



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO

**“Implementación de cámara térmica para la evaluación de
Trichodermas sp. sobre el Moko del plátano”**

AUTOR: Jordan Josue Paredes Herrera

TUTOR: Ing. Ricardo Paúl González Dávila, *M.C*

El Carmen, agosto del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante *Jordan Josue Paredes Herrera*, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (I), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "Implementación de cámara térmica para la evaluación de *Trichoderma sp.* sobre el Moko del plátano".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 10 de agosto de 2025


 Ing. González Dávila Ricardo Paul, M,C
Docente Tutor
 Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT- 04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página iii de 49

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Implementación de cámara térmica para la evaluación de *Trichodermas*
sp. sobre el Moko del plátano

AUTOR: Jordan Josue Paredes Herrera

TUTOR: Ing. Ricardo Paúl González Dávila, *M.C*

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio, Mg



Ing. Cobeña Loor Nexar Vismar, Mg



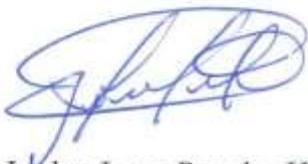
Ing. Cedeño Zambrano Jose Randy, Mg



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jordan Josue Paredes Herrera con cédula de ciudadanía 230028978-8, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autor de la tesis titulada **“Implementación de cámara térmica para la evaluación de *Trichoderma* sp. sobre el Moko del plátano”**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total de su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,



Jordan Josue Paredes Herrera

El Carmen, 10 de Agosto del 2025

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios todopoderoso, por ser mi refugio en los momentos de dificultad, por darme la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo, la sabiduría para tomar las decisiones correctas y las bendiciones que me permitieron culminar este importante proyecto académico. Sin su gracia divina, nada de esto habría sido posible.

A mi querida familia, pilares fundamentales de mi existencia, por su amor incondicional que nunca conoce límites, por su apoyo económico y emocional constante, por creer fervientemente en mis capacidades cuando yo mismo dudaba, por su sacrificio silenciosos, sus oraciones diarias y por enseñarme que con perseverancia y dedicación todos los sueños se pueden alcanzar.

De manera muy especial a mi madre, mi *heroína* y mi ejemplo de vida, quién con su amor incondicional, su fortaleza inquebrantable y su dedicación absoluta ha sido el motor que impulsa cada uno de mis sueños. Por enseñarme que una madre es capaz de mover montañas por sus hijos y por demostrarme cada día que el amor de madre es el más puro y desinteresado que existe

A mis queridos abuelos, que, aunque ya no están físicamente a mi lado, siguen siendo mi guía espiritual y mi inspiración constante. Por sus enseñanzas de vida que siguen resonando en mi corazón, por los valores que me inculcaron, por su amor eterno que trasciende la distancia y el tiempo, y por ser mis ángeles guardianes que desde el cielo celebran este logro conmigo.

A mi amada novia, Mabel Arévalo, quien con su amor, paciencia y comprensión ha sido mi compañera fiel en este camino académico. Por su apoyo incondicional en los momentos de estrés, por creer en mí cuando las fuerzas flaqueaban, por ser mi motivación diaria y por llenar mi vida de alegría y esperanza.

A mi estimado tutor de tesis, por su invaluable guía académica, su paciencia infinita ante mis inquietudes, su dedicación excepcional durante todas las etapas de este proceso investigativo, por compartir generosamente su vasto conocimiento y experiencia, y por orientarme con sabiduría hacia la excelencia académica que hoy se refleja en este trabajo

Con todo mi amor y gratitud, dedico este trabajo a cada uno de ustedes, quienes han hecho posible este logro.

AGRADECIMIENTO

La culminación de este trabajo de tesis representa no solo un logro personal, sino también el resultado del apoyo, la colaboración y la inspiración de muchas personas que formaron parte de mi experiencia universitaria.

Expreso mi sincero agradecimiento a todos mis docentes, quienes durante estos años de formación académica me transmitieron no únicamente conocimientos especializados, sino también valores profesionales, metodologías de investigación y una perspectiva crítica que ha sido fundamental para mi desarrollo intelectual. Su compromiso con la educación de calidad y su dedicación a la formación integral de sus estudiantes han sido pilares fundamentales en mi crecimiento académico.

A mis compañeros de carrera, con quienes compartí esta travesía universitaria llena de desafíos y satisfacciones. Por las sesiones de estudio colaborativo, los proyectos realizados en equipo, las discusiones académicas que enriquecieron mi comprensión de los temas, y por crear un ambiente de aprendizaje mutuo donde cada uno aportó desde sus fortalezas. Su compañerismo y solidaridad hicieron que los momentos difíciles fueran más llevaderos y que los logros fueran aún más significativos.

A mis amigos, quienes fueron mi soporte emocional y mi conexión con la vida más allá del ámbito académico. Por su comprensión durante las épocas de mayor dedicación en mis estudios, por sus palabras de aliento en los momentos de duda, por las celebraciones compartidas en cada meta alcanzada y por mantener viva la alegría y el equilibrio en mi vida universitaria.

A todas las personas que conocí en esta etapa final de mi carrera, quienes aportaron nuevas perspectivas, experiencias enriquecedoras y conexiones valiosas que complementaron mi formación profesional y personal. Su presencia en este periodo tan importante ha sido un regalo inesperado que agradezco profundamente.

A todos ustedes, mi reconocimiento y gratitud por ser parte de esta historia de crecimiento y aprendizaje.

ÍNDICE

PORTADA	i
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	v
GRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE.....	vii
Índice de tablas	x
Índice de Figuras	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Generalidades de la enfermedad del Moko (<i>R. solanacearum</i>).....	3
1.1.1 Clasificación Taxonómica	3
1.1.2. Descripción morfológica de <i>R. solanacearum</i>	3
1.2. Forma de transmisión e infección de <i>R. solanacearum</i> al plátano	3
1.2.1 Herramientas.....	4
1.2.2. Calzado	4
1.2.3. Insectos	4
1.2.4. Material propagativo.....	4
1.2.5. Contacto con tejidos vegetales infectados	5
1.3. ¿Qué es una cámara térmica?	5
1.3.1. Beneficios de la cámara térmica	5
1.4. ¿Qué es Trichoderma?.....	6
1.4.1. Beneficios de Trichoderma.....	6

1.4.2. Influencia de Trichoderma en el suelo	7
1.4.3. Origen y obtención de Trichoderma.....	8
1.4.4. ¿Cómo influye la Trichoderma en la nutrición de las plantas?	8
1.4.5. Taxonomía de Trichoderma.....	9
1.4.6. 10 especies de trichodermas más utilizadas en el ámbito agrícola.....	9
1.5. Caracterización y manejo de plántulas de plátano en fase de vivero a 60 días	11
1.5.1. Caracterización de plántulas a 60 días.....	12
1.5.2. Manejo en vivero a 60 días.....	12
CAPITULO II	14
2. ESTADO DEL ARTE	14
CAPÍTULO III	15
3. MATERIALES Y METODOS	15
3.1. Ubicación del ensayo.....	15
3.2. Coordenadas del ensayo	15
3.3. Características Agroclimáticas	16
3.4. Materiales y Equipos	16
3.4.1. Construcción de Cámara térmica.....	16
3.4.2. Experimento	16
3.4.3. Insumos.....	17
3.5. Preparación del sustrato.....	17
3.5.1. Preparación de <i>Trichoderma spp.</i> ,.....	17
3.5.2. Materiales	17
3.5.3. Preparación	17
3.6. Preparación del material vegetal de la investigación.....	18
3.6.1. Siembra del material vegetativo.	18
3.7. Aplicación de los tratamientos.	18
3.7.1. Modelo experimental.....	18

3.8. Tratamientos	19
3.9. Croquis del diseño	20
3.9.1. Análisis estadístico	20
3.9.2. Variables (Variables independientes)	20
3.9.3. Variables dependientes	20
3.9.4. Descripción de las variables a medir	20
CAPÍTULO IV	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Variables de número de raíces	22
4.2. Variable de longitud de raíces	23
4.3. Variable de raíces sanas	24
CAPITULO V	25
5. CONCLUSIONES	25
CAPITULO VI	26
6. RECOMENDACIONES	26
BIBLIOGRAFIA	27
ANEXOS	32

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	3
Tabla 2. Condiciones agroecológicas del lugar donde se realizará la investigación.....	16
Tabla 3. Diseño de ADEVA en Evaluación de <i>Trichodermas sp.</i> Sobre plántulas de plátano infectadas por <i>Ralstonia solanacearum</i>	19
Tabla 4. Tratamientos.....	19

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del área de estudio	15
Figura 2. Croquis de ubicación de los tratamientos.....	20
Figura 3. Efecto de tratamientos de <i>Trichoderma</i> sp. sobre plántulas infectadas con <i>Ralstonia solanacearum</i>	22
Figura 4. Efecto de tratamientos de <i>Trichoderma</i> sp. sobre plántulas infectadas con <i>Ralstonia solanacearum</i>	23
Figura 5. Efecto de tratamientos de <i>Trichoderma</i> sp. sobre plántulas infectadas con <i>Ralstonia solanacearum</i>	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1 Análisis de la varianza	32
Anexos 2 Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I).....	32
Anexos 3 .Número de raíces sanas (cm)	32
Anexos 4 . Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I).....	32
Anexos 5 . Logitud de raíces (cm)	33
Anexos 6 . Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I).....	33
Anexos 7 . Fotografía de los trabajos realizados en campo	34

