



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN 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
INGENIERA AGROPECUARIA

***Paecilomyces sp* en el manejo de fitonematodos en plátano *Musa* AAB**

AUTORA: Cagua Cedeño Leidy Pamela

TUTOR: Ing. Marco Vinicio De la Cruz. Mg.

El Carmen, diciembre, 2024

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	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 en 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 de la estudiante Cagua Cedeño Leidy Pamela, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniera Agropecuaria, período académico 2024 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es *Paecilomyces sp* en el manejo de fitonometodos en plátano *Musa AAB*.

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 de este, 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, 13 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Ing. Marco Vinicio De la Cruz Chicaiza, Mg.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Paecilomyces sp en el manejo de fitonematodos en plátano *Musa AAB*

AUTORA: Cagua Cedeño Leidy Pamela

TUTOR: Ing. Marco Vinicio De la Cruz. Mg.

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

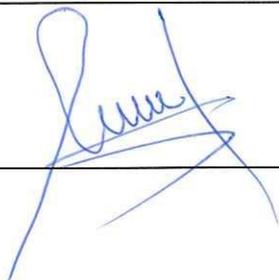
MIEMBRO: Ing. Elizabeth Tacuri, Mg.



MIEMBRO: Ing. Nexar Cobeña Loor, Mg.



MIEMBRO: Ing. González Paúl Ricardo, Mg.



DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Cagua Cedeño Leidy Pamela con cédula de ciudadanía 230068086-1, estudiante de la carrera Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy el autor de la tesis titulada "***Paecilomyces sp en el manejo de fitonematodos en plátano Musa AAB***" 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,



Leidy Pamela Cagua Cedeño

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, quienes han sido mi pilar fundamental en esta hermosa aventura, a mi papá, **Bonico Cagua**, que ha trabajado mucho por hacer realidad mis sueños, su fortaleza y dedicación me han enseñando que, aunque la vida presente desafíos, siempre hay que seguir adelante, su amor y sacrificio no tiene límites.

A mi mamá, Rosa Cedeño, mi eterna guía y apoyo, en cada paso que he dado su voz amorosa ha resonado en mi corazón, llenándome de valor y sabiduría gracias a sus consejos, he aprendido a enfrentar las barreras de la vida y cultivar un corazón compasivo durante todo este proceso universitario, su fe en mí ha sido un faro en mis momentos oscuros.

A mis adorables hermanos Ximena Cagua y Roney Cagua quien son mi luz y mi inspiración este trayecto, cada sonrisa y travesura de ellos me recuerdan la belleza de mi vida y la importancia de soñar en grande los años con mi vida gracias por estar conmigo cada proceso de mi vida.

A mi abuelita la persona más hermosa generosa del mundo esto también es de ella y esfuerzo y su paciencia, por enseñarme el camino de la vida, gracias por tus consejos por el amor que me has dado y por tu apoyo incondicional en mi vida. Gracias por llevarme en tus oraciones porque estoy segura que siempre lo haces.

A mi hijo Josias Mitte mi inspiración en todo momento para no rendirme y seguir luchando por mis sueños para brindarle un futuro mejor.

Y por último, este logro es para mí porque nunca me rendí, a pesar de dificultades que pasé durante de mi vida universitaria que cada obstáculo una oportunidad para crecer como persona que enseñado que cada cosa pequeña paso cuenta y que ser fuerte es un acto de amor hacia uno mismo.

Pamela Cagua

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento a Dios quién me ha guiado y me he dado la fortaleza para seguir adelante este camino academico y birdarme entendimiento y sabiduria necesaria para alcanzar esta meta, el es quien me ha bendecido con la capacidad de aprender y tener este logro que para mi era algo imposible de cumplir.

Al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a mi asesor de tesis el Ingeniero Marcos De la Cruz, su esfuerzo y dedicación trancurso de todo este proceso estudiantil. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia su paciencia y su motivación ha sido fundamentales para mi formación como investigador.

A mi familia por su comprensión y estimulo constante, ademas su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios por birndarme al tener fe que lo podia lograr. Gracias por estar siempre conmigo en los momentos difciles acompañarme. De forma especial mis agradecimiento

Pamela Cagua

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	5
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1 <i>Radopholus similis</i>	5
1.1.1 Morfología.....	8
1.1.2 Control.....	10
1.2 Control biológico de nematodos	13
1.3 Uso de <i>Phaseolomyces</i>	13
1.3.1 Producto evaluado (Nemaplus)	14
CAPÍTULO II.....	15
2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	15
CAPÍTULO III	20
3. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Localidad del experimento.....	20
3.2 Características agroecológicas	20
3.3 Variables	21
3.3.1 Variable independiente	21
3.3.2 Variables dependientes	21
3.4 Unidades experimentales	21
3.5 Tratamientos	22

