la concentración de *Trichoderma harzianum* para 4 litros de agua partiendo de las recomendaciones de (Cadena *et al.*, 2021).

Tabla 8. Determinación de la concentración de *Trichoderma harzianum*

TRAT	Ingrediente	Dosis <i>Trichoderma</i> seco 68 gr/100% 20 litros	Concentración de <i>Trichoderma</i> gr/20 litros	Concentración de <i>Trichoderma</i> gr/4 litros
T1	<i>Trichoderma harzianum</i>	120%	82gr	16.2 gr
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	100%	68 gr	13.6 gr
T3	<i>Trichoderma harzianum</i>	80%	54.4 gr	10.88 gr
T4	<i>Trichoderma harzianum</i>	0%	0	0

Fuente: La autora

5.4. Variables de respuesta

5.4.1. Altura de planta (cm)

Esta variable se evaluó a partir del cuello de la base del tallo hasta el ápice superior de la hoja utilizando un flexómetro graduado en centímetros. La primera evaluación se realizó a los 15 días después de la aplicación de *T. harzianum*, hasta que presentaran el tamaño óptimo.

5.4.2. Diámetro del tallo (mm)

De la misma manera la medición de diámetro de tallo se evaluó simultáneamente durante la evaluación de altura de planta con un vernier digital medido en milímetros, en el cuello de la raíz.

5.4.3. Número de hojas

El registro de número de hojas, se realizó bajo el criterio de contar todas las hojas al inicio y al final, este conteo se tomó de las plantas en su evaluación.

5.4.4. Área foliar (cm²)

Al no contar con valores de ecuaciones de regresión para el cultivo de rambután el método aplicado para medir área foliar fue en la toma de muestras representativas del cultivo (método destructivo), tomar las hojas, medir y multiplicar largo por ancho de cada hoja, el resultado multiplicarlo por el factor, sumar los valores obtenidos de cada hoja por planta y promediar los resultados.

Para la determinación del área foliar se empleó la metodología de Ruiz-Espinoza *et al.*, (2007), se tomaron al azar n=100 hojas del área experimental al finalizar la investigación, de estas se realizaron el muestreo simple aleatorio recolectando las mismas en tres estratos de la planta (superior, intermedio y basal), ya que las hojas superiores en el cultivo de rambután son las más jóvenes, las del estrato intermedio son de edad intermedia y las hojas maduras se localizan en la parte basal de la planta. Una vez muestreadas las hojas, se le determinó el largó (L, en cm), ancho (A, en cm) y el área foliar (AF; en cm²).

Para determinar las ecuaciones de regresión las hojas recolectadas se mezclaron de tal manera que los datos de las ecuaciones resultantes estaban representados por los tres estratos, los datos (AF, L y A) se agruparon en pares de datos para su posterior procesamiento. El primer par fue largo contra el área foliar, el segundo par, ancho contra área foliar, el tercer par estuvo conformado por el producto entre largo y ancho contra área foliar. Posteriormente se calcularon las correlaciones y los diagramas de dispersión para observar las tendencias, así como el cálculo de las ecuaciones de regresión lineal.

La ecuación de regresión óptimo para estimación de área foliar se muestra en la (Tabla 9), indica que la ecuación de largo por ancho contra área foliar, resulta ser válida para la estimación de área foliar de rambután a partir de los valores largo y ancho de la hoja, lo cual permite efectuar la estimación de la cobertura foliar, indicador básico para estudios ecofisiológicos y de bioproductividad bajo condiciones de vivero en esta especie.

Tabla 9. Modelo de regresión para estimar el área foliar (AF) con base en el ancho (A) y largo (L) de la hoja de rambután

CULTIVO	ECUACION DE REGRESION
Rambután	0.6964*LA+0.8795

R² = 0.9619

Fuente: La autora

Para calcular el área foliar de cada tratamiento la medición de las hojas se realizó con una regla metálica medido en centímetros, midiendo el largo y ancho de la hoja y posteriormente se reemplazaron los valores en la ecuación de regresión mencionada.

5.4.5. Severidad

Para esta variable se realizó una escala diagramática 0%-100% de las mismas hojas afectadas del cultivo para cuantificar la severidad del hongo *Botryodiplodia* en las hojas de rambután mostradas en la figura 5.

Mora *et al.*, (2000) señala que los métodos para medir la intensidad de una enfermedad es el uso de escalas logarítmicas diagramáticas es el más ampliamente utilizado. Estas escalas consisten en la representación ilustrada de una serie de plantas o partes de planta mostrando los síntomas de una enfermedad en diferentes grados de severidad (Nascimento *et al.*, 2005) y están basadas en el principio de Weber-Fechner que establece que la agudeza visual del daño es proporcional al logaritmo del estímulo hasta

en un 50% de severidad y a partir de este valor, la relación es inversamente proporcional al logaritmo del estímulo ocasionado por la cantidad de tejido sano restante (Mora *et al.*, 2000).

A nivel de campo el valor máximo de severidad observado fue de 100%, en contraste, el límite inferior resultó con 0% de severidad. Considerando ambos límites, la escala logarítmica diagramática de severidad estuvo constituida por 11 clases, representadas por los siguientes intervalos de 0 (0-0 %), 1 (1-2 %), 2 (3-5 %), 3 (6-11 %) 4 (12-24 %), 5 (25-49 %), 6 (50-74%), 7 (75-87%), 8 (88-93 %) 9 (94-96 %), 10 (97-99 %), 11 (100 %) de área foliar necrosada. De esta forma, se elaboró la siguiente escala (Figura 7):

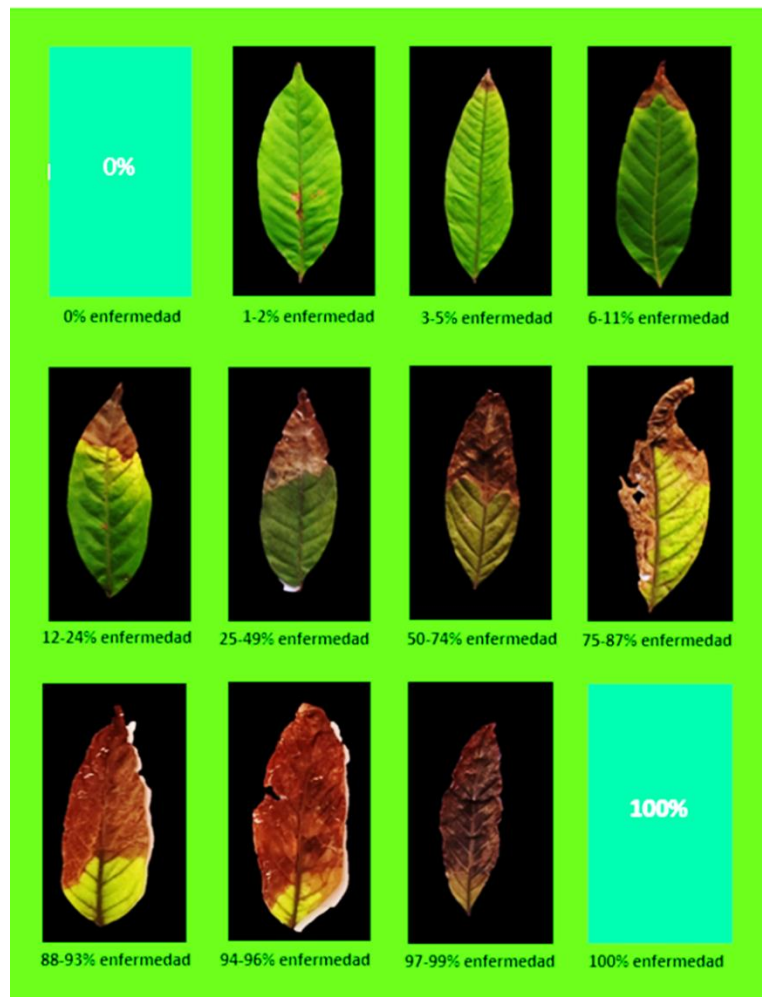


figura 7. Escala diagramática para el hongo Botryodiplodia

Fuente: La autora

5.4.6. Análisis económico

Para el análisis económico, se utilizó el método de los presupuestos parciales establecidos por el CIMMYT (1988), que consistió en obtener para cada tratamiento el total de costos que varían y los beneficios netos para determinar la relación Beneficio/Costo de los tratamientos.

Se tomaron las siguientes variables económicas:

5.4.6.1. Beneficio bruto (BB)

Es llamado también ingreso bruto, es el rendimiento ajustado, multiplicado por el precio del producto (CIMMYT, 1988).

$$BB = R * PP$$

Dónde:

BB = Beneficio Bruto (Bs)

R = Rendimiento Ajustado (Bs)

PP = Precio del producto (Bs)

5.4.6.2. Costos Variables (CV)

CIMMYT (1988) determina que los costos variables son los costos relacionados con los insumos comprados y la mano de obra utilizada para la actividad productiva, que varía de un tratamiento a otro.

5.4.6.3. Beneficio Neto (BN)

Beneficio Neto (BN), Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción (BB), menos los costos de producción (CP).

$$BN = BB - CP$$

Dónde:

BN = Beneficios Netos (Bs)

BB = Beneficios Brutos (Bs)

CP = Costos de producción (Bs)

5.4.6.4. Relación de Beneficio Costo (B/C)

Según CIMMYT (1998) la relación de beneficio/costo es la comparación sistemática previa a una inversión, es decir si es factible realizar o rechazar una inversión en un determinado rubro considerando los costos totales de producción, costos variables, para esto se tiene las siguientes relaciones:

Si el valor de B/C es mayor a 1 = Inversión aceptada

Si el valor de B/C es igual a 1 = Inversión dudosa

Si el valor de B/C es menor a 1 = Inversión rechazada

$$B/C = BB/CP$$

Dónde:

B/C = Beneficio Costo (Bs)

BB = Beneficio bruto (Bs)

CP = Costos de producción (Bs)

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se presenta el análisis físico y químico de los resultados obtenidos de las muestras llevadas al Laboratorio de la Facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA).

6.1. Análisis físico del sustrato

Tabla 10. Determinación de diferentes tipos de textura

TIPO DE TERRENO			
TEXTURA	LIGERO	MEDIO	FUERTE
		Arenosa Arenosa-Franca	Franco-Arenosa Franco-Arcillo-Arenosa Franco-Limosa Franca Limosa

Fuente: USDA

Para Martines 2014, este parámetro influye en la fertilidad del suelo como: en la aireación, capacidad de retención de agua y en la capacidad de retención de nutrientes, también menciona que los terrenos medios presentan propiedades intermedias entre los ligeros y los fuertes y son lo más adecuado para el desarrollo de los cultivos.