RESUMEN

La enfermedad del Moko del plátano, causada por *Ralstonia solanacearum* raza 2, es una de las principales limitantes fitosanitarias para la producción platanera en Ecuador, especialmente en El Carmen, Manabí. El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de *Trichodermas sp.* sobre esta bacteria, implementando una cámara térmica para analizar su influencia en plantas de plátano barraganete (*Musa AAB*) durante la fase de vivero. El estudio se desarrolló en la granja experimental Rio Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con siete tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos incluyeron un testigo absoluto (suelo estéril), testigo de campo (suelo con Moko), y cinco concentraciones diferentes de *Trichodermas sp.* (100%, 75%, 50%, 25% y 10%) aplicadas sobre el suelo contaminado con *Ralstonia solanacearum*. Las variables evaluadas fueron: número de raíces totales, longitud de raíces y número de raíces sanas. El análisis estadístico indicó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0,05$). Sin embargo, el testigo absoluto (T1) mostró los mejores valores en todas las variables: 6,25 raíces totales, 27,75 cm de longitud de raíces y 4 raíces sanas. La Cámara térmica proporcionó condiciones controladas de temperatura y humedad para el desarrollo de las plántulas, aunque el efecto antagonista de *Trichodermas sp.* contra *Ralstonia solanacearum* no fue estadísticamente significativo. Los resultados sugieren la necesidad de ajustar las concentraciones de *Trichodermas sp.*, extender el periodo de evaluación, o modificar las condiciones ambientales de la Cámara térmica para potenciar el efecto biocontrolador.

Palabras clave: Moko del plátano, *Ralstonia solanacearum*, *Trichodermas sp.*, biocontrol, cámara térmica, *Musa AAB*

ABSTRACT

Plantain Moko disease, caused by *Ralstonia solanacearum* race 2, is one of the main phytosanitary limitations for plantain production in Ecuador, especially in El Carmen, Manabí. The study aimed to evaluate the effect of *Trichoderma* sp. on this bacterium, implementing a thermal camera to analyze its influence on barraganete plantain plants (*Musa* AAB) during the nursery phase. The study was carried out at the Rio Suma experimental farm of the Eloy Alfaro Laica University of Manabí, El Carmen extension, under a Completely Randomized Design (CRD) with seven treatments and five replications. The treatments included an absolute control (sterile soil), a field control (soil with Moko), and five different concentrations of *Trichoderma* spp. (100%, 75%, 50%, and 10%) applied on soil contaminated with *Ralstonia solanacearum*. The variables evaluated were: total number of roots, root length, and number of healthy roots. Statistical analysis indicated no significant differences between the treatments evaluated ($p>0.05$). However, the absolute control (T1) showed the best values for all variables: 6.25 total roots, 27.75 cm of root length, and 4 healthy roots. The thermal chamber provided controlled temperature and humidity conditions for seedling development, although the antagonistic effect of *Trichoderma* spp. against *Ralstonia solanacearum* was not statistically significant. The results suggest the need to adjust *Trichoderma* spp. concentrations, extend the evaluation period, or modify the environmental conditions of the thermal chamber to enhance the biocontrol effect.

Keywords: Banana Moko, *Ralstonia solanacearum*, *Trichoderma* sp., biocontrol, thermal chamber, *Musa* AAB

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la agricultura forma un valor importante en el progreso económico, social, cultural y la seguridad alimentaria nacional, resaltando sus explotaciones en el sector platanero (*Musa AAB*) como una de las más notables (INIAP, 2021). Esta producción simboliza no solo una fuente propia de ganancias para múltiples productores, del mismo modo un factor fundamental para el equilibrio social y económico del país. En la actualidad, cuando la extensión producida con plátano comprende alrededor de 144,981 hectáreas, de las cuales 86,712 hectáreas pertenecen a técnicas de monocultivo, mientras que 58,269 hectáreas se siembran bajo técnicas adjuntas con distintos cultivos. La productividad se centraliza especialmente en el llamado “triángulo platanero” ecuatoriano, constituido por las provincias de Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas y los Ríos, con extensiones cultivadas de 52,612, 14,249 y 13,376 hectáreas correspondientemente (Piloso & Evelyn Pinargote, 2020).

En especial, el cantón El Carmen, situado en la provincia de Manabí, se asienta como la primordial zona agricultura de plátano en El País, con alrededor de 6300 agricultores que siembran una superficie de 40498 hectáreas (Revista de Manabí, 2022). Esta zona, ubicada en el noreste ecuatoriano, se identifica por su proceso de producción fundamentado en monocultivo con escasez de la diversidad de variedades, lo que aumenta su flaqueza ante las variabilidades climáticas y el acontecimiento de fitopatógenos. En esta situación, el control eficaz de la infección bacteriana distinguida como “Moko del Plátano” trasciende ineludible para proteger el rendimiento de musáceas en el sector.

Las que se encuentran en mayores proporciones en estas zonas comprenden el “Dominico”, designado especialmente para el consumo propio, y el “barraganete”, encaminado principalmente a la exportación. Sin embargo, la producción media nacional, evaluada en 4 toneladas por hectárea por año (INIAP, 2021), es elocuentemente menor a la lograda en países cercanos como en Colombia, dónde se consiguen producciones de hasta 10 toneladas por hectárea en trabajos habituales y más de 20 toneladas en modalidades tecnificados.

El cultivo de plátano juega un papel importante socio económico destacado, ya que favorece a la creación de trabajo y a la seguridad alimentaria, principalmente en asociaciones rurales donde establece un brote constante y transitorio de trabajo, conjuntamente de abastecer un alimento

nutritivo primordial para la dieta local (Sandra León & Maria Sanchez, 2020). La propagación inadmisibles de esta producción deriva en gran dimensión de las existencias de material vegetal de mejor calidad. Con esa finalidad, es elemental la adquisición de hijuelos sanos, semejantes y con un desarrollo sano, así como la colocación de enraízantes o estimulantes biológicos que beneficien el crecimiento radicular en mínimo tiempo. En relación con esto se efectúan estudios para perfeccionar las circunstancias de temperatura y humedad relativa en cámaras térmicas, utilizando cormos procedentes de plantas madres optadas como material vegetativo (Torres, 2017). No obstante, la disminución de la producción percibida se destina especialmente a limitantes bióticas, siendo la enfermedad “moko del plátano” una de las más dañinas. Esa fitopatología perjudica a varias regiones tropicales, e incluyendo la zona del Carmen, dónde su influencia ha crecido a causa del manejo inoportuno del uso del material vegetal (Cedeño).

En el marco de las acciones estratégicas biológicas para el control del “moko”, se enfatiza el manejo de hongos del género *Trichoderma*, distinguido por sus cualidades antagónicas que reprime el crecimiento y desarrollo de *Ralstonia solanacearum*. En relación con esto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de las condiciones ambientales generadas en una Cámara térmica sobre el comportamiento del hongo *Trichoderma sp.*, empleado para el control de *Ralstonia solanacearum* en plántulas barraganete durante la fase de vivero.

Objetivo general

Implementar una cámara térmica para producción de plántulas de plátano *Musa* AAB con *Trichodermas sp.*, en la granja experimental Río Suma Extensión El Carmen

Objetivos específicos

- ❖ Evaluar la influencia de *Trichodermas sp.*, sobre variables agronómicas de *Musa* AAB, bajo Cámara térmica
- ❖ Evaluar el comportamiento de *Ralstonia solanacearum* en *Musa* AAB, bajo el control biológico de *Trichodermas sp.*, y condiciones de cámara térmica

Hipótesis

Ho. El hongo *Trichodermas sp.* no tiene influencia sobre el desarrollo de las plántulas de *Musa* AAB infectadas por *Ralstonia solanacearum* en condiciones de cámara térmica.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades de la enfermedad del Moko (*R. solanacearum*)

1.1.1 Clasificación Taxonómica

El moko del plátano es una enfermedad ocasionada por la bacteria, *R. solanacearum* raza 2 (filotipo II) (SENASICA, 2023).

Tabla 1: Clasificación taxonómica de *R. solanacearum*

Dominio	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Betaproteobacteria
Familia	Burkholderiales
Género	Ralstonia
Especie	<i>Ralstonia solanacearum</i> raza 2

(San Salvador, 2021).

1.1.2. Descripción morfológica de *R. solanacearum*

Es una bacteria gramnegativa, en cualidad de bastoncillo, de 0,5 a 0,7 micrones de tamaño x 1 a 2 um, con una o cuatro cepas de flagelos pares que cambian según la clase de colonia y la edad del cultivo. Consigue vivir 2 - 10 años sin cultivo. Se propaga del suelo a raíces saludables, asimismo consigue ser transmitida por humanos o polinizadores (Cherrez, 2023).