3.6 Análisis estadístico	22
3.7 Diseño experimental	23
3.8 Datos tomados.....	23
3.9 Manejo del ensayo	24
3.10 Materiales.....	25
3.10.1 Materiales de campo.....	25
3.10.2 Insumos.....	25
CAPÍTULO IV	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	26
4.1 Número de raíces	26
4.2 Peso de raíces.....	27
4.3 Peso del área foliar.....	28
4.4 Número de hojas	29
4.5 Longitud de hoja	30
4.6 Altura del hijuelo	30
4.7 Perímetro del pseudotallo	31
4.8 Análisis beneficio / costo.....	32
CAPÍTULO V	34
5. CONCLUSIONES.....	34
CAPÍTULO VI.....	35
6. RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones agroecológicas de la granja experimental “Río Suma”, perteneciente a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión en El Carmen.	20
Tabla 2. Características de las unidades experimentales, en la evaluación del efecto de <i>Paecilomyces sp</i> en el manejo de fitonematodos en plátano de <i>Musa AAB</i>	21
Tabla 3. Tratamientos para determinar el efecto <i>Paecilomyces sp</i> en el manejo de fitonematodos en plátano de <i>Musa AAB</i>	22
Tabla 4. Esquema de ADEVA en la evaluación del efecto de la aplicación de <i>Paecilomyces sp</i> en el manejo de fitonematodos en plátano de exportación.	23
Tabla 5. Relación Beneficio & Costo en la evaluación del efecto de la aplicación de <i>Paecilomyces sp</i> en el manejo de fitonematodos en plátano de exportación.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico del <i>Radopholus similis</i>	6
Figura 2. Síntomas de afectación por nematodos en las plantas de plátano.....	7
Figura 3. Efecto de la población más alta de nematodos fitoparásitos sobre la altura de la planta y el número de hojas de las plántulas de <i>Musa</i> AAB (subgrupo Plátano) 'Dominico Hartón', durante enero-julio de 2019.	7
Figura 4. Partes del cuerpo de un nematodo.	8
Figura 5. Morfología de <i>Radopholus similis</i> hembra.	9
Figura 6. Morfología de <i>Radopholus similis</i> macho.	9
Figura 7. Tipos de control físico de nematodos.	11
Figura 8. Tipos de controles culturales de nematodos.	12
Figura 9. <i>Tipos de controles de nematodos.</i>	12
Figura 10. Nematodo monconcoide alimentándose de otro nematodo macho.....	13
Figura 11. Ubicación espacial de la localización de la Granja Experimental “Rio Suma”.	20
Figura 12. Croquis de campo empleado en la presente investigación.....	22
Figura 13. Promedios de número de raíces de plátano en vivero por efecto de diferentes dosis de <i>Paecilomyces sp.</i>	26
Figura 14. Promedios de peso de raíces de plátano (g) en vivero por efecto de diferentes dosis de <i>Paecilomyces sp.</i>	27
Figura 15. Promedios de peso del área foliar (kg) en vivero por efecto de diferentes dosis de <i>Paecilomyces sp.</i>	29
Figura 16. Promedios de número de hojas de plátano en vivero por efecto de diferentes dosis de <i>Paecilomyces sp.</i>	29
Figura 17. Promedios de longitud de hojas de plátano (cm) en vivero por efecto de diferentes dosis de <i>Paecilomyces sp.</i>	30
Figura 18. Promedios de altura de hijuelos (cm) en vivero por efecto de diferentes dosis de <i>Paecilomyces sp.</i>	31
Figura 19. Promedios de perímetro de pseudotallo de plátano en vivero por efecto de diferentes dosis de <i>Paecilomyces sp.</i>	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios de las variables dependientes evaluadas en la investigación.	42
Anexo 2. Banco fotográfico del manejo del ensayo.....	42

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de *Paecilomyces sp* en el manejo de fitonematodos en plátano de *Musa AAB*, en la fase de vivero, en el cantón El Carmen. Para lo cual, se evaluó cuatro tratamientos: T1 (0 ml), T2 (2 ml), T3 (4 ml) y T4 (6 ml) dispuestos en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Las variables evaluadas fueron: número de raíces, peso de raíces, peso del área foliar, número de hojas, longitud de hojas, altura de hijuelo, perímetro de pseudotallo. Los resultados determinaron que, la aplicación de *Paecilomyces sp.*, muestra un efecto significativo y positivo en el peso de raíces, presentando los resultados más promisorios, sobre todo con la dosis de 4ml. En cuanto a la parte aérea de las plantas de plátano Barraganete en fase de vivero, se concluye que la aplicación de *Paecilomyces sp.*, incrementa significativamente el peso del área foliar, siendo el tratamiento con 6 ml (T4), el mayor peso del área foliar (0,81 kg). El análisis de la Relación Beneficio / Costos de los tratamientos evaluados, fue mayor en el T1 (2ml de *Paecilomyces sp*) con 1,77, lo que significa que por cada dólar invertido se obtuvo 0,77 centavos de ganancia.