Tabla 11. Análisis físico del sustrato

PARAMETROS FÍSICOS			
PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO
Textura	Arena	%	30
	Limo	%	51
	Arcilla	%	19
	Clase textural		Bouyoucos
Densidad real	g/cm ³	Picnómetro	2.258
Densidad aparente	g/cm ³	Probeta	1.051
Humedad gravimétrica	%	Ollas a presión de richard	7.5
Humedad volumétrica	%	Ollas a presión de richard	7.88
Porosidad	%	Probeta, picnómetro	53.45

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA)

De acuerdo a la tabla de interpretación (Tabla 10), la clase textural del sustrato pertenece a tipo de terreno medio como franco-Limoso, intermedias entre los ligeros y los fuertes el cual indica que son los más adecuado para el desarrollo del cultivo de rambután.

6.2. Análisis químico del sustrato

6.2.1. Potencial de hidrogeniones (pH)

Tabla 12. Clasificación en cuanto al valor de pH

CLASIFICACION	pH
Fuertemente ácidos	<5.0
Moderadamente ácidos	5.1 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Mediamente alcalino	7.4 – 8.5
Fuertemente alcalino	>8.5

Fuente: NOM-021SEMARNAT-RECNAT (2000)

García y García (2013), Menciona el pH óptimo del suelo debe variar entre 6.5 y 7.0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad debido que se trata el rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables. Para el caso de rambután Calvo (2014), indica que el pH debe estar en el rango de 5.5. a 6.5 en la capa superficial.

6.2.2. Clasificación de materia orgánica (MO), nitrógeno total, fósforo disponible, potasio intercambiable

Tabla 13. Criterios para evaluar el suelo con base a su contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno total, fósforo disponible, potasio intercambiable

CLASIFICACION	Materia orgánica		N total %	mg/kg de P	Cmol (+) Kg -1
	Suelos Volcánicos	Suelos no volcánicos			
Muy bajo	< 4.0	< 0.5	< 0.05		< 0.2
Bajo	4.1 - 6.0	0.6 - 1.5	0.05 - 0.10	< 15	0.2-0.3
Medio	6.1 - 10.9	1.6 - 3.5	0.10 - 0.15	15 - 30	0.3-0.6
Alto	11.0 - 16.0	3.6 - 6.0	0.15 – 0.25	> 30	> 0.6
Muy alto	> 16.1	> 6.0	> 0.25		

Fuente: NOM021-SEMARNAT RECNAT (2001)

Yáñez y Fahureguy, (2012), La materia orgánica es precursora del humus, el cual tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso.

Al respecto Lliuya, (2015), menciona que el nitrógeno (N), fósforo (P) y el potasio (K) juegan un papel importante para el crecimiento de las plántulas ya que es uno de los elementos esenciales más importantes para la planta, el K actúa en el proceso de la fotosíntesis, en la traslocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas, que además aumenta la resistencia de este a condiciones adversas como pueden ser sequías o presencia de enfermedades, el P juega un papel importante en el desarrollo del sistema radical. El N en el desarrollo inicial de las plántulas.

Tabla 14. Primer análisis químico del sustrato

PARAMETROS QUÍMICOS			
PARAMETRO	UNIDAD	METODO	RESULTADO
pH en H ₂ O relación 1:5	-	Potenciometría	6.1
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	Potenciometría	0.67
Acidez Intercambiable (Al+H)	meq/100g S.	Volumetría	0.44
Magnesio Intercambiable	meq/100g S.	Acetato de amonio IN (Espectrofotómetro de absorción atómica)	3.14
Potasio Intercambiable	meq/100g S.	Acetato de amonio IN (Espectrofotómetro de emisión atómica)	1.90
Nitrógeno total	%	Kjendahl	0.35
Materia orgánica	%	Walkley y Black	5.77
Carbono orgánico	%	Walkley y Black	3.35
Fosforo disponible	Ppm	Espectrofotometría UV-Visible Bray-Kurtz	41.60

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA)

Tabla 15. Segundo análisis químico del sustrato

PARAMETROS QUÍMICOS			
PARAMETRO	UNIDAD	METODO	RESULTADO
pH en H ₂ O relación 1:5	-	Potenciometría	7.16
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	Potenciometría	0.18
Acidez Intercambiable (Al+H)	meq/100g S.	Volumetría	0.37
Magnesio Intercambiable	meq/100g S.	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)	3.23
Potasio Intercambiable	meq/100g S.	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)	2.04
Nitrógeno total	%	Kjendahl	0.33
Materia orgánica	%	Walkley y Black	6.18
Carbono orgánico	%	Walkley y Black	3.58
Fosforo disponible	Ppm	Espectrofotometría UV-Visible Bray-Kurtz	24.40

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA)

En la Tabla 14, se observa el primer análisis del sustrato antes de la aplicación de *Trichoderma harzianum* los resultados encontrados respecto al pH es 6.1 moderadamente ácido, el contenido de materia orgánica presenta 5.77 %, nitrógeno total 0.35 %, fosforo disponible 41.60 Ppm, potasio intercambiable 1.90 meq/100g S. mientras tanto en la Tabla 15, se observa el análisis final del sustrato donde presenta un pH de 7.16 neutro el, materia orgánica de 6.18 %, nitrógeno total 0.33 %, para fosforo disponible 24.40 Ppm, potasio intercambiable 2.04 meq/100g S.

La aplicación de *Trichoderma harzianum* influyo en el aumento de materia orgánica, potasio intercambiable y carbono orgánico.

6.3. Evaluación de la altura de planta

6.3.1. ANVA de la altura de plata durante la fase de evaluación

Análisis de varianza durante la etapa de evaluación, donde se observó el siguiente comportamiento.

Tabla 16. Resumen del análisis de varianza para altura de planta (cm)

Evaluación altura promedio de planta (cm) cada 15 días								
TRAT	DOSIS	0	15	30	45	60	75	90
T1	120% <i>Trichoderma</i>	23.43	25.17	26.85	28.07	30.44	34.44	35.83
T2	100% <i>Trichoderma</i>	22.17	24.19	26.75	27.62	29.97	34.31	36.32
T3	80% <i>Trichoderma</i>	24.10	26.82	27.27	30.28	32.18	38.44	40.79
T4	Testigo	23.10	24.92	27.63	28.76	33.29	37.63	38.48
p-valor Tratamiento		0.4856	0.1297	0.9375	0.4608	0.2519	0.1806	0.1958
R2		0.18	0.36	0.03	0.19	0.28	0.32	0.31
CV		7.42	5.80	8.19	8.46	7.86	8.53	8.87

En la Tabla 16, se muestra el resumen de las diferentes evaluaciones para la variable altura de planta, donde muestra el mayor promedio de la altura de planta hasta a los 90 días es el tratamiento 3 (*Trichoderma harzianum* al 80 %) con un valor de 40.79 cm, seguido del tratamiento 4 testigo con 38.48 cm. En cuanto a las menores alturas, corresponde al tratamiento 2 (*Trichoderma harzianum* al 100 %) con 36.32 cm y el tratamiento 1 (*Trichoderma harzianum* al 120 %) con un valor de 35.83 cm.

Tabla 17. Análisis de varianza para altura de planta (cm) a los 90 días

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	61.76	3	20.59	1.83	0.1958 NS
Error	135.17	12	11.26		
Total	196.93	15			
Coeficiente de Variación		8.87			

NS= No significativo; FV= Fuentes de variación; SC= Suma de cuadrados; gl= Grados de libertad; CM= Cuadrados Medios; F= F Calculado

Mediante el análisis de varianza se observa que no existe diferencias significativas con respecto a la aplicación de diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* a los 90 días, el coeficiente de variación es de 8.87 %, el mismo se encuentra dentro del rango permitido (CV<30) indica la confiabilidad de datos y un buen manejo de las unidades experimentales, por tanto, se acepta la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable altura entre los diferentes tratamientos (Tabla 17).

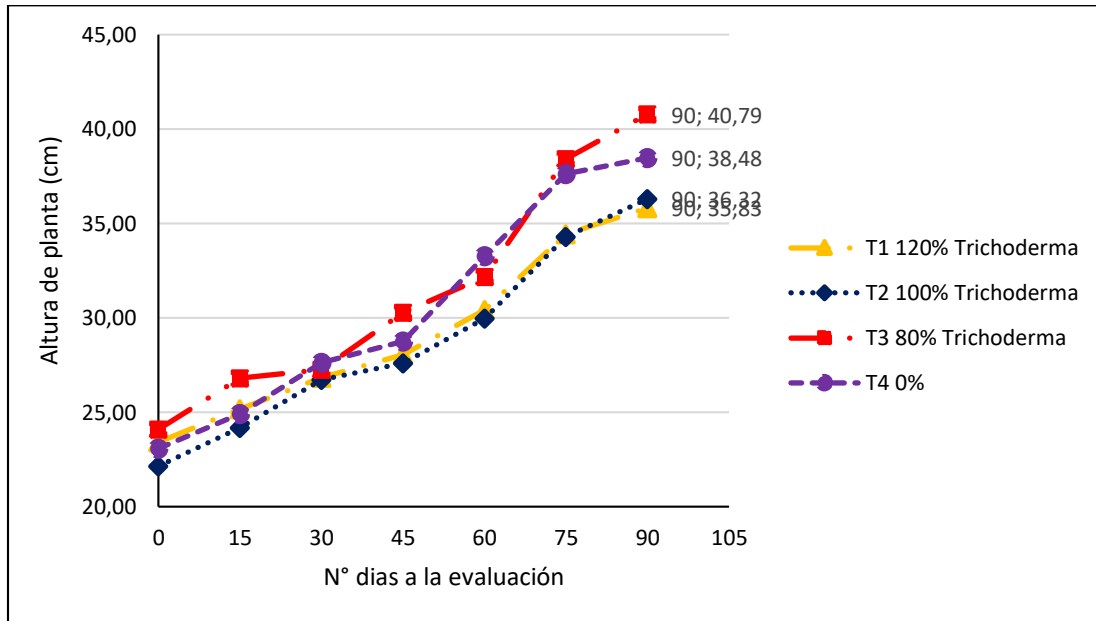


Figura 8. Comportamiento de crecimiento para altura de planta (cm) cada 15 días

En la Figura 8, se observa el efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el comportamiento en la altura de planta cada 15 días en sus diferentes dosis, el cual los tratamientos presentaron un crecimiento de forma sigmoideal demostrando un mejor desarrollo el tratamiento 3 a los demás tratamientos en cada evaluación.