1.2. Forma de transmisión e infección de *R. solanacearum* al plátano

La facilidad de propagación de *R. solanacearum* raza 2 surge a partir de diferentes procesos, entre los que se enfatizan:

1.2.1 Herramientas

Los instrumentos utilizados en una planta afectada con *R. solanacearum* raza 2 refleja grandes ventajas de convertirse en un mecanismo para la transmisión de la patología; principalmente cuando se producen cortes y posteriormente se expone a plantas saludables a través de la actividad laboral. Ejemplo, labores deshoje, destalle, apuntalamiento, corte del racimo, entre otras, tienden a causar daños que representan la principal forma de ingreso de la bacteria (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, 2023).

1.2.2. Calzado

El calzado se estima una de las maneras más habituales de dispersión del patógeno en plantaciones perjudicadas por Moko, debido a que significa un riesgo elevado por la propagación de la enfermedad. Esto ocurre a causa de que la suela del calzado es altamente móvil para la dispersión de partículas (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, 2023).

1.2.3. Insectos

Los insectos ejercen un rol crucial en la diseminación del Moko. Hay un amplio registro de especies capaces de propagar esta enfermedad, sobresaliendo aquellas de los órdenes lepidóptera (mariposas), coleóptera (escarabajos) y hemíptera (cochillinas y chinches). Estos insectos tienen la capacidad de mover savia contaminada hacia las plantas en las flores masculinas que se producen durante el transcurso de desfloración, Por medio de las lesiones en la planta (SENASICA, 2019).

1.2.4. Material propagativo

La difusión por material vegetativo, compone la primordial vía de dispersión del patógeno, el hecho de no presentar síntomas es el principal motivo, por este motivo es imprescindible prevenir el uso de hijuelos de plantaciones perjudicadas con Moko para la siembra o resiembra (Vera Coello & Bustamante González, 2023).

1.2.5. Contacto con tejidos vegetales infectados

Una de las principales fuentes de propagación de la enfermedad son las plantas ya contaminadas, debido a que sus raíces, pseudotallo e incluso, en ciertos casos, el racimo, pueden albergar altas concentraciones de la bacteria, lo que favorece su dispersión hacia áreas próximas al foco infeccioso (Vera Coello & Bustamante González, 2023).

1.3. ¿Qué es una cámara térmica?

Una Cámara térmica usada en la agricultura es un dispositivo o estructura que permite generar y controlar un ambiente con temperaturas elevadas (usualmente entre 45 y 70 °C) y condiciones de humedad específicas para la multiplicación masiva y limpieza fitosanitaria de material de siembra, especialmente en cultivos como el plátano. En estas cámaras se someten cormos y yemas a termoterapia para eliminar plagas y patógenos, favoreciendo la producción de plantas sanas y con mayor rendimiento. Esta tecnología también puede incluir riego automatizado y control de fotoperiodo para optimizar el cultivo en un ambiente controlado (Franklin, 2022).

El recubrimiento de estas cámaras es típicamente plástico térmico grueso, alrededor de 200 micrones, que ayuda a retener el calor y evitar pérdidas energéticas. El uso de material elite (de propagación in vitro) mejora la sanidad y permite excluir microorganismos y plagas. Los sistemas modernos automatizan el riego, aplicando fertirriego (riego con solución nutritiva) según la demanda y evitando excesos de humedad, lo que protege la raíz y optimiza recursos (Betancur & Galeano, 2017).

1.3.1. Beneficios de la cámara térmica

Permiten producir plantas en un ambiente controlado y protegido, favoreciendo la calidad y cantidad de plantas disponibles en todo momento, lo que posibilita la reproducción masiva y el manejo de especies forestales y agrícolas de manera efectiva (Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible , 2021).

Generan plantas de calidad mejor preparada para enfrentar condiciones adversas del campo, lo que reduce riesgos y costos en la fase de plantación definitiva (Proyecto de desarrollo integral sostenible en la provincia de Chimborazo, 2014).

Son una base fundamental para la gestión sostenible de reforestación y producción de especies nativas, apoyando proyectos agrícolas y forestales con beneficios económicos, ambientales y sociales (Proyecto de desarrollo integral sostenible en la provincia de Chimborazo, 2014).

1.4. ¿Qué es Trichoderma?

Trichoderma es un tipo de microorganismos filiformes extensamente esparcidos en el terreno y en sustancias naturales en deterioro, identificados por su habilidad para relacionarse directamente con las especies y otros microorganismos. Según (Harman, Howell, Viterbo, & Chet, 2004), “*Trichoderma sp.* Son microorganismos saprófitos que habitan el terreno y las estructuras radiculares de las especies, cumpliendo un rol esencial en la inhibición de patologías y la estimulación del desarrollo vegetal.” Esta propiedad los transforma en elementos bio reguladores autóctonos, aptos para frenar agentes patógenos vegetales y optimizar la vitalidad de los sembradíos.

Los microorganismos de tipo trichoderma poseen una notable habilidad para ajustarse a variados entornos, lo que les facilita ser utilizados en diversas metodologías rurales (Vinale, y otros, 2008). Su habilidad de generación de proteínas descompositoras, antimicrobianos y elementos gaseosos los convierte en elementos orgánicos eficaces y confiables en contraste con los artículos sintéticos. Por lo cual, se ubican como una opción perdurable en la agricultura contemporánea (Mukherjee, Horwitz, & Kenerley, 2013).

1.4.1. Beneficios de Trichoderma

Los beneficios de Trichoderma en la agricultura y el medio ambiente son múltiples y han sido ampliamente estudiados. Uno de los principales es su función como agente de biocontrol, mediante la competencia directa, la producción de compuestos antagonistas y la inducción de resistencia sistémica en las plantas (Harman, Howell, Viterbo, & Chet, 2004). Este mecanismo reduce la dependencia de fungicidas químicos, disminuyendo impactos ambientales y riesgos para la salud humana.

Además, *Trichoderma* fomenta el desarrollo vegetal a través de la disolución de elementos nutritivos y la generación de reguladores vegetales como las hormonas de crecimiento, que impulsan la creación y la producción de fitohormonas como las auxinas, que estimulan la formación y elongación de raíces (Contreras-Cornejo, Macías-Rodríguez, Cortés-Penagos, & López-Bucio, 2009). De esta forma, se mejora la absorción de agua y nutrientes, incrementando la productividad de los cultivos.

Por otra parte, (Vinale, y otros, 2008), destacan que *Trichoderma* también contribuye a la degradación de materia orgánica, mejorando la estructura y fertilidad del suelo. Esta actividad ayuda a mantener un equilibrio microbiológico beneficioso en el suelo, favoreciendo un ambiente propicio para el desarrollo saludable de las plantas.

1.4.2. Influencia de *Trichoderma* en el suelo

La presencia de *Trichoderma* en los suelos incide de manera significativa en su calidad. Según (Harman, Resumen de los mecanismos y usos de *Trichoderma* spp, 2006), estos hongos incrementan la diversidad microbiana del ecosistema edáfico y desempeñan un papel clave en la regeneración del tejido radicular, al reducir la incidencia de patologías que afectan las raíces. Esto es posible gracias a su capacidad para establecerse en la rizosfera y competir eficazmente con microorganismos fitopatógeno, además de producir enzimas hidrolíticas capaces de degradar las paredes celulares de dichos organismos.

Por otra parte, *Trichoderma* favorece la disponibilidad de nutrientes mediante procesos de mineralización y solubilización de compuestos orgánicos e inorgánicos, lo cual facilita su absorción por parte del sistema radicular (Gajera, Rana, & Patel, 2014). La introducción de *trichoderma* en el suelo ha demostrado mejorar la actividad enzimática del mismo, lo que conlleva una mayor eficiencia en los ciclos del carbono y del nitrógeno, elementos esenciales para la fertilidad del suelo (Mukherjee, Horwitz, & Kenerley, 2013).

Este efecto beneficioso contribuye a la sustentabilidad del sistema agrícola, al reducir la dependencia de fertilizantes de síntesis química y favorecer la conservación de la salud del suelo a largo plazo (Singh, Pankaj, & Srivastava, 2011).

1.4.3. Origen y obtención de Trichoderma

Trichoderma es un hongo cosmopolita, presente de manera natural en suelos agrícolas, ecosistemas forestales y zonas con alta acumulación de materia orgánica. Su origen es predominantemente natural; sin embargo, en la actualidad puede ser aislado y reproducido a escala industrial mediante técnicas de cultivo en laboratorio, con el objetivo de ser utilizado en aplicaciones agrícolas (Harman, Howell, Viterbo, & Chet, 2004).

La obtención comercial de Trichoderma se realiza a partir de aislamientos de cepas nativas o mejoradas, las cuales son seleccionadas por su capacidad antagonista y su tolerancia a diferentes condiciones ambientales (Mukherjee, Horwitz, & Kenerley, 2013). Estas cepas se cultivan en medios sólidos o líquidos para producir inóculos que luego son formulados en diferentes presentaciones (polvo, gránulos, líquidos) para facilitar su aplicación en campo.

La producción masiva y estándar de Trichoderma garantiza la calidad y efectividad del producto, siendo esencial para su uso exitoso como bio inoculante (Gajera, Rana, & Patel, 2014).

1.4.4. ¿Cómo influye la Trichoderma en la nutrición de las plantas?