Palabras clave: Peso área foliar, Peso radical, Número de hojas, Costos de producción.

ABSTRACT

The present research was carried out with the objective of evaluating the effect of *Paecilomyces sp.*, in the management of phytonematodes in Musa AAB plantain, in the nursery stage, in the canton of El Carmen. For this purpose, four treatments were evaluated: T1 (0 ml), T2 (2 ml), T3 (4 ml) and T4 (6 ml) arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD). The variables evaluated were: number of roots, root weight, leaf area weight, number of leaves, leaf length, tillering height, and pseudostem perimeter. The results determined that the application of *Paecilomyces sp.* shows a significant and positive effect on root weight, presenting the most promising results, especially with the 4 ml dose. Regarding the aerial part of Barraganete plantain plants in the nursery stage, it was concluded that the application of *Paecilomyces sp.* significantly increased the weight of leaf area, with the treatment with 6 ml (T4) having the greatest weight of leaf area (0,81 kg). The analysis of the Benefit/Cost Ratio of the treatments evaluated was higher in T1 (2 ml of *Paecilomyces sp.*) with 1,77, which means that for each dollar invested, 0,77 cents of profit was obtained.

Key words: Leaf area weight, Root weight, Leaf number, Production costs.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano es un rubro económico muy importante en Ecuador, los sistemas de producción agrícola basados en un único cultivo y el alto uso de añadidos externos para aumentar el rendimiento provocan cambios en la estructura del paisaje y pérdida de la biodiversidad, esta pérdida puede ser responsable de una disminución en la complejidad de las redes de alimentos de artrópodos y a la vez, está relacionada con una mayor frecuencia y rango de brotes de plagas de Musáceas como nematodos (Vera, 2018).

Vargas, et al. (2017), aclara que la producción de banano es afectada severamente por varias especies de nematodos que parasitan sus raíces, el nematodo barrenador *Radopholus similis* es el que provoca el mayor daño en producción, las pérdidas económicas provocadas por este nematodo a nivel mundial se estiman en 20%, pero en condiciones locales se han detectado pérdidas de 40 a 50%, para poder combatir nematodos dentro de las alternativas biológicas se han implementado los ciertos hongos. Posadas, et al. (2016), manifiesta que los nematodos fitoparásitos constituyen uno de los principales problemas fitosanitarios que afectan el cultivo de plátano a nivel mundial, debido a que actúan de manera directa en la afectación del desarrollo de las plantas y sobre todo en su productividad, al encontrarse cualquier tipo de fitonematodos en las plantaciones de plátano de exportación existe una gran probabilidad de volcamientos y poca absorción de nutrientes por las plantas, haciendo que las mismas den como resultado un bajo rendimiento en su productividad y a su vez puede afectar altamente en el efecto de calidad del producto.

En este sentido, Garzón (2021), enfatiza en que los nematodos fitoparásitos succionan de las células corticales de raíces ocasionando daños en forma de manchas pardas oscuras o rojizas, provocando la muerte de tejidos, las afectaciones en las raíces provocan que las plantas se caigan o vuelquen, además de que, la altura de las plantas afectadas disminuye, también el tamaño y peso de los racimos, el desconocimiento de los productores en base a la cultura de aplicar productos más naturales puede repercutir gravemente en el resultado final de la producción agrícola, además de que, por el mismo hecho, de aplicar químicos a diestra y siniestra en los cultivos con la finalidad de erradicar cualquier plaga o enfermedad que pueda pegársele sin hacer un diagnóstico al cultivo, haciendo que al final los nematodos puedan hacerse resistentes a los químicos utilizados

sin conocimiento alguno.

Es por ello que, Rossi (2013), expone que en los cultivos de países tropicales hay muchas plagas, insectos y plagas que afectan el fruto durante su producción, la mayoría de los dueños de las plantaciones bananeras fumigan y aplican agroquímicos en forma de fertilizantes, nematocida, insecticidas, plaguicidas, y pesticidas, con la finalidad de erradicar estas anomalías en sus plantaciones, no obstante, pueden perjudicar sus suelos a largo plazo.

1. Pregunta investigación

¿Cuál es el efecto que tiene *Paecilomyces sp* en el manejo de fitonematodos en plátano *Musa AAB*?

2. Justificación

Álvarez et, al (2020), el Ecuador es un país agrícola, es decir es un país donde el sector agropecuario es el motor productivo de la economía ecuatoriana, cuenta con importantes productos agrícolas, y entre ellos uno de los más significativos es el plátano en sus distintas variedades, las zonas de mayor producción de plátano son Manabí, Santo Domingo y Los Ríos, el cultivo de plátano tiene una gran importancia para la economía del Ecuador, tanto para el consumo del productor, como de los pobladores; genera fuentes de empleo, ayuda a que el nivel ocupacional de los productores y de su familia mejore. Hidalgo (2017), expone que el sistema agrícola, está formado por empresas que suministran insumos como: semillas, maquinaria, fertilizantes e insumos agrícolas; herramientas necesarias para la producción de varios cultivos, en la actualidad, los agricultores utilizan agroquímicos, productos necesarios para el control de plagas y enfermedades; el abuso y mal uso de estos productos, ha provocado una serie de problemas agronómicos, es por este motivo, que se hace de vital importancia conocer el efecto de la aplicación de *Paecilomyces sp* en el manejo de fitonematodos en plátano de exportación.