Al respecto Danilo (2009) en su estudio realizado sobre el "efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arábica*) variedad caturra a nivel de vivero" según el análisis de varianza para altura de planta a los 30 y 60 días, tampoco presentó diferencias significativas.

6.4. Evaluación de diámetro de tallo

6.4.1. ANVA de diámetro de tallo durante la fase de evaluación

Tabla 18. Resumen del análisis de varianza para diámetro de tallo (mm)

Evaluación diámetro de planta (mm) cada 15 días								
TRAT	Dosis	0	15	30	45	60	75	90
T1	120% <i>Trichoderma</i>	4.15	4.36	4.43	4.94	5.26	5.82	6.56
T2	100% <i>Trichoderma</i>	4.32	4.47	4.54	5.07	5.34	5.94	6.49
T3	80% <i>Trichoderma</i>	4.21	4.59	4.68	5.20	5.57	6.19	7.06
T4	0%	4.25	4.46	4.52	5.14	5.43	6.05	6.72
p-valor Tratamiento		0.7355	0.4547	0.496	0.4064	0.4633	0.6059	0.1062
R2		0.1	0.19	0.17	0.21	0.19	0.14	0.39
CV		5.2	4.39	5.06	4.3	5.18	6.49	4.75

En la Tabla 18, muestra el resumen de las diferentes evaluaciones para la variable diámetro de tallo, se puede evidenciar el mayor promedio hasta los 90 días es el tratamiento 3 (*Trichoderma harzianum* al 80 %) con un valor de 7.06 mm, seguido del tratamiento 4 testigo con 6.72 mm. En cuanto a menores diámetros, corresponde al tratamiento 1 (*Trichoderma harzianum* al 120 %) con 6.56 mm y el tratamiento 2 (*Trichoderma harzianum* al 100 %) con un valor de 6.49 mm.

Tabla 19. Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) a los 90 días

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	0.30	3	0.10	1.17	0.3608 NS
Error	1.03	12	0.09		
Total	1.33	15			
Coeficiente de Variación		16.54			

NS= No significativo; FV= Fuentes de Variación; SC= Suma de cuadrados; gl= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios; F= F Calculado

Mediante el análisis de varianza se observa que no existe diferencias significativas con respecto a la aplicación de diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* a los 90 días, el coeficiente de variación es de 16.54%, el mismo se encuentra dentro del rango permitidos (CV<30) indicando la confiabilidad de datos y un buen manejo de las unidades

experimentales, por tanto, se acepta la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable diámetro entre los diferentes tratamientos (Tabla 19).

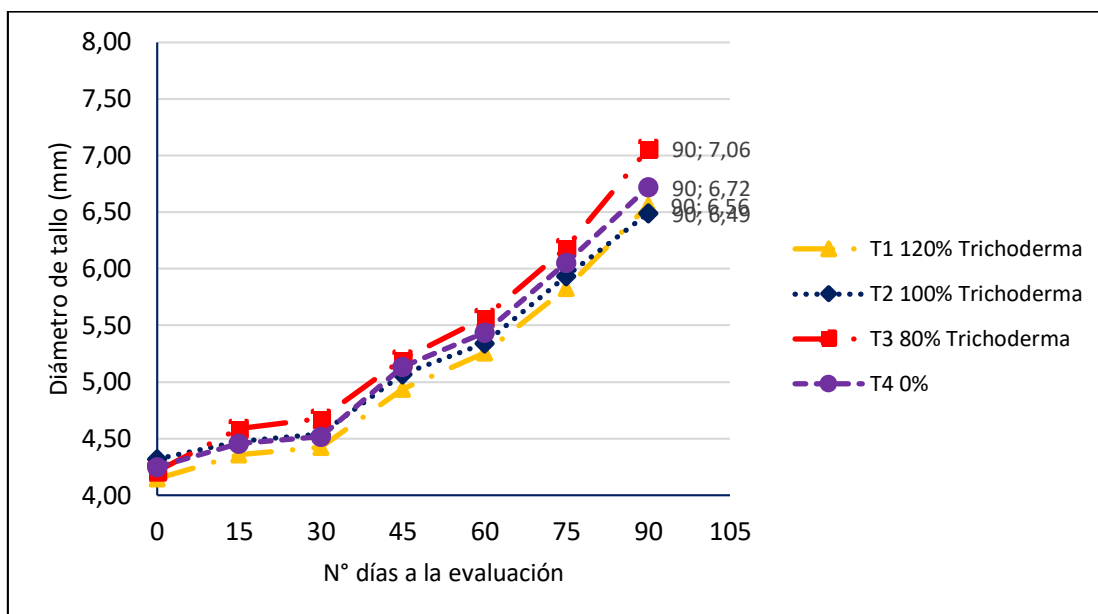


Figura 9. Comportamiento de crecimiento para diámetro de tallo (mm) cada 15 días

en la Figura 9, se observa el efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el comportamiento en el diámetro de tallo cada 15 días en sus diferentes dosis, el cual los tratamientos presentaron un crecimiento de forma sigmoideal demostrando un mejor desarrollo el tratamiento 3 a los demás tratamientos en cada evaluación.

Los resultados para esta variable son coincidentes con lo reportado por Lucas (2016) quien señala que no se reportó significancia a los 60 y 120 días. Igualmente, Danilo (2009) en su estudio realizado "efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arabica*) variedad caturra a nivel de vivero" según el análisis de varianza para diámetro de tallo a los 30 y 60 no presentaron diferencias significativas.

6.5. Número de hojas

Tabla 20. Análisis de varianza para número de hojas

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRAT	94.92	3	2.32	6.02	0.0096 **
Error	63.10	12	2.67		
Total	158.02	15			
Coeficiente de Variación		16.33			

(**) = Altamente significativo; FV= Fuentes de variación; SC= Suma de cuadrados; gl= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios, F= F Calculado.

Según el análisis de varianza para la variable número de hojas se observa diferencias altamente significativas con respecto a las diferentes dosis de aplicación de *Trichoderma harzianum*, al haberse obtenido un valor de $p < 0.01$ ($p = 0.0096$), por tanto, se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable número de hojas entre los diferentes tratamientos (Tabla 20).

El coeficiente de variación es de 16.33 %, valor que indica la confiabilidad de datos y un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 21. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para número de hojas por planta

Tratamientos	Promedio	Duncan al 5%
T3 80% <i>Trichoderma harzianum</i>	16.88	A
T2 100% <i>Trichoderma harzianum</i>	14.65	A
T4 Testigo	14.48	A
T1 120% <i>Trichoderma harzianum</i>	10.15	B

Mediante el análisis de comparación de medias de Duncan al 0.05 % de probabilidad (Tabla 21) con respecto a los tratamientos en estudio (Dosis de *Trichoderma harzianum* al 120%, 100%, 80% y testigo) indica la existencia de dos grupos entre las medias de los diferentes tratamientos.

En la Figura 10 y Tabla 21, se observa con respecto al incremento de número de hojas por planta, el mejor promedio obtenido correspondió al tratamiento T3 *Trichoderma harzianum* al 80% con 16.88 hojas/planta y el menor promedio fue para tratamiento

T1 *Trichoderma harzianum* al 120% con 10.15 hojas/planta. Sin embargo, no existen diferencias entre los tratamientos T3, T2 y T4, mientras que el T1 se diferencia de los otros promedios, contando con el menor promedio de número de hojas en comparación a los otros tratamientos.

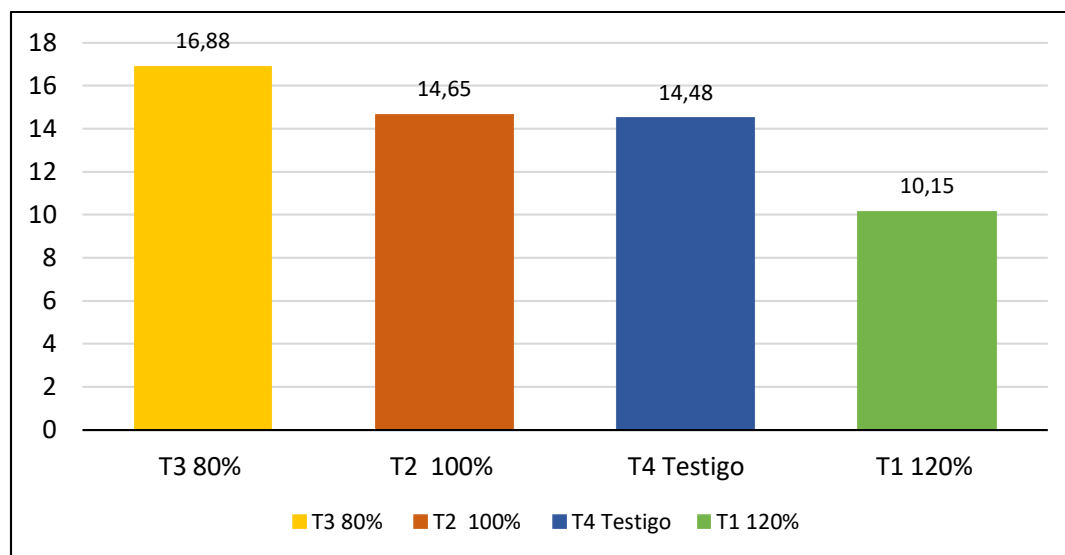


Figura 10. Número de hojas promedio por planta, según tratamientos aplicados

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con Padilla et al., (2020) que mencionan que los valores obtenidos para promedio con o sin aplicaciones de *T. harzianum*, donde indica en términos de porcentaje un incremento de número de hojas del 23%. Igualmente, Cubillos et al., (2011) reportan que la aplicación de *T. harzianum* en plantas de maracuyá, incrementó el número de hojas verdaderas con respecto al testigo. De igual manera Barroso et al., (2019) indican que la aplicación de este microorganismo en plantas de perejil (*Petroselinum crispum*) bajo condiciones de vivero mostró un efecto positivo en la biomasa seca aérea y radical. Por otro lado, García et al., (2012) indican que la aplicación de *Trichoderma* en el cultivo de papa aumentó el número de hojas en comparación al testigo.

6.6. Área foliar

Tabla 22. Análisis de varianza para área foliar

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Dosis	45418.11	3	15139.37	3.55	0.0480 *
Error	51238.64	12	4269.89		
Total	96656.75	15			
Coeficiente de Variación		20.10			

(*) = Significativo; FV: Fuente de variación; SC= Suma de cuadrados; gl= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios; F= F Calculado

Según el análisis de varianza se observa se observa con respecto a las diferentes dosis de aplicación de *Trichoderma harzianum*, una diferencia significativa, habiéndose obtenido un valor de $p < 0.05$. ($p = 0.0480$), por tanto, se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable área foliar entre los diferentes tratamientos (Tabla 22).