Trichoderma incide de manera positiva en la nutrición vegetal mediante diversos mecanismos. Según lo señalado por (Contreras-Cornejo, Macías-Rodríguez, Cortés-Penagos, & López-Bucio, 2009), estos hongos favorecen la absorción de nutrientes al estimular el desarrollo de las raíces y facilitar la solubilización de minerales esenciales como el fósforo y el hierro, los cuales usualmente se encuentran en formas poco disponibles para las plantas.

Asimismo, Trichoderma puede generar enzimas que liberan nutrientes atrapados en la materia orgánica del suelo facilitando su incorporación en el metabolismo vegetal (Vinale, y otros, 2008). También promueve la activación de genes relacionados con la asimilación y metabolismo de nutrientes, lo que incrementa la eficiencia nutricional de la planta.

Este conjunto de efectos fortalece la capacidad de las plantas para enfrentar condiciones ambientales desfavorables y optimiza el uso de fertilizantes, contribuyendo al desarrollo de una agricultura más resiliente y sostenible (Singh, Pankaj, & Srivastava, 2011).

1.4.5. Taxonomía de Trichoderma

La clasificación del género trichoderma ha sido objeto de diversas revisiones, debido a su amplia diversidad cuál y similitud morfológica entre especies. En la actualidad, *Trichoderma* se encuentra taxonómicamente ubicado en el Reino Fungi, Division *Ascomycota*, Clase *Sordariomycetes*, Orden *Hypocreales* y Familia *Hypocreaceae* (Jaklitsch, 2009).

El género *Trichoderma* comprende más de 30 especies reconocidas, muchas de las cuales poseen un alto valor en el ámbito agrícola debido a sus propiedades como agentes de control biológico y promotores del crecimiento vegetal (Jaklitsch, 2009). Entre las especies más estudiadas se destacan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma atroviride*, conocidas por su eficacia en la supresión de fitopatógenos y su adaptabilidad a diversas condiciones ambientales.

Los progresos en las metodologías moleculares han posibilitado una delimitación más precisa y una clasificación más exacta de las especies del género *Trichoderma*, superando las restricciones impuestas por los criterios morfológicos convencionales (Druzhinina, Kopchinskiy, Komoń-Zelazowska, Bissett, & Kubicek, 2010). Este avance contribuye al desarrollo de bioinsumos específicos y al manejo eficiente de cepas con fines agroproductivos.

1.4.6. Diez especies de trichodermas más utilizadas en el ámbito agrícola

1. *Trichoderma harzianum*

Esta cepa destaca por su doble función como antagonista microbiano y estimulante del metabolismo vegetal. Su mecanismo de acción incluye la inducción de respuestas sistemáticas en los cultivos, incrementando su resiliencia fitosanitaria, a la vez que optimiza las propiedades bioquímicas del sustrato (Hernández & Gerardo Alvarado Castillo, 2023).

2. *Trichoderma viride*

Reconocido por su actividad antifúngica selectiva, sintetiza enzimas líticas (quitinasas, glucanasas) que provocan la lisis de micelios patógenos. Su implementación en sistemas de producción hortícola ha demostrado alta especificidad contra fitopatógenos (Aragón & Mirella Romero Bastidas, 2025).

3. *Trichoderma asperellum*

Bioagente multifuncional que combina actividad supresora contra *Botrytis* cinérea con la producción de fitohormonas. Estudios recientes corroboran su eficacia en la protección foliar y el incremento de parámetros fisiológicos en plantas (Aragón & Mirella Romero Bastidas, 2025).

4. *Trichoderma atroviride*

Exhibe un marcado comportamiento microparasitario mediante hiperparasitismo y competencia espacial. Sus cepas muestran tolerancia a fluctuaciones edafoclimáticas, siendo particularmente eficientes en el control de *Sclerotinia sclerotiorum* (Nina & Villacorta, 2021).

5. *Trichoderma koningii*

Especie ácido tolerante con capacidad rizosférica privilegiada. Sus metabolitos secundarios inhiben el desarrollo de hongos patógenos mientras estimulan la ramificación (Rojas, 2024).

6. *Trichoderma reesei*

Aunque su perfil enzimático (celulasas, hemicelulasas) es aprovechado industrialmente, su aplicación agronómica mejora la porosidad y agregación del suelo, facilitando la aireación radical (Juma & Julio Amilcar Pineda Insuasti, 2021)

7. *Trichoderma longibrachiatum*

Destaca como un competente colonizador rizosférico y estimulante del desarrollo vegetal. Demuestra acción inhibitoria frente a diversos fitopatógenos edáficos, con especial eficacia en sistemas de cultivo protegido (Arizmendi, 2019).

8. *Trichoderma pseudokoningii*

Agente microbiológico con un notable desempeño en la protección postcosecha. Su aplicación en tratamientos profilácticos de semillas y conservación de productos agrícolas ha sido ampliamente validada (Arizmendi, 2019).

9. *Trichoderma polysporum*

Sobresale por su producción de metabolitos antimicrobianos incapacidad para activar respuestas de defensa sistemática en plantas. Muestra acción dual contra bacterias y micosis fito patogénicas (Arizmendi, 2019).

10. *Trichoderma citrinoviride*

Biofungicida de amplio espectro con actividad predominante en suelos tropicales. Estudios recientes confirman su potencial para el manejo integrado de enfermedades radiculares (Grupo fragaria, 2025).

1.5. Caracterización y manejo de plántulas de plátano en fase de vivero a 60 días

La productividad y manipulación de plántulas de plátano (*Musa* spp.) en invernadero durante los iniciales 60 días establece en gran escala la satisfacción del trasplante y la mejora en campo. Informaciones actuales plantean representaciones elementales de nutrición, uso de bio estimulantes, eficacia del mecanismo de propagación y tecnologías desarrolladas para garantizar sanidad, homogeneidad y tenacidad en las plántulas

1.5.1. Caracterización de plántulas a 60 días

El tamaño del brote inicial (entre 16 y 20 cm) influye significativamente en el crecimiento y calidad de la plántula. Plántulas de brotes mayores acumulan hasta 57% más masa seca y presentan mayor área foliar y mejor índice de calidad en comparación con brotes más pequeños (6-10cm o 11-15cm) (García & Leonardo Ramón Vera Macías, 2022).

La altura de la planta, diámetro del tallo y peso seco son las variables morfométricas típicas medidas a los 60 días. El área foliar se calcula con base en medidas específicas de la hoja expandida para estimar la fotosíntesis activa (Saavedra & Francisco Javier Arteaga Alcivar, 2024).

Cormos de peso entre 200 y 500 g son recomendados para producción de plantas ideales en vivero durante este periodo, ya que cormos de 100 g no logran características adecuadas para trasplante (Cruz, 2019).

1.5.2. Manejo en vivero a 60 días

Las plántulas se suelen sembrar en bolsas plásticas de 6 x 9 o 8 x 12 cm, con sustratos mejorados que incluyen tierra combinada con aserrín o casulla para mejorar el drenaje (Anchundia & Jimmy Trinidad Pico Rosado, 2021).

Producción sostenible y libre de plagas: el enfoque actual impulsa la producción sostenible, eliminando microorganismos patógenos y plagas desde la etapa inicial mediante el uso de materiales estériles y bio estimulantes, y la incorporación de prácticas de manejo integrado de plagas (Instituto Nacional de investigaciones agropecuarias, 2021).

Riego controlado: es fundamental mantener una humedad adecuada sin saturar el sustrato, ya que el exceso de agua puede provocar el ahogamiento de las raíces. Se recomienda realizar riegos suaves y regulares, si el vivero se encuentra a sombra o sol directo (USAID, 2007).

Altura: A los 60 días, la altura de las plántulas se mide desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja bien expandida y puede variar, pero estudios recién reportan una medida aproximada de alrededor de 30 a 40 cm o más dependiendo del tamaño del brote inicial y condiciones del vivero. (Saavedra & Francisco Javier Arteaga Alcivar, 2024).

Número de hojas: A los 60 días, las plántulas suelen tener entre tres y cuatro hojas bien desarrolladas. La medición del área foliar se realiza tomando como referencia principalmente la tercera hoja bien expandida que es representativa para estimar la capacidad fotosintética activa del cultivo (Saavedra & Francisco Javier Arteaga Alcivar, 2024).

CAPITULO II

2. ESTADO DEL ARTE

El Moko del plátano es una enfermedad bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* que impacta gravemente la producción de esta importante especie agrícola en regiones tropicales y subtropicales. Su dispersión se debe principalmente a material de plantación contaminado, y la ausencia de control químicos efectivos insostenibles para esta patología ha impulsado la búsqueda de alternativas biológicas para mitigar su efecto (Yepes & Nicole Factos, 2025).

En este contexto el género *Trichoderma sp.* ha surgido como una herramienta biológica prometedora para el manejo integrado del Moko, debido a sus múltiples mecanismos de acción antagonistas frente a patógenos del suelo. Estos mecanismos incluyen competencia por espacio y nutrientes, micro parasitismo, producción de metabolitos antifúngicos y antibacterianos, y la inducción de resistencia sistemática en las plantas hospedantes (Álvarez, 2023).