Amari (2015), pone en consideración que las estrategias de control, en concordancia con las exigencias de la agricultura moderna, se fundamentan en principios

ecológicos y económicos, que a su vez dependen de un conocimiento preciso de aspectos de la biología de la plaga, hábitos, hospederos, daños que causa, es de vital importancia poder encontrar alternativas que ayuden en el cuidado no solo de los cultivos sino también del suelo y sus derivados.

INTAGRI S.C (2015), expone que el control biológico es considerado una alternativa efectiva en cuanto al control de nematodos, debido que en los últimos años se ha encontrado preocupación por el uso indiscriminado de químicos en las plantaciones, tal motivo, ha sido el causante de buscar estrategias de protección al ambiente y a la vez reduzcan el daño por nematodos de manera biológica.

En base a los problemas antes mencionados, se plantea la investigación que lleva como nombre “*Paecilomyces sp* en el manejo de fitonematodos en plátano de *Musa AAB*”, con la finalidad de poder encontrar soluciones biológicas y orgánicas, que ayuden a erradicar fitonematodos perjudiciales para la plantación y a su vez, conservar el medio ambiente y sobre todo ayudar al cultivo a desarrollarse sin complicaciones y dar frutos de alta calidad para su consumo.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de *Paecilomyces sp* en el manejo de fitonematodos en plátano (*Musa AAB*), en la fase de vivero.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de las dosis de *Paecilomyces sp*. sobre el sistema radical de las plantas de plátano Barraganete en fase de vivero.
- Establecer el efecto de las dosis de *Paecilomyces sp*. sobre la parte aérea de las plantas de plátano Barraganete en fase de vivero.
- Realizar el análisis beneficio/costo de los tratamientos.

4. Hipótesis

4.1 Hipótesis alterna

- La aplicación de *Paecilomyces sp* controlará significativamente los fitonematodos en plátano *Musa AAB*.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 *Radopholus similis*

Para Guzman (2011), el *Radopholus similis* es un nematodo parásito que ataca las raíces y cormos de plantas de banano y plátano a nivel global. Su presencia provoca importantes daños en estos cultivos, pudiendo generar pérdidas de producción que oscilan entre el 20% y la totalidad de la cosecha. La reproducción tradicional de estas plantas mediante la utilización de material vegetativo como colinos y rizomas, combinada con la capacidad del nematodo de penetrar y desplazarse dentro de las células de raíces y cormos, ha facilitado su propagación internacional. De hecho, el intercambio de material de siembra contaminado se ha convertido en el mecanismo principal de dispersión de este dañino organismo.

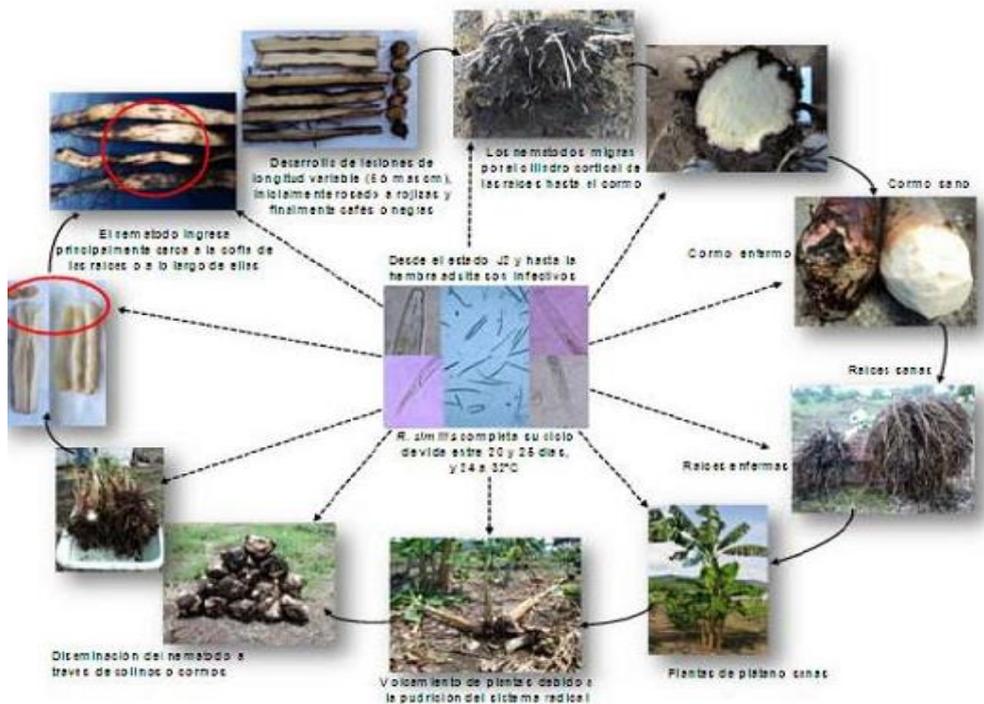
Es así que, Lara et al. (2016), menciona que en el transcurso de los últimos cinco años, diversos cultivos de plátano en este distrito han manifestado signos evidentes de carencia nutricional. Adicionalmente, se ha detectado un desarrollo vegetativo deficiente y una notable degradación del sistema radicular que está provocando la muerte y caída de las plantas. Aunque estos síntomas son consistentes con los causados por nematodos fitoparásitos, hasta el momento no se han emprendido investigaciones científicas que confirmen o descarten la presencia de estos parásitos en esta relevante zona agrícola.