El coeficiente de variación para esta variable es del 20.10 % el mismo se encuentra dentro del rango permitido e indica la confiabilidad de datos y un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 23. Prueba Duncan ($\alpha = 0,05$) para área foliar

Tratamientos	Promedios	Duncan al 5%
T3 80% <i>Trichoderma harzianum</i>	405.88	A
T4 Testigo	338.21	A B
T1 120% <i>Trichoderma harzianum</i>	289.31	B
T2 100% <i>Trichoderma harzianum</i>	266.99	B

Mediante el análisis de comparación de medias de Duncan al 0.05 % de probabilidad (Tabla 23), indican que para los tratamientos en estudio (Dosis de *Trichoderma harzianum* al 120%, 100%, 80% y testigo) el T3 se diferencia de los tratamientos T1 y T2, pero no se diferencia estadísticamente del T4. Los tratamientos T1 y T2 son estadísticamente iguales para la variable área foliar.

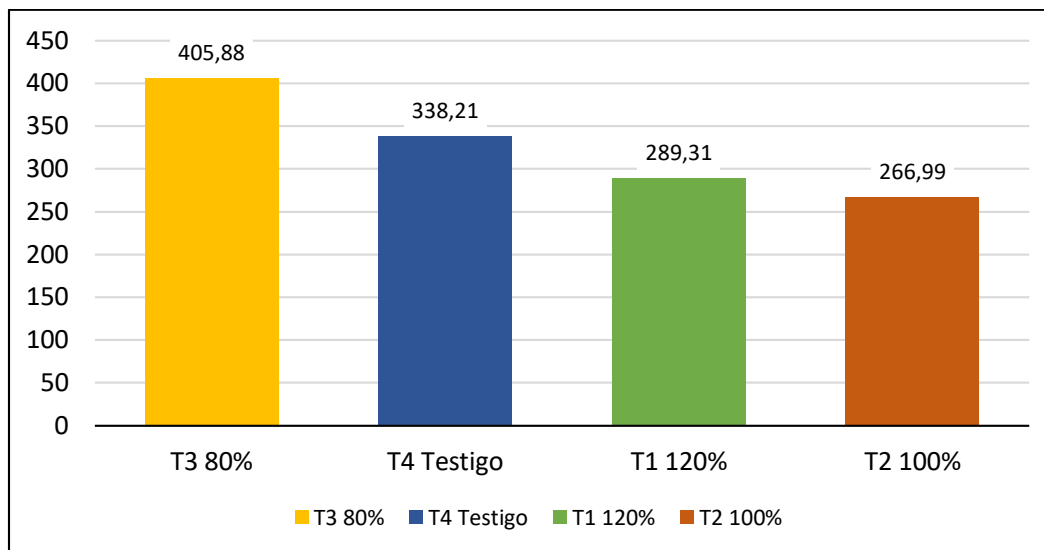


Figura 11. Área foliar promedio, según tratamientos aplicados

En la Figura 11, se observa con respecto al área foliar al mejor promedio obtenido correspondió al T3 *Trichoderma harzianum* al 80 % con un valor de 405.88 cm² seguido por el T4 testigo con un valor de 338.21 cm² como menores promedios obtuvieron el T1 *Trichoderma harzianum* al 120 % con un valor de 289.31 cm² y el T2 *Trichoderma harzianum* al 100 % con un valor de 266.99 cm².

Resultados similares fueron obtenidos por Pedro *et al.* (2012), quienes observaron que *Trichoderma* spp., pudo proporcionar aumentos superiores al 30% en la producción de materia seca de la parte aérea de plantas de frijol. También Camargo y Ávila (2014) encontraron que la aplicación de *Trichoderma* favoreció un incremento significativo del área foliar de plantas de arveja respecto al testigo. De igual manera Akiyama (2017) señala que el efecto de *T. harzianum* sobre la superficie de follaje en plántulas de Ciclamen responden muy bien a la aplicación del hongo.

6.7. Severidad del hongo *Botryodiplodia*

En la Figura 12, se observa el comportamiento de la severidad de la necrosis en el cultivo de rambután atacada por el hongo (*Botryodiplodia*).

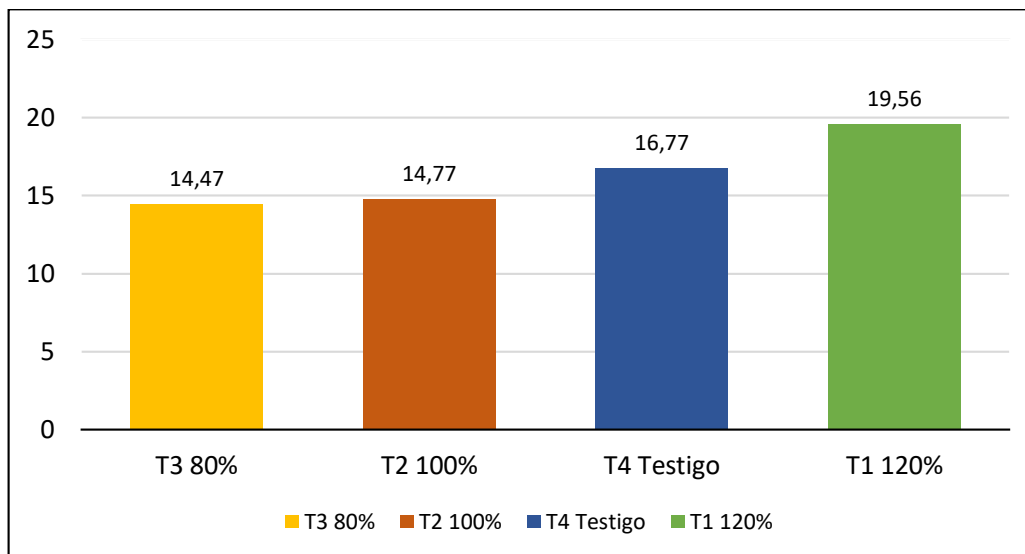


Figura 12. Influencia de severidad promedio, según los tratamientos aplicados

Los resultados de acuerdo a la prueba Duncan al 0.05 % de probabilidad se observa en la Figura 12, la diferencia de medias entre los tratamientos de porcentaje de severidad, donde se puede apreciar que el T3 al 80 % de *T. harzianum* obtuvo menor porcentaje de severidad con un valor de 14.47 % seguido por el T2 al 100 % de *T. harzianum* con un valor de 14.77 % y con mayores ataques del hongo son el T4 testigo con un valor de 16.77 % y el T1 con 120 % de *T. harzianum* con un valor del 19,56 %.

Pedro *et al.*, (2012) obtuvieron aislamientos eficientes de *Trichoderma* spp., reduciendo la severidad de enfermedades entre el 63 y 98%. Sivakumar *et al.*, (2000) aislaron *Trichoderma* spp. en plantaciones de rambután y demostraron sus efectos antagónicos contra *Botryodiplodia theobromae*. Gupta *et al.*, (1999), también obtuvieron resultados que sugieren la interacción antagonista de *Trichoderma* y *Botryodiplodia theobromae*.

Wijeratnam *et al.*, (2008), indican que *Botryodiplodia theobromae* es una de las dos enfermedades prevalentes en la postcosecha de papaya, mango y rambután en Sri Lanka, y en su estudio de ensayos de inoculación in vitro obtuvieron que *Trichoderma harzianum* es antagonista de *Botryodiplodia theobromae*.

6.8. Análisis económico

La evaluación económica es considerada de mucha importancia dado a que nos proporciona informaciones económicas, la relación beneficio/costo (B/C). es uno de los indicadores más utilizados al momento de realizar un balance e interpretación de resultados obtenidos y para poder informar los beneficios que se puede obtener en términos de rentabilidad económica.

Como afirma Avalos *et al.*, (2018) el análisis económico consistió en el cálculo de los presupuestos parciales, costos parciales y costos variables. la metodología de presupuestos parciales, es un análisis económico muy importante, porque considera que los costos varían entre los diferentes tratamientos y los beneficios netos para determinar la relación beneficio/costo de los tratamientos.

6.8.1. Beneficio bruto

El beneficio bruto como se observa en la Figura 13 se calcula multiplicando por el precio de los plantines de rambután por la cantidad de plantines existentes en cada tratamiento que se tiene en la investigación, cabe recalcar que la investigación tiene 4 tratamientos y 80 plantines por cada tratamiento, el precio de venta por plantan 5 bolivianos.

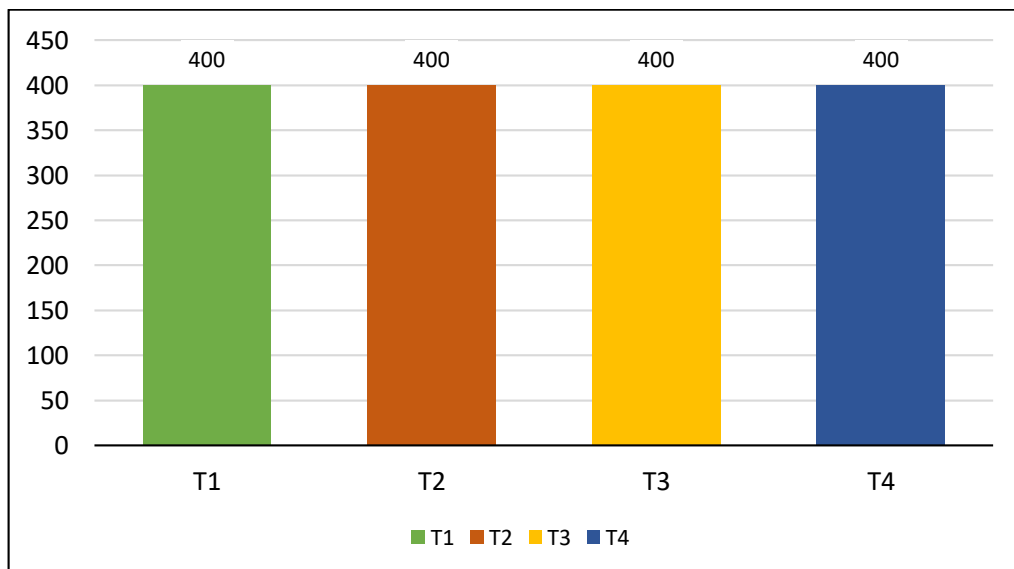


Figura 13. Análisis del beneficio bruto

En la Figura 13 se observa que el beneficio bruto para cada tratamiento son iguales, debido a que por tratamiento se tomó 80 plantines de rambután, que tiene un costo de 5 Bs por cada plantin en bolsita sin ser injertados.