Los filtrados de cepas de *Trichoderma viride* y el producto comercial Trichoplant inhibieron completamente el crecimiento del *Ralstonia solanacearum* in vitro, mientras que el *Trichoderma viride* y Ecoterra redujeron los síntomas del Moko en el invernadero, confirmando el potencial de estos hongos en el manejo biológico de la enfermedad (Ceballos & Elizabeth Álvarez, 2014).

Es importante combinar la aplicación de *Trichoderma* con otras técnicas de saneamiento, como la propagación en cámaras térmicas, para eliminar el patógeno en material de siembra y potenciar los efectos del biocontrol (Bolaños, 2024).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizó en la granja experimental Río Suma (Fig. 1) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, Provincia de Manabí la misma que se encuentra ubicada en las coordenadas UTM: X = 674967, Y= 9971156 y Z= 266 msnm.

3.2. Coordenadas del ensayo

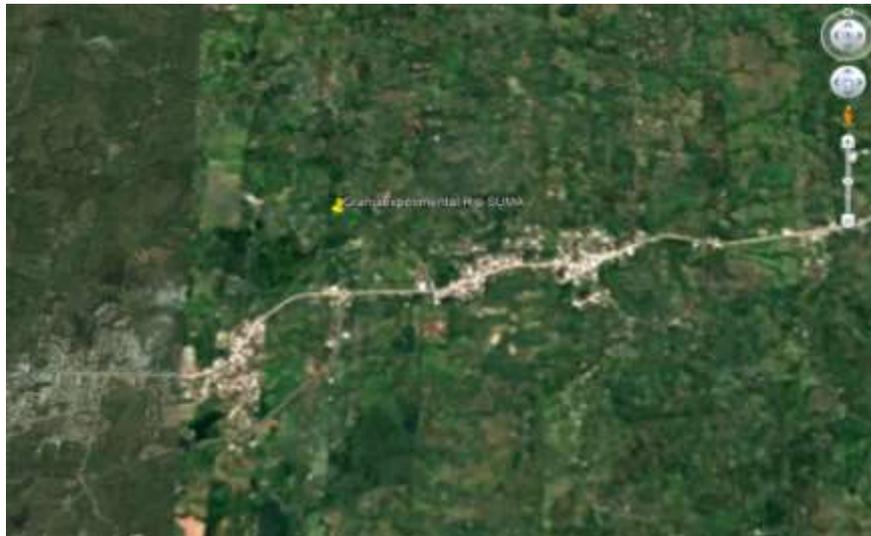


Figura 1 Localización del área de estudio

3.3. Características Agroclimáticas

Tabla 2: Condiciones agroecológicas del lugar donde se realizó la investigación.

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

3.4. Materiales y Equipos

3.4.1. Construcción de Cámara térmica

- Tubo galvanizado de 3”
- Cemento
- Grava
- Arena
- Soldadura
- Plástico de invernadero
- Mano de obra

3.4.2. Experimento

- Fundas de vivero
- Cormos de plátano
- Marcador
- Tijeras
- Cintas
- Recipientes plásticos
- Cucharas

3.4.3. Insumos

Cepas de Trichodermas sp.

3.5. Preparación del sustrato

El sustrato que se utilizó estuvo compuesto por 75% de suelo y 25% de cascarilla de arroz. el mismo que posteriormente fue mezclado con una pala y luego colocado en las fundas de vivero.

3.5.1. Preparación de *Trichodermas sp.*,

3.5.2. Materiales

- ❖ 1Kg de arroz piquillo
- ❖ Bandeja plástica
- ❖ 10 L de agua
- ❖ 37 g de cascarilla de arroz

3.5.3. Preparación

- 1) Mezclar la cascarilla de arroz con el arroz piquillo
- 2) Lavar el arroz 3 veces con agua fría (el lavado se hace para eliminar impurezas y almidón)
- 3) Colocar agua hirviendo más 1ml de una sustancia antibacterial en este caso usamos (cloranfenicol), remover para conseguir una mezcla homogénea.
- 4) Tapar la bandeja con un recipiente similar al que contiene arroz, dejar en cocción de 5 a 10 minutos dependiendo de la dureza del arroz, escurrir utilizando un colador para evitar la pérdida de partículas.
- 5) Dejar en drenaje por 30 min. aproximadamente, colocar el arroz drenado en un recipiente resistente a la autoclave (121°C y 15 libras x cm² de presión).
- 6) Tapar el recipiente para evitar el ingreso el vapor de agua dentro del autoclave, para ello se requiere papel periódico y ligas de caucho.

- 7) Colocar el recipiente en la autoclave y esperar hasta que la válvula de presión este disipando de manera uniforme o constante la presión interna.
- 8) Dejar en esterilización por 15 min., sacar y dejar enfriar.
- 9) Transvasar el arroz esterilizado a las bandejas de multiplicación previamente esterilizados, cubrir las bandejas con el periódico esterilizado, con el uso de la cinta masking (trabajar en la cámara de aislamiento: cabina de flujo laminar).
- 10) Dejar por 3 días a la oscuridad y posteriormente en la claridad hasta la colonización total del sustrato
- 11) Retirar el periódico y dejar deshidratar el producto, colocar este en un recipiente al vacío y bien sellado.

3.6. Preparación del material vegetal de la investigación.

Para la aplicación del tratamiento en el material vegetal (cormos de plátano) se realizó una limpieza para así evitar alguna posible contaminación que dicho material pueda tener, posteriormente a esto se realizó la desinfección de los mismos sumergiéndolos en una solución de 50 cc de (vitavax) diluido en 20 litros de agua durante aproximadamente 10 segundos.

3.6.1. Siembra del material vegetativo.

Una vez que se realizó la desinfección de los cormos, se colocaron en las fundas de vivero que habían sido llenadas con el sustrato correspondiente. Luego se dejaron en reposo.

3.7. Aplicación de los tratamientos.

3.7.1. Modelo experimental

En la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), representado con 7 tratamientos y 5 repeticiones y un total de 35 unidades experimentales, donde se aplicaron los diferentes tratamientos de *Trichoderma* para el control de *Ralstonia solanacearum*. Para el análisis estadístico se realizó la prueba de significación de Tukey al 5% con la ayuda del software estadístico INFOSTAT versión 2020.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	34
Tratamientos	6
Repeticiones	4
Error Experimental	24

Tabla 3: Diseño de ADEVA en Evaluación de *Trichodermas sp.* Sobre plántulas de plátano infectadas por *Ralstonia solanacearum*

3.8. Tratamientos

Tabla 4: Tratamientos para la evaluación de *Trichoderma sp.* y *Ralstonia solanacearum* por tratamientos en plátano barraganete (*Musa AAB*).

N°	Tratamiento	Descripción
1	T1	Suelo estéril (Testigo)
2	T2	Suelo contaminado con Moko
3	T3	Suelo contaminado con Moko + <i>Trichodermas sp.</i> al 100% (producto comercial)
4	T4	Suelo contaminado con Moko + <i>Trichodermas sp.</i> al 75% (producto comercial)
5	T5	Suelo contaminado con Moko + <i>Trichodermas sp.</i> al 50% (producto comercial)
6	T6	Suelo contaminado con Moko + <i>Trichodermas sp.</i> al 25% (producto comercial)
7	T7	Suelo contaminado con Moko + <i>Trichodermas sp.</i> al 10% (producto comercial)

3.9. Croquis del diseño

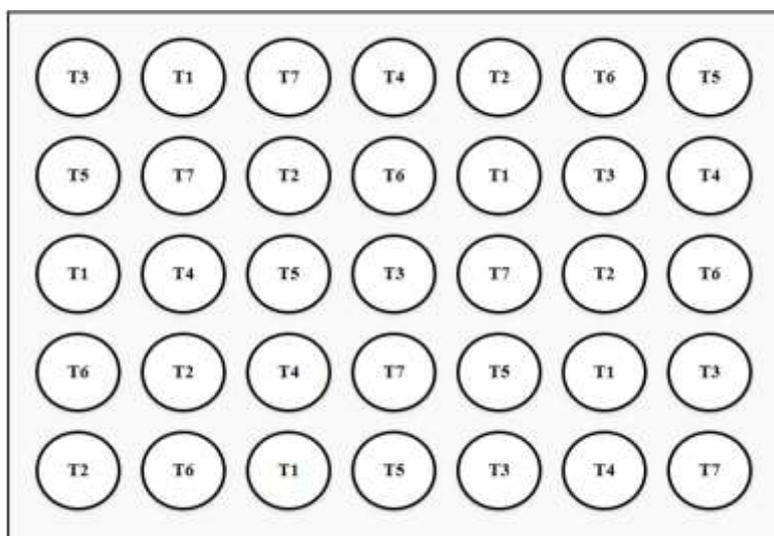


Figura 2: Croquis de ubicación de los tratamientos

3.9.1. Análisis estadístico

3.9.2. Variables (Variables independientes)

- Cepas del hongo *Trichoderma sp.*

3.9.3. Variables dependientes

- Número de raíces totales
- Porcentaje de raíces sanas
- Longitud de raíces

3.9.4. Descripción de las variables a medir

- **Numero de raíces totales.**

El número de raíces totales se determinó a los 60 días de establecido el vivero, para ello se sacarán las plantas de la bolsa de cultivo, se quitó el sustrato y se realizó el conteo de manera manual de todas las raíces que hayan emergido del tallo (cormo) de las plántulas.