Otro aspecto lo considera, Piedra (2015), quien sostiene que los nematodos son organismos microscópicos de forma alargada que habitan en el ambiente edáfico. Su característica distintiva es un estilete bucal que les permite perforar las células vegetales y extraer nutrientes directamente desde las raíces (como se ilustra en la figura). Aunque su ataque se concentra principalmente en las raíces, algunos pueden ubicarse en las partes aéreas de las plantas. La lesión que provocan no solo representa un daño directo, sino que además genera condiciones propicias para la entrada de otros agentes patógenos del suelo, lo que puede amplificar significativamente el deterioro de los cultivos agrícolas.

Las afectaciones en el sistema radicular provocadas por nematodos se manifiestan mediante la formación de nudos, agallas o lesiones, junto con una ramificación excesiva y pudriciones cuando la infestación es intensa. Estos daños frecuentemente se asocian con la presencia de bacterias y hongos saprofitos o fitoparásitos. La sintomatología causada por estos parásitos generalmente no es evidente en las partes aéreas de las plantas, sino que se refleja de manera indirecta a través de síntomas como deficiencias nutricionales, crecimiento limitado, amarillamiento foliar, marchitamiento excesivo por falta de agua y otros indicadores (Villavicencio et al., 2003 como se citó en Valle et al., 2004).

Radopholus similis representa un nematodo de distribución mundial que parasita las raíces y cormos de plantas de banano, generando un impacto significativo en su desarrollo y productividad. Las pérdidas económicas asociadas a esta plaga pueden oscilar entre un 20% y la totalidad de la producción. La propagación tradicional de estas musáceas mediante material vegetativo como colinos y rizomas, sumada a la capacidad del nematodo de penetrar y desplazarse dentro de las células radiculares y de los cormos, ha convertido el intercambio de material de siembra contaminado en el mecanismo principal de dispersión de este parásito (Ávila 2019 como se citó en Medina, 2020).

Figura 1
Ciclo biológico del *Radopholus similis*

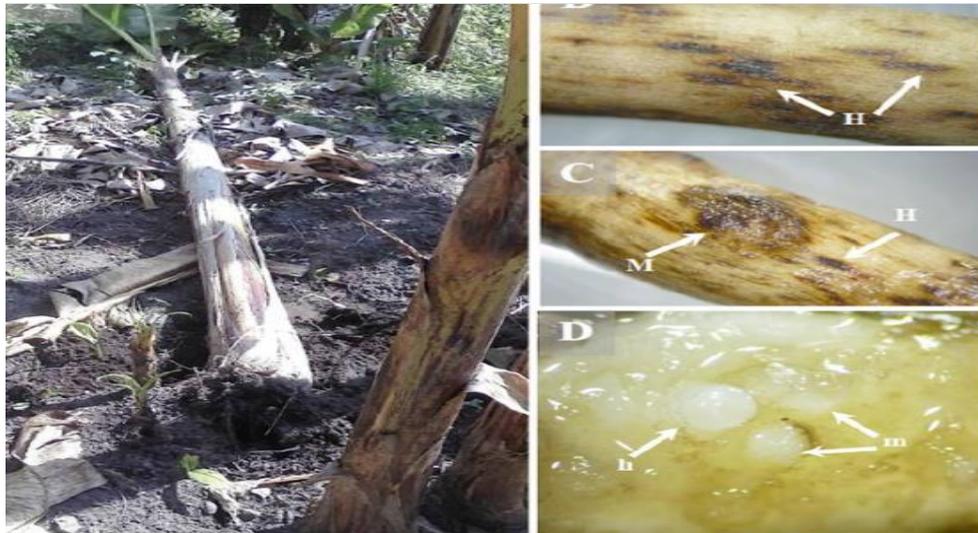


Nota: en la figura se puede apreciar las formas de afectación del barrenador *Radopholus similis* a plantas de plátano. Tomado de: Guzma (2011).