6.8.2. Costos variables

Los costos variables son los costos relacionados con los insumos utilizados y total mano de obra por tratamientos. En la Tabla 24 se detallan todos los costos variables que se tuvieron durante la evaluación de la investigación.

Tabla 24. Costos parciales de producción

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)
COSTOS VARIABLES				
preparación de terreno				
limpieza	jornal	1/2	50	50
Riego	Jornal	1	100	100
insumos				
semilla	unidad	320	1	320
Labores culturales				
deshierbe	jornal	1	100	100
Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i>	jornal	5	50	225
sub total				795
IMPREVISTOS (10%)				79.5
COSTO TOTAL				874.5

Para los costos variables se tomaron en cuenta todos los gastos que se realizaron durante la investigación de cada tratamiento.

Los costos variables son los costos relacionados con los insumos utilizados, en este caso se toma en cuenta la cantidad de semilla.

Tabla 25. Análisis económico por tratamiento

ITEM	N/PLANTAS	P/VENTA	C/TOTAL	B/BRUTO	B/NETO	B/COSTO
T1	80	5	347.3	400	52.7	1.1
T2	80	5	341.6	400	58.4	1.1
T3	80	5	335.6	400	64.4	1.2
T4	80	5	312.6	400	87.4	1.3

En la Tabla 25 se muestra el resumen de los resultados obtenidos de beneficio bruto, beneficio neto y relación del beneficio costo, para todos los tratamientos

Para el costo total de mano de obra de cada tratamiento, se dividió el costo total parcial por 4 tratamientos, de esa manera se obtuvo el costo total parcial para los tratamientos, para el análisis de beneficio costo, se dividió el beneficio bruto por costo total de producción.

6.8.3. Beneficio neto

Es el valor de todos los beneficios de la producción de ingreso bruto obtenido menos los costos totales de producción de cada tratamiento. El beneficio neto es el paso que nos permite visualizar la ganancia neta que se tuvo después de la venta del producto restado el costo de producción total.

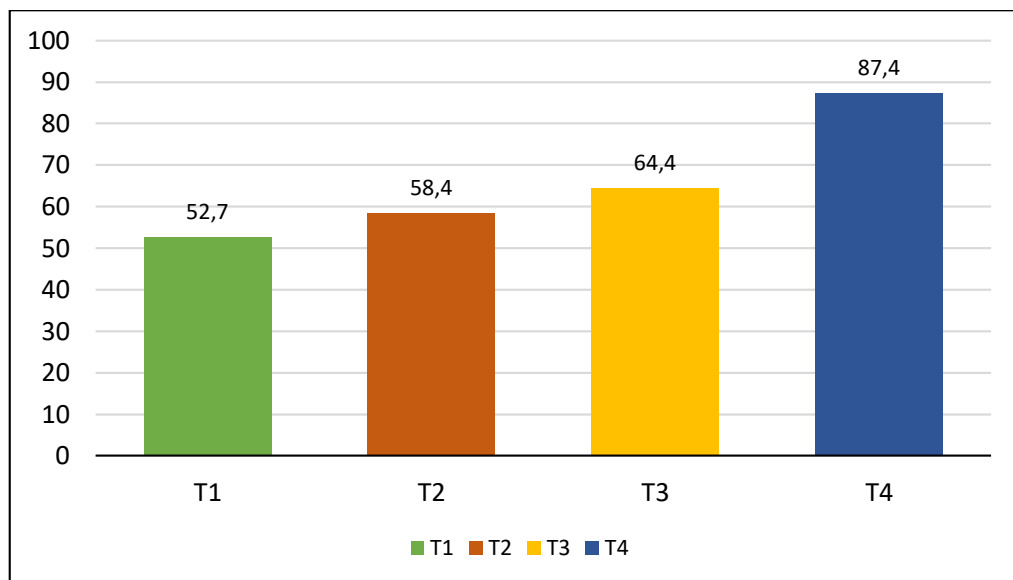


Figura 14. Análisis de beneficio neto

El tratamiento T4 obtuvo el mejor beneficio neto, seguido por el tratamiento T3 y el más bajo beneficio neto se obtuvo con el tratamiento T1 esto se debe al costo de *Trichoderma* ya que se aplicó en más cantidad (Figura 14) en base a los datos de la Tabla 25.

6.8.4. Beneficio/costo

Es la relación que existe entre el beneficio bruto sobre el costo de producción.

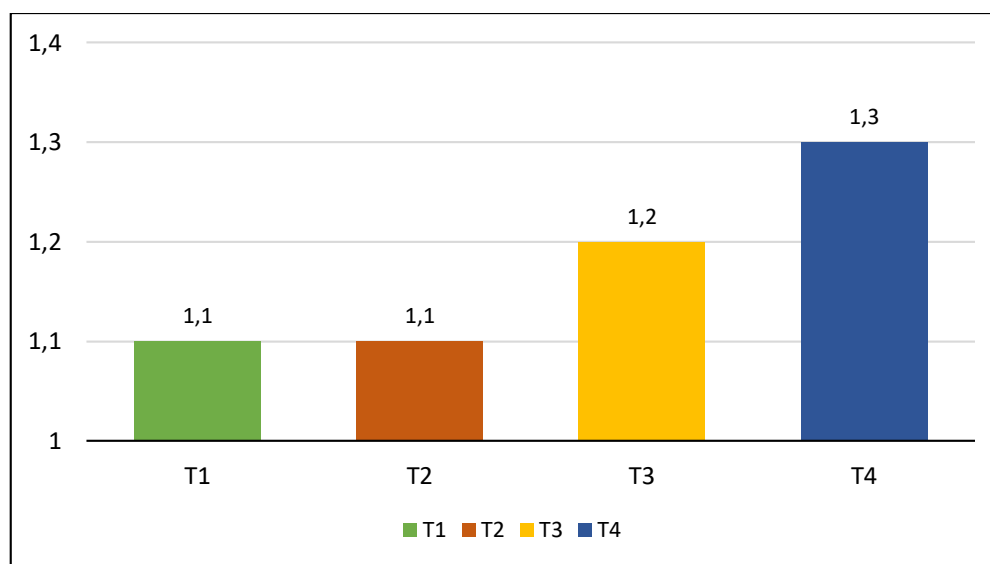


Figura 15. Análisis económico de beneficio/costo

En la Figura 15, en base a la Tabla 25 se detalla que todos los tratamientos tienen valores mayores a 1 lo cual indica que son rentables. El beneficio/costo mayor con aplicación de *T. harzianum* presenta el T3 al 80 % de *T. harzianum* con un valor de 1.2 Bs quiere decir cada 1 boliviano invertido se ganará 0.2 bolivianos, los tratamientos (T1 al 120 % y T2 al 100 % de *T. harzianum*), presentan el mismo beneficio/costo, El T4 testigo presenta un valor de 1.3 Bs sin la aplicación de *T. harzianum*, sin embargo, todos los tratamientos se encuentran por encima de los rangos de rentabilidad.

Analizando los costos variables indica, que la producción de rambután con la aplicación de *Trichoderma harzianum* es rentable ya que no existe perdidas en ninguno de los tratamientos más al contrario se tienen ganancias.

7. CONCLUSIONES

En cuanto al desarrollo de los plantines de rambután, el efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum*, influyó de forma estadísticamente significativa en las variables número de hojas a los 90 días después de la aplicación de *Trichoderma harzianum* con el T3 al 80% de *T. harzianum* con un valor de 16.88 hojas/planta, área foliar a los 90 días después de la aplicación de *Trichoderma harzianum* con el T3 al 80 % de *T. harzianum* con un valor de 405.88 cm² y en la disminución de la influencia de severidad al ataque del hongo *Botryodiplodia* obteniendo como el mejor promedio el T3 con 14.47 % de ataque, esto debido también al riego constante ya que incrementa el mecanismo de acción y el desarrollo de dicho hongo.

Los resultados obtenidos para las variables altura de planta y diámetro de tallo en relación a la dosis de aplicación de *Trichoderma harzianum*, no presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza, sin embargo, se observa mayor comportamiento agronómico en el tratamiento 3 (dosis 80% de *Trichoderma harzianum*).

Para la variable números de hojas por planta el ANVA resultó ser altamente significativo y para la variable área foliar cm² significativo mostrándose estadísticamente diferencias entre las diferentes dosis, donde se obtuvo mayor incremento con la aplicación al 80 % de *Trichoderma harzianum* en los plantines de rambután,

Para la variable severidad del hongo *Botryodiplodia* se presentó una disminución del 74 % con el tratamiento 3 (80 % de *Trichoderma harzianum*) siendo el menos afectado por este hongo.

El análisis económico mostró que la mejor relación Beneficio/Costo con aplicación de *Trichoderma* fue el tratamiento T3 al 80 %, siendo su relación beneficio costo de 1.2 Bs y el T4 Testigo con 1.3 Bs sin aplicación de *Trichoderma* Bs. En cambio, la menor relación Beneficio/Costo corresponden a los tratamientos T1 y T2 con 1.1 Bs, respecto a los tratamientos tienen valores mayores a 1, lo cual indica que todos los tratamientos son rentables.

Se puede concluir también que el tratamiento 4 (testigo) y tratamiento 1 *Trichoderma* al 120% en la mayoría de las variables evaluadas presentan resultados menores, lo cual

demuestra que aplicación en mayores cantidades no induce a que la planta desarrolle mejor.

8. RECOMENDACIONES

En relación al tiempo del desarrollo y la aplicación, se concluye que se debe tomar otras relaciones de tiempo y alternativas de aplicación para obtener significancia del uso de *Trichoderma harzianum* en las variables empleadas.

La aplicación de *Trichoderma harzianum* y un riego diario son los factores más importantes relacionados en la producción de rambután en vivero, que intervienen sobre el mejoramiento del suelo, ataque de enfermedades y sobre todo calidad de plantas.

Se recomienda utilizar semillas de plantas sanas, crecimiento y fructificación homogéneo no mayor a los 6 años, para obtener plantines homogéneos durante su crecimiento, desarrollo y germinación.

Se recomienda realizar nuevas investigaciones en el cultivo de rambután, como: dosis adecuada, frecuencia de aplicación, formas de aplicación, inoculación de *Trichoderma harzianum* antes de la siembra.

Es recomendable aplicar *Trichoderma harzianum* al 80% ya que se obtuvo resultados satisfactorios en tres variables estudiadas. Sin embargo, se recomienda aplicar antes de la siembra.