- **Porcentaje de raíces sanas**

Del número total de raíces, se realizó el conteo de las raíces sanas, las mismas que tienen color blanco y sin afectación de plagas o enfermedades

- **Longitud de raíces**

La medición se realizó a los 60 días de establecido el vivero, para ello se sacaron las plantas de la bolsa de cultivo, y se tomaron las medidas desde el punto de inserción en el rizoma hasta su extremo apical.

CAPÍTULO IV

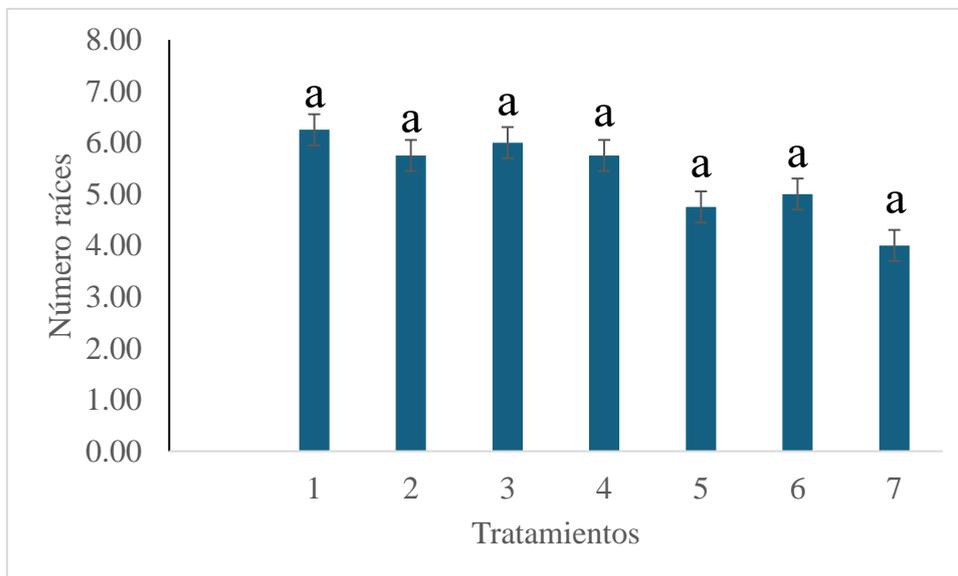
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables de número de raíces

Los resultados presentados en la figura 3 revelan que, aunque no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0.005$), se observan tendencias numéricas importantes que merecen ser analizadas en el contexto de biocontrol con *Trichoderma sp.*

El tratamiento T1 (testigo absoluto) mostró el mayor valor numérico con aproximadamente 6.2 raíces, seguido de los tratamientos T2, T3 y T4 con valores similares entre 5.8-6 raíces. Los tratamientos T5, T6 y T7 presentaron una tendencia decreciente, siendo T7 el de menor valor con aproximadamente cuatro raíces.

Figura 3. Efecto de tratamientos de *Trichoderma sp.* sobre plántulas infectadas con *Ralstonia solanacearum*.



Estos resultados concuerdan con los hallazgos reportados por (Fabricio, 2017), en su trabajo de titulación, quien determinó que el promedio de raíces en tratamientos con suelo estéril fue de 9,5 unidades. La diferencia en los valores absolutos puede atribuirse a varios factores experimentales.

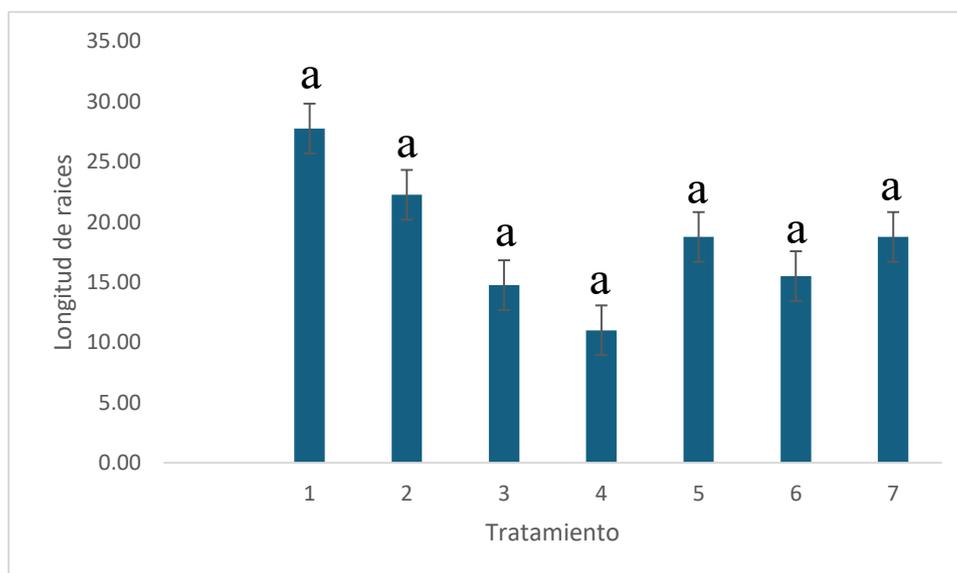
4.2. Variable de longitud de raíces

En la figura 4. Los datos revelan que el tratamiento T1 (testigo absoluto) obtuvo la mayor longitud promedio de raíces con aproximadamente 28 cm, seguido del tratamiento T2 (testigo de campo), con 22 cm. Los tratamientos T3, T5 y T7 presentaron valores intermedios, oscilando entre quince y diecinueve cm, mientras que los tratamientos T4 y T6 registraron las menores longitudes con once y dieciséis cm respectivamente.

Es importante destacar que, aunque no se encontraron diferencias significativas, existe una tendencia numérica favorable hacia los tratamientos T1 y T2, los cuales mostraron un incremento del 40% y 22% respectivamente en la longitud de raíces comparado con el tratamiento de menor valor (T4).

Esta tendencia podría indicar un efecto benéfico de ciertos aislamientos de *Trichoderma sp.* en el desarrollo radicular, lo cual podría ser más evidente con un mayor tamaño de muestra o bajo condiciones experimentales más controladas.

Figura 4 Efecto de tratamientos de *Trichodermas sp.* sobre plántulas infectadas con *Ralstonia solanacearum*.



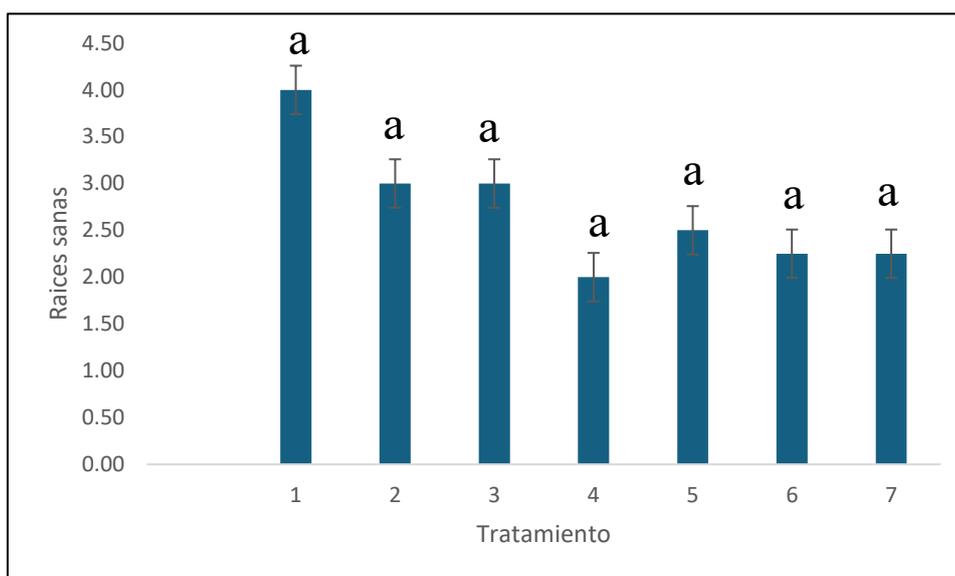
Estos resultados son similares a la investigación realizada por (Fernando, 2025), en su trabajo expone que el promedio de longitud de raíces oscila entre los quince y veintiséis cm.

4.3. Variable de raíces sanas

En la Figura 5. Los datos muestran una clara diferencia en el desempeño de los tratamientos evaluados, siendo el tratamiento T1 (tratamiento absoluto) en qué registró el mayor número de raíces sanas con aproximadamente cuatro unidades, seguido de los tratamientos T2 y T3 con valores similares de 3,0 raíces sanas cada uno.

Los tratamientos T4, T5, T6 y T7 presentaron un comportamiento más uniforme entre ellos, cuando valores que oscilaron entre 2 y 2,5 raíces sanas, siendo T4 el que mostró el menor registro con aproximadamente dos unidades. Esta distribución de los resultados sugiere una tendencia decreciente desde T1 hacia T4, con una posterior estabilización en los tratamientos restantes.

Figura 5. Efecto de tratamientos de *Trichoderma sp.* sobre plántulas infectadas con *Ralstonia solanacearum*.