La presencia de *Radopholus similis* provoca daños significativos en las raíces (Figura 2 y 3), caracterizados por lesiones de tonalidad oscura que se originan durante la migración destructiva del nematodo a través de los tejidos vegetales. Estas lesiones iniciales facilitan la entrada de infecciones bacterianas y/o fúngicas secundarias, lo que genera la pudrición de los tejidos radiculares. Como consecuencia, el sistema radical se debilita progresivamente, dejando a la planta en una condición de extrema vulnerabilidad y con alto riesgo de colapso, cuando se presentan condiciones de viento o estrés ambiental (Duncan y Moens, 2006 como se cito en Jones et al., 2013).

Figura 2

Síntomas de afectación por nematodos en las plantas de plátano.



Nota: Daños causados por nematodos en el cultivo de plátano, A) Planta volcada por debilitamiento de la raíz, B) Lesiones causadas por *Helicotylenchus* spp. (H) en las raíces, C) Abultamiento y agrietamiento de la raíz causado por *Meloidogyne* spp. (M) y lesiones causadas por *Helicotylenchus* spp., D) Hembra (h) y masas de huevos (m) insertadas en las raíces de plátano. Tomado de Lara et al. (2016).

Figura 3. Efecto de la población más alta de nematodos fitoparásitos sobre la altura de la planta y el número de hojas de las plántulas de *Musa* AAB (subgrupo Plátano) 'Dominico Hartón', durante enero-julio de 2019.

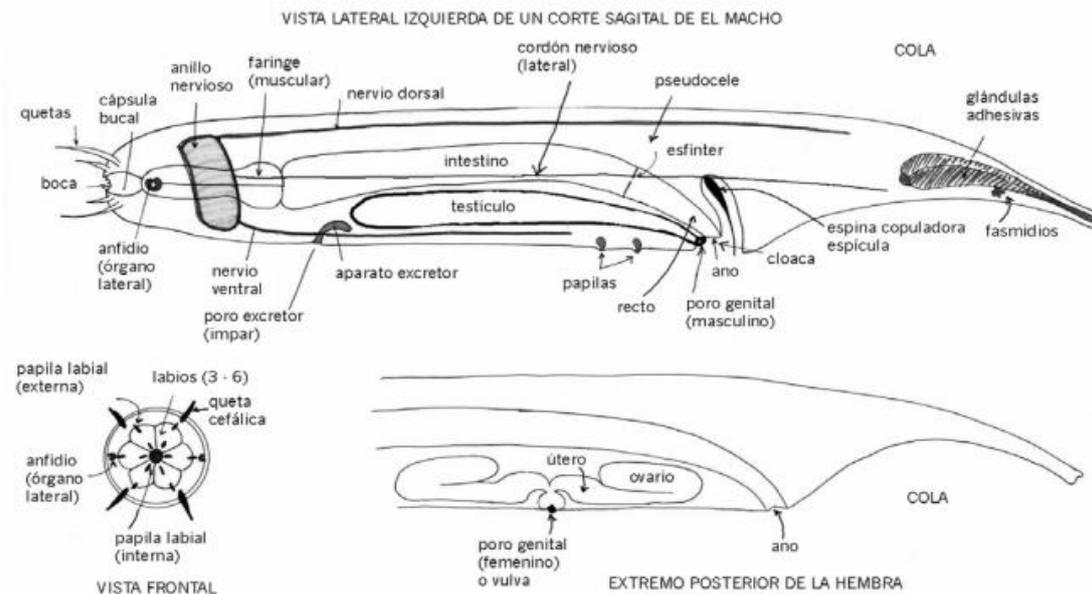


Nota: en la figura se observa plantas infectadas con 3.000 nematodos/planta, de izquierda a derecha: *Radopholus similis*, *Pratylenchus araucensis*, *Meloidogyne* spp. y poblaciones mixtas de 3.000 *R. similis* + 3.000 *P. araucensis* + 3.000 *Meloidogyne* spp., y planta no infectada (control). Tomado de: Guzman et al. (2023).

1.1.1 Morfología

Guzma (2011), detalla el desarrollo de *Radopholus similis* que comprende estados vermiformes con cuatro etapas juveniles (J1, J2, J3 y J4) y el estado adulto. La fase J1 se completa dentro del huevo, tras lo cual muda su cutícula y emerge como J2 en un periodo de 8 a 10 días. Posteriormente, los estados J2, J3 y J4 continúan realizando mudas hasta alcanzar la etapa adulta en un intervalo de 10 a 13 días. Los individuos en estado J2 y las hembras adultas son los estadios infectivos, caracterizados por su movilidad que les permite abandonar las raíces ante condiciones desfavorables y migrar al suelo para parasitar nuevos tejidos radiculares. Su movimiento está condicionado por estímulos nutricionales, ya que requieren tejido sano para su alimentación. El ciclo de vida completo de *R. similis* se desarrolla entre 20 y 25 días en los tejidos de raíces y cormos.