Por tanto, es recomendable que a la par de la introducción de la producción de Rambután, se realice un estudio profundo de inteligencia de mercados dentro y fuera del país, es decir, un análisis de las perspectivas del mercado que coexistan en la identificación de los principales consumidores o productores, Con la finalidad de que el futuro productor de rambután tenga asegurada el mercado de su producto.

9. REVISION BIBLIOGRAFICA

-Aceves, A; Domínguez, R; Gutiérrez R Y Ochoa, M. (2001). Especies de *Trichoderma* en suelos cultivados de mango afectado con "Escoba de Brujas) y *Fusarium* spp. Revista mexicana de fitopatología. (en línea). Consultado: 12 de enero de 2011. Disponible en: <http://sociedadmexicanadefitopatologia.org/archives/61219204.pdf>.

-Arias, T. M., y Calvo, V. I. (2014). El cultivo de rambután o mamón chino. San José, Costa Rica: MAG-INTA-FITTACORI.

-Ávalos Cerdas, J. M., y Villalobos-Monge, A. (2018). Análisis económico: un estudio de caso en *Jatropha curcas* L. mediante la metodología de presupuestos parciales. *Agronomía mesoamericana*, 29(1), 101-111.

-Ávila C.; Sanabria J.; Buritica P. (1991). Biocontrol de *Rhizoctonia solani* en papa, Publicaciones Científicas ICA. (Colombia) vol. (29) 107 a 119.

-Akiyama, S. M. (2017). Evaluación de la promoción del crecimiento, la calidad de planta y la incidencia de enfermedades en vivero de producción de Ciclamen (*Cyclamen persicum* Mill.) mediante el uso de *Trichoderma harzianum* Rifai (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Luján).

-Alemán R., Frelie, J., y Iparraguirre, M. (2013). Rescate de práctica agrícola ancestrales y agricultura tradicional campesina para promover la producción sostenible a nivel familiar. Ecuador: Universidad Estatal Amazónica: https://www.uea.edu.ec/huellas/images/revistas/Huellas_Sumaco_Art_1_Vol14.pdf.

-Álvarez, V. (2013). Evaluación del potencial nutraceutico de siete variedades de rambután (*Nephelium lappaceum*) cultivadas en Costa Rica, como fuente potencial de antioxidantes. Tesis como requisito para optar el grado de Licenciatura en Química Industrial. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Escuela de Química. Heredia, Costa Rica. 42p.

-Barroso, F., P. Pereira, D. Milán, W. Silva, N. Faria, F. Rodrigues y D. Costa. (2019). Growth promotion of Parsley (*Petroselinum crispum* L.) using commercial strains of *Trichoderma* spp. *Journal of Agricultural Science* 11(4): 493-499.

- Braudeau, J. (1975). Evaluación de diferentes sustratos en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero. Tesis Bachiller en Agronomía. (Instituto Tecnológico de Costa Rica). CR. 4 – 5 p.
- Betancourt L. (1997). Evaluación de una técnica de pre-germinación controlada en matriz sólida en combinación con los agentes de control biológico *Trichoderma* y *Pseudomonas* en el control del marchitamiento vascular del tomate de mesa causado por el hongo *Fusarium oxysporum*. Universidad de los Andes, p. 29-45. (en línea). Consultado: 1/03/2011. Disponible en:<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis23.pdf>.
- Cadena, F. A., Ticona, C., y Mamani, E. (2021). Manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*). Del banano (*Musa acuminata*) con la aplicación de la *Trichoderma* (*Trichoderma harzianum*). *Apthapi*, 7(3), 2242-2246.
- Cárdenas, Y. (2010). Métodos de conservación y formulación de *Trichoderma harzianum* rifai. (en línea. Consultad: 26 de marzo de 201. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1562-30092010000300008&script=sci_arttext.
- Cárdenas, Y. (1999). Control biológico bajo condiciones de invernadero de *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill empleando pre-germinación controlada de semillas y los agentes biocontroladores *Trichoderma* y *Pseudomonas*. Pontificia Universidad Javeriana Bogota. P.53. (en línea). Consultado: 1/03/2011. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis28.pdf>.
- CIMMYT (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos.
- Cubillos, J., N. Valero y L. Mejía. (2011). *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Agron. Colomb.* 27(1): 81-86.
- Camargo-Cepeda, D. F., y Ávila, E. R. (2014). Efectos del *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). *Ciencia y Agricultura*, 11(1), 91-100.
- Cascante, F. (2010). Análisis comparativo de costos de producción e ingresos del rambután en la región Brunca para las variedades criollo y mejorado, durante el período

2009. Informe final de investigación como requisito para optar al grado de licenciatura en Administración de Empresas, con énfasis en finanzas. Universidad Internacional San Isidro Labrador. Escuela de Administración de Empresas. Pérez Zeledón, San José, Costa Rica. 182 p.

-CATIE (2005). Centro Agronómico Tropical de la Investigación y Enseñanza Agroforestería Alto Beni y Cultivo. La Paz, BO. 12 p.

-CUMAT – COTESU (1985). Desbosque de la Amazonía Bolivia. Centro de Investigación de la Capacidad de Uso Mayor de la tierra. La Paz – Bolivia. 223p.

-Danilo, E., y Pacheco, G. (2009). Efecto De *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*.

-Donoso, E; Lobosa, G Y Rojas, N. (2008). Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero. (en línea). Consultado: 26-de-febrero de 2011. Disponible en: <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v29n1/art06.pdf>
15 EC-ORGANICS. 2011. Fitoprotector. (en línea). Consultad.

-Durman S, Menéndez A, Godeas A. Evaluation of *Trichoderma* spp. as antagonistic of *Rhizoctonia solani* in vitro and as biocontrol in greenhouse tomato plants. Revista Argentina de Microbiología.1999;31:13-18.

-Elbers, J. (1995) Estudios de suelos en la zona de colonización de Alto Beni. La Paz, BO 25, 37, 69 p.

-EC-ORGANICS. (2011). Fitoprotector. (en línea). Consultado: 10/03/2011. Disponible en: <Http://ecorganics.com/fitoprotector.aspx>.

- GAMPB. (2013) Diagnóstico productivo. Palos Blancos, Sud Yungas: Plan de desarrollo municipal (PDM).

-García, R., M. Arcia, M. Pérez y R. Riera. (2012). Efecto de *Trichoderma* sobre el desarrollo de papa y el biocontrol de *Rhizoctonia* bajo tres tiempos de inicio de aplicación. Agronomía Trop. 62(1-4): 77-95. temas agroforestales.

- García, G. N., y García, S. N. (2013). Química agrícola química del suelo y de nutrientes esencial. Mundi-Prensa Libros.
- Gonzales, RA. (1989). Evaluación de diferentes sustratos en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero. Santa Clara – San Carlos.CR. 64p.
- Guilcapi Pacheco, E. D. (2010). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arabica*) variedad caturra a nivel de vivero (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- FAO. (2011). Buenas prácticas tecnológicas. (en línea). Consultado: 1/02/2011. Disponible en: http://www.fao-hn/practicass/002_produccion_Trichoderma.htm.
- Guilcapi Pacheco, E. D. (2010). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arabica*) variedad caturra a nivel de vivero (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Grijalva, A. (2012). Flora Útil: Etnobotánica de Nicaragua. Managua, Nicaragua: Gobierno de Nicaragua: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales: <http://www.bionica.info/biblioteca/GrijalvaFloraUtilNicaragua.pdf>.
- Gupta, V. P., Tewari, S. K., y Bajpai, A. K. (1999). Ultrastructure of mycoparasitism of *Trichoderma*, *Gliocladium* and *Laetisaria* species on *Botryodiplodia theobromae*. *Journal of Phytopathology*, 147(1), 19-24.
- Hoyos Carvajal L, Chaparro P, Abramsky M, Chet I, Orduz S. (2008). Evaluación de aislamientos de *Trichoderma* spp. contra *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii* bajo condiciones in vitro y de invernadero. *Agron Colomb.*;26(3):451-458.
- IBTA – E.E.S (1996). Manejo de huertos de cítricos. Instituto de Tecnología Agropecuaria “Informe Anual” Estación Experimental Sapecho. Alto Beni. La Paz, Bolivia. 1 - 4 pp.
- Indar. J. Abramsky, M. Cohen, D. Cvhet, I. (1994). Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedling grown under comercial condition *Kluwer Academic Publishers* 100:337-347. (en línea). Consultado: 2 de diciembre del 2010.

- Jaimes Suárez, Y. Y., Moreno Velandia, C. A., & COTES PRADO, A. L. B. A. (2009). Inducción de resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum* en tomate por *Trichoderma koningiopsis* Th003. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 111-120.
- LABIOTEC, (2009). *Trichoderma harzianum*. (en línea). Consultado: 07/09/2009. Disponible en línea: http://www.iabiotec.com/trichod_ficha.htm.
- Lucas León, J. A. (2016). Efectos de la asociación Micorrizas más *Trichoderma* sobre el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) en viveros, en la zona de Babahoyo (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2016).
- Linares, H. (2007). Rambután. Ficha/45/UE. Apoyo al Sector de la Micro y Pequeña Empresa en Guatemala. Mineco y Unión Europea, Bruselas.
- Lourith, N., M. Kanlayavattanakul, K. Mongkonpaibool, T. Butsaratrakool y T. Chinmuang. (2016). Rambut seed as a new promising unconventional source of specialty fat for cosmetics. *Ind. Crops Prod.* 83, 149-154. Doi: 10.1016/j.indcrop.2015.12.045.
- LLiuya Potokar, V. (2015). Fertilización orgánica en el crecimiento vegetativo de los patrones de cacao (*theobroma cacao* L.) en un suelo inceptisols en fase de vivero, en el distrito de Nuevo Progreso, Tocache, San Martín.
- Maridueña, M.F., G.S. Villafuerte Holguín, M.E. Moreno Quito y V.H. Gonzáles. (2010). Proyecto para la exportación de rambután (achotillo) a la comunidad económica europea. Facultad de Economía y Negocios, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- MAG. (2007). Plan estratégico de la cadena productiva de rambután. San Jose, Costa Rica.
- Martines, E. -A. (2014). fertilidad del suelo y parámetros que la definen. Universidad de la Rioja.
- Moreno, E. (2013). Efectos de prácticas agronómicas en la calidad postcosecha de fruto de rambután (*Nephelium lappaceum* L.). Chapingo, México: Universidad Autónoma de Fitotécnia.