Estos resultados obtenidos tienen un cierto porcentaje de similitud a la investigación elaborada por (Alexander, 2024), en su trabajo expone que el porcentaje de raíces sanas en qué etapa juvenil oscila entre los 30 g.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

Basándose en los resultados obtenidos en la presente investigación, se establecen las siguientes conclusiones.

Efecto de *Trichodermas sp*, sobre variables agronómicas: la aplicación de diferentes concentraciones de *Trichodermas sp*, (100%, 75%, 50%, 25% y 10%) en plántulas de plátano barraganete bajo condiciones de Cámara térmica no mostró diferencias estadísticamente significativas en las variables número de raíces totales, longitud de raíces y número de raíces sanas ($p > 0,05$), sugiriendo que, bajo las condiciones experimentales establecidas, el efecto del bio controlador no fue determinante

Aunque sin significancia estadística, se observaron tendencias numéricas favorables en el testigo absoluto (T1), el cual registró los mejores promedios en todas las variables evaluadas: 6,25 raíces totales, 27,75 cm de longitud radicular y 4 raíces sanas, lo que confirma la importancia del uso de material vegetal sano y sustrato estéril.

Se acepta la hipótesis nula (H_0), confirmando que, bajo las condiciones experimentales establecidas, el hongo *Trichodermas sp*, no tuvo influencia significativa sobre el desarrollo de las plántulas de *Musa* AAB infectadas por *Ralstonia solanacearum* en condiciones de Cámara térmica durante el periodo de estudio.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos y las conclusiones establecidas, se proponen las siguientes recomendaciones:

Optimización de concentraciones y formulaciones: se recomienda evaluar concentraciones superiores de *Trichoderma* sp, (150%, 200%) y diferentes formulaciones comerciales, así como la combinación de múltiples especies del género trichoderma cuál para potenciar el efecto sinérgico contra *Ralstonia solanacearum*

Extensión del periodo experimental: realizar estudios con periodo de evaluación más prolongados (90- 120 días) que permitan observar el efecto acumulativo del bio controlador y evaluar variables adicionales como supervivencia, vigor de plántulas y establecimiento en campo.

Validación en campo: una vez optimizadas las condiciones en cámara térmica, se recomienda validar los resultados en condiciones de campo cuál para determinar la efectividad del tratamiento bajo condiciones reales de producción.

BIBLIOGRAFIA

- San Salvador. (2021). Medidas de bioseguridad para la introduccion y movimiento de materialde propagacion de musaceas en la region OIRSA. *Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria*, 200.
- Alexander, N. O. (2024). *Evaluación de la correlación entre porcentaje de raíces sanas y desarrollo vegetativo durante fase fenológica el cultivo de banano*. Machala: UTMACH.
- Álvarez, F. V. (2023). *Bio control de fusarium oxysporum f.sp.cubense con especies de Trichodermas sp.: una revision*. Medellin: repository.unad.edu.com.
- Anchundia, F. M., & Jimmy Trinidad Pico Rosado, B. A. (2021). *Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de plátano*. Lago Agrio: Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias.
- Aragón, J. G., & Mirella Romero Bastidas, P. M. (2025). *Efecto bio estimulante de cepas nativas de trichoderma en la germinación de cuatro variedades de albahaca*. Texcoco: Revista mexicana de fitopatología.
- Arizmendi, G. D. (2019). <https://www.academia.edu/>. Obtenido de Trichoderma: su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura: https://www.academia.edu/82720327/Trichoderma_su_potencial_en_el_desarrollo_sostenible_de_la_agricultura
- Baranowski, P., Mazurek, W., Wozniak, J., & Majewska, U. (2014). Detección de hematomas tempranos en manzanas mediante datos hiperespectrales e imágenes térmicas. *Revista de Ingeniería de Alimentos*, 124, 124-134.
- Betancur, D. G., & Galeano, L. M. (2017). *Diseño de camara termica automatizada para la produccion de colino de platano*. Pereira: Universidad Tecnologica de Pereira .
- Bolaños, L. M. (2024). *Situación actual del Moko bacteriano en musáceas: recomendaciones de manejo exitoso* . Mexico: Acorbat revista de tecnología y ciencia.
- Ceballos, G., & Elizabeth Álvarez, M. B. (2014). *Reducción de poblaciones de Ralstonia solanacearum raza 2 (Smith) en plátano (Musa AAB Simmonds) con la aplicación de extractos de Trichoderma sp. (Alexopoulos y Mims) y bacterias antagonistas*. Palmira: Acta Agronómica.
- Cedeño, I. A. (s.f.). *iniap.gob.ec*. Obtenido de Banano,Platano y otras musaceas: <https://www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Cherrez, J. C. (2023). *Incidencia y medidas alternativas de control para el moko (Ralstonia*

- solanacearum*) del banano en el Ecuador. Obtenido de dspace.utb.edu.ec:
<https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13942/E-UTB-FACIAG-ING>
- Contreras-Cornejo, H., Macías-Rodríguez, L., Cortés-Penagos, C., & López-Bucio, J. (2009). *Trichoderma virens*, un hongo beneficioso para las plantas, mejora la producción de biomasa y promueve el crecimiento de las raíces laterales mediante un mecanismo dependiente de auxinas en *Arabidopsis*. *Fisiología vegetal*, 149(3), 1579-1592.
- Cruz, J. S. (2019). *Evaluación del peso adecuado de cormos para producción de plantas de plátano (Musa x paradisiaca L.) en vivero*. Zamorano: bdigital.zamorano.edu.
- Druzhinina, I., Kopchinskiy, A., Komoń-Zelazowska, M., Bissett, J., & Kubicek, C. (2010). El complejo de especies de *Trichoderma harzianum*: resolución de la taxonomía con marcadores moleculares. *Investigación Micológica*, 114(10), 1137-1152.
- Fabricio, P. G. (2017). *Evaluación del efecto agronomico de dos tipos de micorrizas en el establecimiento de cultivos meristemáticos, en fase de vivero*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Fernando, V. E. (2025). *Efecto de diferentes dosis de un bioestimulante radicular para el desarrollo de plantas de Banano en vivero en el canton Naranjal*. Naranjal : Universidad Agraria del Ecuador.
- Franklin, H. E. (2022). *Cámara térmica en la propagación de cormos en plátano barraganete (Musa AAB)*. El Carmen : repositorio.uleam.edu.ec.
- Gajera, H., Rana, D., & Patel, R. (2014). El papel de *Trichoderma* en la agricultura: Una revisión. *Revista Internacional de Ciencia e Investigación*, 3(9), 1694-1697.
- García, G. A., & Leonardo Ramón Vera Macías, S. d. (2022). *Macro propagación y calidad de las plantulas de plátano (Musa AAB Simmonds) en función de sustratos y tamaño de brotes*. Calceta : Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales.
- García-Tejero, I. F., Durán-Zuazo, V. H., Jiménez-Bocanegra, J. A., Muriel-Fernández, J., & Rodríguez-Pleguezuelo, C. (2010). Imágenes térmicas a nivel de planta para evaluar el estado hídrico de los cultivos en especies leñosas. *Gestión del agua agrícola*, 98(11), 1578-1586.
- Grinzato, E., Bison, P., & Marinetti, S. (2010). *Revista de Patrimonio Cultural. Seguimiento de edificios antiguos mediante métodos térmicos*, 11(1), 36-43.
- Grupo fragaria. (marzo de 2025). *Trichoderma: conoce los múltiples beneficios de su uso en frutilla*. Obtenido de <https://grupofragaria.com/>:
<https://grupofragaria.com/articulos/trichoderma-en-frutilla/>

- Harman, G. (2006). Resumen de los mecanismos y usos de *Trichoderma* spp. *Fitopatología*, 96(2), 190-194.
- Harman, G., Howell, C., Viterbo, A., & Chet, I. (2004). Especies de *Trichoderma*: simbioses vegetales oportunistas y avirulentos. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43-56.
- Hernández, F. d., & Gerardo Alvarado Castillo, G. S. (2023). *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. Lomas del estadio: Revista Colombiana Biotecnol.
- INIAP. (Diciembre de 2021). *iniao.gob.ec*. Obtenido de Desarrollo de agro tecnologías como estrategia ante la amenaza de enfermedades que afecten la producción: https://www.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/Proyecto%20COE_2021_12_29.pdf
- Instituto Nacional de investigaciones agropecuarias. (2021). *Desarrollo de agro tecnologías cómo estrategia ante la amenaza de enfermedades que afecten la producción de musáceas en el Ecuador*. Quito: iniap.gob.ec.
- Instituto nacional de investigaciones agropecuarias. (2023). *Sintomatología y reconocimiento del moko en musáceas*. Obtenido de Departamento de protección vegetal: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6140/4/BD454.pdf>
- Jaklitsch, W. (2009). Especies europeas de *Hypocrea*. Parte I: Las especies de esporas verdes. *Estudios en Micología*, 63, 1-91.
- Juma, J. P., & Julio Amilcar Pineda Insuasti, D. A. (2021). *Producción del hongo-moho (Trichoderma harziarum): una revisión*. Ibarra: Revistas biorrefinería.
- Maldague, X. (2001). Wiley-Interscience. *Teoría y práctica de la tecnología infrarroja para ensayos no destructivos*.
- Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible . (2021). *Viveros Forestales Urbanos*. Asuncion : Undp.org.
- Mukherjee, P., Horwitz, B., & Kenerley, C. (2013). Metabolismo secundario en *Trichoderma*: una perspectiva genómica. *Microbiología*, 159(1), 21-32.
- Nina, G. S., & Villacorta, M. W. (2021). *Importancia y beneficios del trichoderma en la producción agrícola*. La Paz: Revistas Bolivianas.
- Piloso, K., & Evelyn Pinargote, R. M. (2020). Gestión del conocimiento, capital intelectual e innovación de la producción del chicle de plátano (*Musa AAB*). *Revista científica de ciencia y tecnología el higo*, 10-11.
- Proyecto de desarrollo integral sostenible en la provincia de Chimborazo. (2014). *Manejo de*