Figura 4
Partes del cuerpo de un nematodo.



Nota: en la figura se aprecia la vista lateral izquierda de un corte sagital de el macho. Tomado de Moreno (2013).

La reproducción de este nematodo (*R. similis*) es de tipo sexual, aunque se han identificado algunas poblaciones capaces de reproducirse por partenogénesis. Esta actividad reproductiva se mantiene de manera sostenida durante varias semanas, lo que permite una rápida proliferación de la población. (Duncan y Moens, 2006; Brooks, 2008; Moreno, 2013).

Figura 5

Morfología de *Radopholus similis* hembra.



Nota: en la figura se observa la morfología de *Radopholus similis* hembra. Tomado de: CABI Head Office (2021).

Bongers (2015), manifiesta que la anatomía reproductiva masculina de este nematodo incluye uno o dos testículos que, a través del conducto deferente, transportan el espermatozoides hacia la cloaca, un punto de convergencia donde confluyen los sistemas reproductivo y digestivo. Como característica distintiva, el macho posee dos estructuras esclerotizadas denominadas espículas, aquellos que habitan en las raíces de las plantas presentan colas más cortas, adaptadas a su entorno específico. (Figura 3).

Figura 6

Morfología de *Radopholus similis* macho.



Nota: en la figura se observa la morfología de *Radopholus similis* macho. Tomado de: CABI Head Office (2021).

Chaves et al. (2023), estableció análisis morfométricos que revelaron una variabilidad intraespecífica significativa entre las diferentes poblaciones de *Radopholus similis*. Esta variabilidad permitió identificar características distintivas en cada región. Aunque los estudios genéticos no evidenciaron variabilidad entre las poblaciones de *R. similis* analizadas en esta investigación, el análisis de la red de haplotipos sí reveló diferencias genéticas significativas entre las poblaciones colombianas y aquellas provenientes de Asia y África.

1.1.2 Control

En el ámbito agrícola, es común que los términos "control" y "manejo" se utilicen de manera intercambiable, pero en realidad no tienen el mismo significado. El control se refiere a la aplicación de técnicas específicas en un periodo de tiempo determinado, con el fin de erradicar la población patógena o los daños que esta causa. En cambio, el manejo tiene como objetivo no la eliminación total, sino la regulación del organismo patógeno para reducir su densidad poblacional por debajo del umbral de daño al cultivo, utilizando diversos métodos de control a lo largo de un periodo de tiempo (Thomason y Caswell, 1987, como se citó en Andrés, 2002).

Guerena (2024), sostiene que el control de nematodos se basa principalmente en la prevención, ya que una vez que una planta es infestada, es imposible eliminar al nematodo sin dañar también al huésped. La estrategia más sostenible para su manejo combinará diversas herramientas y enfoques, como el uso de cultivos de cobertura, la rotación de cultivos, la solarización del suelo, el empleo de pesticidas menos dañinos y la utilización de variedades de plantas resistentes a los nematodos. Estos métodos resultan más efectivos cuando se aplican en un entorno de suelo saludable, con suficiente materia orgánica que apoye una diversidad de microorganismos.

En este contexto, Meza (2021), menciona que al poner en marcha una estrategia de manejo, el primer paso esencial es realizar un análisis nematológico. Esto implica tomar una muestra de suelo, preferentemente acompañada de una observación de las raíces, para realizar un diagnóstico inicial adecuado. Según los resultados de esta evaluación, se deberán adoptar medidas preventivas si no se detectan nematodos, o, si se encuentran en niveles que causen daño económico, se implementará una estrategia de

manejo integrado.

Dutta et al. (2019), afirma que la combinación de nematocidas químicos, cultivares resistentes, agentes de control biológico y prácticas culturales ha demostrado ser efectiva para controlar la incidencia de este problema en diversos sistemas de cultivo. No obstante, estos métodos tradicionales están resultando cada vez menos eficaces. A continuación se detallan los tipos de controles existentes de acuerdo a varios autores:

Figura 7

Tipos de control físico de nematodos.



Nota: en la figura 4, se aprecia los diferentes tipos de controles físicos para *Radopholus similis*. Tomado de: Dutta et al. (2019).

Meza (2021), menciona que el manejo de nematodos fitoparásitos consiste en un conjunto de prácticas diseñadas para mantener su población en niveles que no afecten negativamente el crecimiento de los cultivos. Los nematodos habitan principalmente en el suelo, desde donde acceden a sus hospedadores para completar su ciclo biológico. Debido a su tamaño microscópico y sus hábitos de vida, son difíciles de detectar, identificar y controlar; aunque se consideran importantes agentes que pueden perjudicar el desarrollo de los cultivos, su presencia a menudo es subestimada.

Figura 8

Tipos de controles cultivos de nematodos.



Nota: en la figura 4, se aprecia los diferentes tipos de controles físicos para *Radopholus similis*. Tomado de: Lezaun et al. (2016).