- Maridueña, M. (2013). Árboles Frutales. Quito, Ecuador: <https://arbolesfrutales.org/rambutan-todo-lo-que-debes-saber/>.
- Martínez, E. (10 de diciembre de 2018). Hondudiario. Obtenido de <https://hondudiario.com/2018/12/10/anuncian-exportacion-de-rambutan-a-espana-y-bolivia/>.
- Maridueña, M., Moreno, M., y Villafuerte, G. (2012). Proyecto para la exportación de rambután a la comunidad económica europea. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10458/1/Proyecto%20Final.pdf>.
- Michel, A. A., (2001). Cepas Nativas de *Trichoderma* spp (*Euscomycetes: Hypocreales*), su antibiosis y Micoparasitismo sobre *Fusarium subglutinans* y *F. Oxisporum* (*Hyphomycetes: Hyphales*). Universidad de Colima, Área Biotecnología. 140 pg. (en línea). Consultado: 5 de diciembre del 2010. Disponible en: <http://www.buscagro.com/www.buscagro.com/biblioteca/Jorge-Asero/Control-de-oidio-en-rosas.pdf>
- Moya, R. (2013). Boletín Rambután. Paraguay: http://www.fhia.org.hn/downloads/diversificacion_pdfs/br2octubre2006.pdf.
- Meneses R, Gutiérrez A, García A, Antigua G, Gómez J, Correa F, Calvert L, Hernández J. (2008). Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Quinta Edición. Instituto de Investigaciones del Arroz. Sancti Spíritus, Cuba. 63p.
- Mejía Flórez, L. A., y Palencia Calderón, G. E. (2003). Abono orgánico: manejo y uso en el cultivo de cacao. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA.
- Mathivanan N, Prabavathy V, Vijayanandraj V. (2005). Application of Talc Formulations of *Pseudomonas fluorescens* Migula and *Trichoderma viride* Pers. Ex S.F. Gray Decrease the Sheath Blight Disease and Enhance the Plant Growth and Yield in Rice. J. Phytopathology.; 153:697-701.

- Mejía, LA; Arquello, O. (2000). Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. CORPOICA (Corporación Colombiana de Agricultura y Ganadería) Bucaramanga, CO. 10, 65 – 67, 139 p.
- Miñoso, E. 1978. Evaluación de diferentes sustratos en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero. Tesis Bachiller en Agronomía. (Instituto Tecnológico de Costa Rica). Costa Rica, 10 p
- Mora AG, Rivas VP, Góngora CC, Tovar SA, Cristóbal AJ, Loeza KE, Michereff JS, Marinelli A, Osada VK. (2000). Sistemas computarizados en la epidemiología: 2-Log ver. 1.0 y su aplicación en el diseño de escalas diagramáticas logarítmicas. XXIX Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Puerto Vallarta, México.
- Moreno, J. (1977). Evaluación de diferentes sustratos en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero. Tesis Bachiller en Agronomía. (Instituto Tecnológico de Costa Rica). Costa Rica, 10 p.
- Morton J. (1987). Fruits of warm of climates. Miami Florida. Rambután. P 262-265.
- Nakasone, H. Y; Paull R. E. (1998). Tropical fruits. CAB International. New York. USA. 445 p.
- Nascimento RPA, Michereff, JS, De la Rosa LR, Gómez MAA. (2005). Elaboração e validação de escala diagramática para cancro bacteriano da videira. Summa Phytopathologica 31: 59-64.
- Padilla, G. D., Yzquierdo, G. A. R., Montana, L., Salas, T. C. M., Basso, C., y Montesuma, M. A. A. (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes y *Trichoderma* sobre el crecimiento en plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) en vivero. Bioagro, 32(3), 195-204.
- Pérez R., A. y J. Pohlan. (2004). Prácticas de cosecha y posco-secha del rambután, en el Soconusco. Chiapas, Méxi-co. LEISA Rev. Agroecol. 20(3), 24–26.

- Pedro, E. A. D. S., Harakava, R., Lucon, C. M. M., y Guzzo, S. D. (2012). Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47(11), 1589-1595.
- Quiroz, D. (1989). Manual para el Control de la Escoba de Bruja del Cacao. (s.e). La Paz, BO. 54 p.
- Ramírez Teofilo. ALBC Christian, AHMAD RAFIE. (2003). Manual para el cultivo y propagación de rambután en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Proyecto de Gestión Sostenible de los Recursos Naturales y Cuencas del Corredor Biológico Mesoamericano en el Atlántico Hondureño. 47 p.
- Rivas, W. (2001). Evaluación de Solarización y tres dosis de *Trichoderma harzianum* rifai para el control del *Damping off*, *Fusarium* spp., y *Phytophthora* spp., en lechuga (*Lactuca sativa*). Tesis de grado ESPOCH, FRN pg. 13-20.
- Romero-Arenas, O. M. A. R., Amaro, J. L., Damián, M. A., Valencia de Ita, M. A., Rivera, A., & Huerta, M. (2017). Biopreparados de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Phytophthora capsici* en el cultivo de tomate de Puebla, México. Información Técnica Económica Agraria, 113(4), 313-324.
- Romero, G., Baraibar Lucas, A., y Crosara, A. (2008). *Trichoderma harzianum*, un biocontrol y biopromotor en vivero de especies forestales.
- Rodríguez, C. (2017). Modelo de negocio para la elaboración y comercialización de la conserva de achotillo en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Administrativas.
- Ruiz-Espinoza, F. H., Murillo-Amador, B., García-Hernández, J. L., Troyo-Diéguez, E., Palacios-Espinoza, A., Beltrán-Morales, A., y de la Paz, O. C. (2007). Mediciones lineales en la hoja para la estimación no destructiva del área foliar en albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Revista Chapingo Serie Horticultura, 13(1), 29-34.
- Sánchez, P. (1981). Suelos del trópico, características y manejo. San José – Costa Rica. IICA. 634p.

-SENAMHI. 2010. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Departamento de registros estadísticos. Informe de registros meteorológicos en la Estación Experimental de Sapecho, Alto Beni, departamento de La Paz.

-Stefanova M. *Trichoderma* Gran antagonista de hongos nocivos. (2006). Disponible en: http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=46&id_art=2601&id_ejemplar=77. Núm. 58. [Consultado: 01 de junio de 2008].

-Sivakumar, D.; Wideratnam, W.; Wijesundera, R.L.C. y Abeyesekere, M. (2000). Antagonistic Effect of *Trichoderma harzianum* on Post harvest Pathogens of Rambután (*Nephelium lappaceum*), *Phytoparasitica*, 28(3), 240-247.

-Somarriba, E; Stoian, D; Zelada, E; Palencia, G. (2002). Modernización de la Cacao cultura Orgánica del Alto Beni. VIMDESALT (Viceministerio de Desarrollo Alternativo, BO). CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR) La Paz, BO. 69 p.

-Suárez, Y; Reno, C; Cotes, A. (2009). Inducción de resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum* en tomate por *Trichoderma koningiopsis* Th003. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICAA.A. 240142, Las Palmas, Bogotá D.C., Colombia. S) (en línea). Consultado: 1/03/2011. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/-index.php/actabiol/article/view/v14n3a8/14224>.

-Valencia, E, (1998). Control de sclerotinia en lechuga. (en línea) Consultado: 1/02/2011. Disponible en: http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_SH%2FSH_1998_6_171_173.pdf

-Vargas, A. (2003). Descripción morfológica y nutricional del fruto de rambután (*Nephelium lappaceum*). Nota técnica. Agronomía Mesoamericana. Volumen 14, número 2, p: 201-206. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

-Villegas M. (2005). *Trichoderma*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible.

- Vicente, R. (2001). Guía Metodológica de Diseños Experimentales Facultad de Ingeniería Agronómica. Bolivia.
- Vela, A. (2015). Cultivo Rambután: Injerto de púa por hendidura. Costa Rica: Infoagro: [http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/HojasDivulgativas/Cultivo%20Rambutan%20\(Nepheli um%20lappaceum%20L\).pdf](http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/HojasDivulgativas/Cultivo%20Rambutan%20(Nepheli%20um%20lappaceum%20L).pdf).
- Yáñez, J., y Fahureguy, S. (2012). Estudio de la Aplicación de Abonos Orgánicos y su Efecto en la Producción Primaria Forrajera de Diferentes Especies de Pastos Promisorios e Introducidos (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Wijeratnam, S. W., Dharmatilaka, Y., y Weerasinghe, D. (2008, October). Host Specificity of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Botryodiplodia theobromae* Isolates from Mango, Papaya and Rambutan and their Response to <<<<<. In Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, University of Hohenheim.

ANEXOS

Anexo 1. Primer análisis del sustrato



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Estación Experimental de Sapecho **SOLICITUD:** LAF 187_21
PROCEDENCIA: Departamento La Paz **FECHA DE ENTREGA:** 13/07/2021
 Municipio Palos Blancos
 Provincia Sud Yungas

ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAPECHO-ÁREA VIVERO

PARAMETRO		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	30	Bouyoucos
	Limo	%	51	
	Arcilla	%	19	
	Clase Textural	-	Franco Limoso	
Densidad Real		g/cm ³	2.258	Picnómetro
Densidad Aparente		g/cm ³	1.051	Probeta
Humedad gravimétrica		%	7.5	Ollas a presión de Richards
Humedad Volumétrica		%	7.88	Ollas a presión de Richards
Porosidad		%	53.45	Probeta; Picnómetro
pH en H₂O relación 1:5		-	6.1	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5		mmho/cm	0.67	Potenciometría
Acidez Intercambiable (Al+H)		meq/100g S.	0.44	Volumetría
Magnesio intercambiable		meq/100g S.	3.14	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Potasio intercambiable		meq/100g S.	1.90	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total		%	0.35	Kjendahl
Materia orgánica		%	5.77	Walkley y Black
Carbono Orgánico		%	3.35	Walkley y Black
Fósforo disponible		ppm	41.60	Espectrofotometría UV-Visible Bray-Kurtz



Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Anexo 2. Segundo análisis del sustrato



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)

LAFASA



RES: FAC.AGRO.LAB. N°40

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Maheva Luz Poma Valdez
SOLICITUD: LAF 40_22
FECHA DE ENTREGA: 29/04/2022
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
 Municipio Palos Blancos
 Comunidad Sapecho
 T2 100 % Trichoderma
 Sustrato de almacigo, tratamiento con 100% Trichoderma

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
pH en H ₂ O relación 1:5	-	7.16	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	0.18	Potenciometría
Acidez Intercambiable (Al+H)	meq/100g S.	0.37	Volumetría
Magnesio intercambiable	meq/100g S.	3.23	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Potasio intercambiable	meq/100g S.	2.04	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	0.33	Kjendahl
Materia orgánica	%	6.18	Walkley y Black
Carbono Orgánico	%	3.58	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	24.40	Espectrofotometría UV-Visible



Roberto Miranda Casas
 Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
 Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com
 Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo 3. Escala diagramática del hongo *Botryodiplodia*