- viveros forestales* . Chimborazo: Jica.go.jp.
- Quebracho, D., Tapia, J., & Ramírez, F. (2019). Evaluación del estado hídrico en cultivos mediante termografía infrarroja. . *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 12-21.
- Revista de Manabí. (12 de Septiembre de 2022). El Carmen cierra sus puertas al "moko del plátano". El Carmen, Manabí, Ecuador.
- Rojas, M. A. (2024). *Evaluación de Trichoderma harzianum y T. koningii como agentes bio controladores preventivos a Fusarium sp y Rhizoctonia sp en tomate de árbol(Solanum betaceum Cav.) a nivel de semillero - vivero* . Cuenca: <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/>.
- Saavedra, P. S., & Francisco Javier Arteaga Alcivar, G. A. (2024). *Bioestimulantes en plátano: Crecimiento y calidad de plántulas en aclimatación*. Portoviejo: Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria.
- Sandra León, L. C., & Maria Sanchez, E. A. (Junio 18 de 2020). Obtenido de Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la provincia de los Rios: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7888294.pdf>
- SENASICA. (2019). *Moko del platano Ralstonia solanacearum raza 2 Smith*.
- SENASICA. (2023). Moko del platano. *Dirección General de Sanidad Vegetal*, 1-2.
- Singh, H., Pankaj, S., & Srivastava, A. (2011). El papel de Trichoderma spp. en la agricultura y el medio ambiente sostenibles. *Revista de Agricultura y Biología de Norteamérica*, 2(3), 353-361.
- Torres, L. (2017). *Efecto de 3 enraizarte sintéticos en la producción de hijuelos de plátano bajo condiciones de Cámara térmica*. Obtenido de repositorio,unas .edu.pe: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7888294.pdf>
- USAID. (Junio de 2007). *Boletín técnico de producción: Siembra y manejo de viveros de plátano* . Obtenido de repositorio.credia.hn: https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/353/boletin_tecnico_de_produccion_siembra_y_manejo_de_viveros_de_platano.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Usamentiaga, R., Venegas, P., Guerediaga, J., Vega, L., Molleda, J., & Bulnes, F. (2014). Termografía infrarroja para medición de temperatura y ensayos no destructivos. *Sensores*, 14(7), 12305-12348.
- Vera Coello, D. I., & Bustamante González, A. J. (Junio de 2023). *SINTOMATOLOGÍA Y RECONOCIMIENTO DEL MOKO (Ralstonia solanacearum raza 2) EN MUSÁCEAS*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones:

<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6140>

- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E., Marra, R., Barbetti, M., Li, H., & Lorito, M. (2008). Un nuevo papel para los metabolitos secundarios de *Trichoderma* en las interacciones con plantas. *Fitopatología fisiológica y molecular.*, 72(1-3), 80-86.
- Vollmer, M., & Möllmann, K. (2010). Imágenes térmicas infrarrojas: fundamentos, investigación y aplicaciones. *Wiley-VCH*.
- Yepes, P. I., & Nicole Factos, P. R. (2025). *Trichoderma spp. Y su influencia en la residencia de plantas de plátano ante Rasltonia solanacearum (Smith) filotipo II*. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador.

ANEXOS

Anexos 1 Análisis de la varianza

Número de raíces totales (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de raíces totales (..	28	0,22	0,00	66,37

Anexos 2 Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61,51	10	6,15	0,49	0,8763
Tratamiento	15,43	6	2,57	0,20	0,9710
Repetición	46,08	4	11,52	0,91	0,4797
Error	214,92	17	12,64		
Total	276,43	27			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,36407

Error: 12,6422 gl: 17

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	6,25	4	1,78 A
2	5,75	4	1,78 A
3	6,00	4	1,78 A
4	5,75	4	1,78 A
5	4,75	4	1,78 A
6	5,00	4	1,78 A
7	4,00	4	1,78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexos 3. Número de raíces sanas (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de raíces sanas (cm..	28	0,35	0,00	52,6

Anexos 4. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,96	10	1,90	0,93	0,5324
Tratamiento	11,21	6	1,87	0,91	0,5083
Repetición	7,75	4	1,94	0,95	0,4609
Error	34,75	17	2,04		
Total	53,71	27			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,36341

Error: 2,0443 gl: 17

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	4,00	4	0,71 A
2	3,00	4	0,71 A
3	3,00	4	0,71 A
4	2,00	4	0,71 A
5	2,50	4	0,71 A
6	2,25	4	0,71 A
7	2,25	4	0,71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexos 5. Logitud de raíces (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Logitud de raíces (cm)	28	0,48	0,18	52,44

Anexos 6. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1471,03	10	147,10	1,58	0,1951
Tratamiento	715,93	6	119,32	1,28	0,3167
Repetición	755,10	4	188,78	2,03	0,1358
Error	1581,65	17	93,04		
Total	3052,68	27			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=22,69015

Error: 93,0381 gl: 17

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	27,75	4	4,82 A
2	22,25	4	4,82 A
3	14,75	4	4,82 A
4	11,00	4	4,82 A
5	18,75	4	4,82 A
6	15,50	4	4,82 A
7	18,75	4	4,82 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexos 7. Fotografía de los trabajos realizados en campo

	
<p>1. Limpieza de los cormos de plátano.</p>	<p>2. Material vegetativo sembrado</p>
	
<p>3. Pesaje del hongo <i>Trichodermas sp.</i></p>	<p>4. Obtención de <i>Trichodermas sp.</i> para las plántulas</p>



5. Disolución de *Trichoderma sp.* para los tratamientos



6. Toma de datos de raíces.



7. Plántula retirada de la funda de vivero



8. Toma de medidas de las variables

Anexos 8. Certificado de Compilatio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis_Jordan Paredes_Compilatio

9%

Textos sospechosos

4% Similitudes
0% similitudes entre oraciones
< 1% entre las frases manuscritas

0% Idiomas no reconocidos

5% Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: Tesis_Jordan Paredes_Compilatio.docx

ID del documento: a1c735b5893b5e8ac619e05fa22495d219d0834a

Tamaño del documento original: 4,8 MB

Depositante: Ricardo González Davila

Fecha de depósito: 11/8/2025

Tipo de carga: interface

Fecha de fin de análisis: 11/8/2025

Número de palabras: 9091

Número de caracteres: 62.851

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uileam.edu.ec https://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/53767/AULEAM-AGRO-0054.pdf 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (45 palabras)
2	localidat10300/emi/uficstream/23137711/VT-UCSG-PRG-TEC-AGRO-116.pdf 15 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (46 palabras)
3	Documento de otro usuario wethc Viene de otro grupo 12 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)
4	Documento de otro usuario wethc Viene de otro grupo 12 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)
5	TESIS DAYANARA PIGUAVE-1...pdf TESIS DAYANARA PIGUAVE-1... 4854134 Viene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uileam.edu.ec https://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/53767/AULEAM-AGRO-0054.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
2	space.utb.edu.ec Incidencia y medidas alternativas de control para el moko (R... https://space.utb.edu.ec/handle/48005/13942	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)
3	Documento de otro usuario k19819 Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
4	space.utb.edu.ec Incidencia y medidas alternativas de control para el moko (R... https://space.utb.edu.ec/handle/48005/12942750a76f8	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)
5	Documento de otro usuario k19819 Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TESIS ANGE CEDAÑO_Compilatio.docx TESIS ANGE CEDAÑO_Compilatio 44899 Viene de la biblioteca	4%		Palabras idénticas: 4% (292 palabras)
2	Implementación de cámara térmica para evaluar la interacción de H... 181715 Viene de mi grupo	4%		Palabras idénticas: 4% (285 palabras)
3	Implementación de cámara térmica para evaluar la interacción de ... 416511 Viene de mi grupo	4%		Palabras idénticas: 4% (344 palabras)
4	Tesis. Nathaly Mercedes Merchan.docx Tesis. Nathaly Mercedes Merc... 426116 Viene de mi biblioteca	4%		Palabras idénticas: 4% (344 palabras)
5	Cindy Cedeño tesis 2025.docx Cindy Cedeño tesis 2025 116611 Viene de mi grupo	4%		Palabras idénticas: 4% (328 palabras)
6	JANDRY ALEXANDER ZAMBRANO CEVALLOS.docx JANDRY ALEXANDE... 612511 Viene de mi biblioteca	4%		Palabras idénticas: 4% (328 palabras)

Ricardo González Davila