Anexo 4. Planilla de datos de la variable altura

Evaluación altura promedio de planta (cm) cada 15 días								
TRAT	DOSIS	0	15	30	45	60	75	90
T1	120% <i>Trichoderma</i>	23.43	25.17	26.85	28.07	30.44	34.44	35.83
T2	100% <i>Trichoderma</i>	22.17	24.19	26.75	27.62	29.97	34.31	36.32
T3	80% <i>Trichoderma</i>	24.10	26.82	27.27	30.28	32.18	38.44	40.79
T4	Testigo	23.10	24.92	27.63	28.76	33.29	37.63	38.48
p-valor Tratamiento		0.4856	0.1297	0.9375	0.4608	0.2519	0.1806	0.1958
R2		0.18	0.36	0.03	0.19	0.28	0.32	0.31
CV		7.42	5.80	8.19	8.46	7.86	8.53	8.87

Anexo 5. Planilla de datos de la variable diámetro

Evaluación diámetro de planta (mm) cada 15 días								
TRAT	Dosis	0	15	30	45	60	75	90
T1	120% <i>Trichoderma</i>	4.15	4.36	4.43	4.94	5.26	5.82	6.56
T2	100% <i>Trichoderma</i>	4.32	4.47	4.54	5.07	5.34	5.94	6.49
T3	80% <i>Trichoderma</i>	4.21	4.59	4.68	5.20	5.57	6.19	7.06
T4	0%	4.25	4.46	4.52	5.14	5.43	6.05	6.72
p-valor Tratamiento		0.7355	0.4547	0.496	0.4064	0.4633	0.6059	0.1062
R2		0.1	0.19	0.17	0.21	0.19	0.14	0.39
CV		5.2	4.39	5.06	4.3	5.18	6.49	4.75

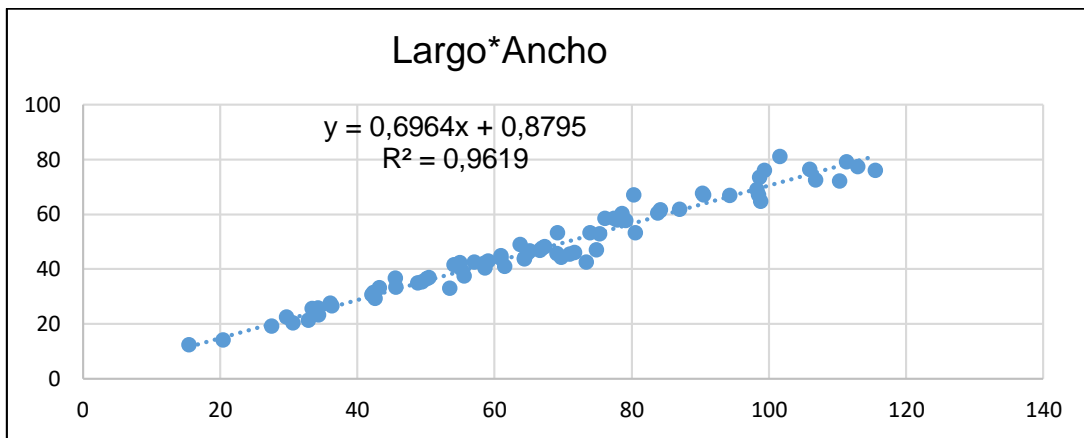
Anexo 6. Planilla de datos de la variable número de hojas

Número de hojas			
TRAT	Dosis	0	75
T1	120% <i>Trichoderma</i>	10.83	20.98
T2	100% <i>Trichoderma</i>	9.68	24.33
T3	80% <i>Trichoderma</i>	9.03	25.90
T4	0%	8.78	23.25
p-valor Tratamiento		0.0771	0.1082
R2		0.42	0.39
CV		11.18	11.05

Anexo 7. Planilla de datos de la variable área foliar

Área foliar					
TRAT	Dosis	R1	R2	R3	R4
T1	120% <i>Trichoderma</i>	343.64	224.21	176.39	323.72
T2	100% <i>Trichoderma</i>	293.63	268.95	383.05	211.63
T3	80% <i>Trichoderma</i>	365.99	355.15	460.34	442.04
T4	0%	283.31	356.65	398.99	323.53

Anexo 8. Diagrama de dispersión entre área foliar vs largo y ancho de la hoja de rambután (*Nephelium lappaceum* L.)



Anexo 9. Severidad del hongo *Botryodiplodia*

Porcentaje de severidad							
TRAT	Dosis	Repeticiones				Suma	Promedio (%)
		1	2	3	4		
T1	120% <i>Trichoderma</i>	5.03	16.45	44.63	12.12	78.23	19.56
T2	100% <i>Trichoderma</i>	18.49	9.95	6.15	24.48	59.08	14.77
T3	80% <i>Trichoderma</i>	25.19	6.32	21.94	4.42	57.87	14.47
T4	0%	13.66	8.72	21.87	22.82	67.07	16.77

Anexo 10. Costos parciales de producción

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)
COSTOS VARIABLES				
preparación de terreno				
limpieza	jornal	1/2	50	50
Riego	Jornal	1	100	100
insumos				
semilla	unidad	320	1	320
Labores culturales				
deshierbe	jornal	1	100	100
Aplicación de Trichoderma	jornal	5	50	225
sub total				795
IMPREVISTOS (10%)				79.5
COSTO TOTAL				874.5

Anexo 11. Costo total del tratamiento 1

T1 Trichoderma harzianum 120%				
ITEM	Unidad	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Mano de obra				218.6
semilla	Unidad	80	1	80
Trichoderma 81 g	gramos	81	0.43	34.7
Bolsa	Unidad	80	0.1	8
Sustrato	Carretilla	1	6	6
TOTAL				347.3
PU				4.3
PV				5
B/C				0.7

Anexo 12. Costo total del tratamiento 2

T2 <i>Trichoderma harzianum</i> 100%				
ITEM	Unidad	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Mano de obra				218.6
semilla	Unidad	80	1	80
Trichoderma 81 g	gramos	68	0.43	29
Bolsa	Unidad	80	0.1	8
Sustrato	Carretilla	1	6	6
TOTAL				341.6
PU				4.2
PV				5
B/C				0.8

Anexo 13. costo total del tratamiento 3

T3 <i>Trichoderma harzianum</i> 80%				
ITEM	Unidad	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Mano de obra				218.6
semilla	Unidad	80	1	80
Trichoderma 81 g	gramos	54.4	0.43	23
Bolsa	Unidad	80	0.1	8
Sustrato	Carretilla	1	6	6
TOTAL				335.6
PU				4.1
PV				5
B/C				0.9

Anexo 14. Costo total del testigo

Testigo				
ITEM	Unidad	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Mano de obra				218.6
semilla	Unidad	80	1	80
Bolsa	Unidad	80	0.1	8
Sustrato	Carretilla	1	6	6
TOTAL				312.6
PU				3.9
PV				5
B/C				1.1

Anexo 15. Costo total de producción

ITEM	N/PLANTAS	P/VENTA	C/TOTAL	B/BRUTO	B/NETO	B/COSTO
T1	80	5	347.3	400	52.7	1.1
T2	80	5	341.6	400	58.4	1.1
T3	80	5	335.6	400	64.4	1.2
T4	80	5	312.6	400	87.4	1.3

Anexo 16. Exclusión de plántulas de rambután para su tratamiento



Anexo 17. Establecimiento de la parcela experimental



Anexo 18. Instalación de los plantines

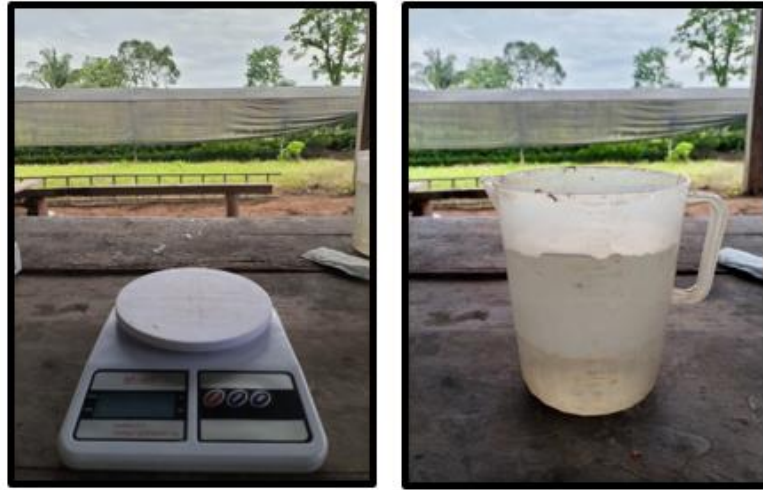


Anexo 19. Selección de plantines con cinta para su respectiva evaluación



Materiales utilizados para la aplicación de *Trichoderma harzianum*

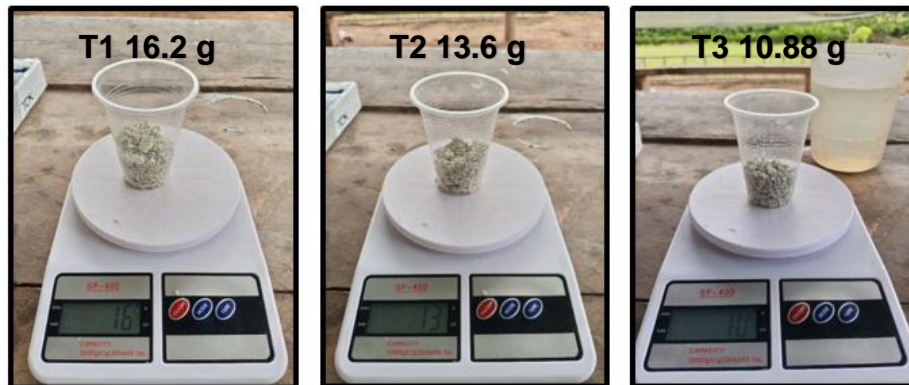
Anexo 20. Balanza analítica, jarra



Anexo 21. *Trichoderma harzianum*, té de estiércol



Anexo 22. Dosis de *T. harzianum* para cada tratamiento



Anexo 23. Aplicación de *Trichoderma harzianum*



Anexo 24. Toma de datos diámetro de tallo, altura de planta, número de hojas



Anexo 25. Toma de datos área foliar ancho y largo



Anexo 26. Toma de datos severidad de la enfermedad



Labores culturales

Anexo 27. Limpieza de pasillos y bolsas



Anexo 28. Extracción de sustrato para el análisis físico y químico



Anexo 29. Riego