En este mismo contexto, se cuenta con técnicas como las propuestas por Delgado (2022), quien sugiere que el control químico, que se basa en el uso de nematicidas, es una de las opciones más empleadas cuando otras técnicas no son lo suficientemente efectivas, pudiendo ser una solución costosa, además de tener un considerable impacto ambiental y potencialmente ser tóxico tanto para los agricultores como para los consumidores. En cuanto al control biológico, este autor señala que se recurre a los enemigos naturales de los nematodos, lo que implica la liberación de organismos como hongos, bacterias u otros nematodos que actúan como depredadores, con el objetivo de reducir su población.

Figura 9

Tipos de controles de nematodos.



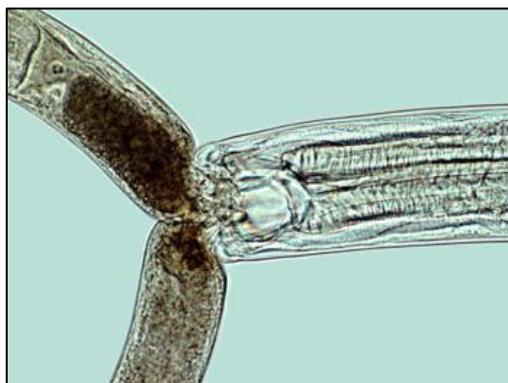
Nota: En la figura se aprecia dos tipos de controles de *Radopholus similis*. Tomado de INTAGRI (2017).

1.2 Control biológico de nematodos

Armendariz et al. (2015), sostiene que es un enfoque agrícola que utiliza depredadores, parásitos, herbívoros u otros mecanismos naturales. Este método puede ser una parte crucial del Control Integrado de Plagas (o Manejo Integrado de Plagas, MIP), un enfoque más complejo para el manejo de plagas, y tiene una gran relevancia económica tanto para la agricultura como para el medio ambiente. En la naturaleza, unas especies regulan a otras, de modo que, junto con las limitaciones del entorno (como espacio, luz, nutrientes, temperatura, agua, etc.), las plagas no suelen surgir. A esto se le conoce como control natural; además, se puede decir que las plagas son, en su mayoría, una consecuencia de la actividad humana y la agricultura.

Figura 10

Nematodo monconcoide alimentándose de otro nematodo macho.



Nota: en la figura se observa la alimentación de un fitonemátodo. Tomado de: Eisenback (2006) como se cito en Guerena (2006).

1.3 Uso de Phaseolomyces

Paecilomyces se describe como agente de control biológico contra bacterias, hongos fitopatógenos, nematodos y numerosas plagas, utilizando sus extractos, metabolitos secundarios o micelio (Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (1999), a través de u boletín reporta que el Phaseolomyces presenta hifas de hialinas a amarillentas, septadas y con paredes lisas. La estructura conidiógena es un sinema o monosinema que consiste en hifas compactadas, conidióforos verticilados e irregulares con ramificaciones terminales, de donde surgen racimos de células en forma de fiálides que presentan una porción cilíndrica con la pared basal ensanchada en forma de botella,

con un cuello distintivo en donde nacen las conidias las cuales crecen en cadena en forma basipéta.

1.3.1 Producto evaluado (Nemaplus)

Nemaplus de la empresa Abisre S. A (2019), en su ficha técnica menciona que es una formulación líquida que contiene dos especies de hongos. patógenos de nematodos: *Paecilomyces lilacinus* y *Arthrobotrys sp.* Se recomienda la aplicación de Nemaplus en conjunto con el producto Kukayo que contiene ácidos húmicos ultra soluble en polvo que potencia sus efectos.

Esta misma empresa detalla que el modo de acción del hongo *Paecilomyces lilacinus* empieza con la parasitación de huevos, juveniles y adultos de nematodos; el hongo produce enzimas líticas que causan deformaciones, destrucción de ovarios y reducción de la eclosión. También produce toxinas que afectan el sistema nervioso, pero además causan deformación en el estilete de los nematodos que sobreviven, lo que permite reducir las poblaciones. *Arthrobotrys sp.* tiene el mismo efecto de parasitismo, sin embargo, a diferencia del anterior, también produce unas estructuras especiales con las que atrapa los juveniles de los nematodos. Las conidias de los hongos se adosan a la pared externa, germinan y producen estructuras que penetran en el cuerpo del nematodo del cual se alimentan hasta matarlo. (Abisre S. A, 2019)

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

Kilama et al. (2007), con el objetivo de controlar el nematodo barrenador *Radopholus similis* en el cultivo de banano (*Musa spp.*) en Africa, aisló *Paecilomyces spp.* de raíces y rizosfera de banano con densidades altas y bajas de *R. similis*, encontrando los hongos en mayor abundancia en la rizosfera que en las raíces en los campos con bajas densidades de *R. similis*, mientras que lo contrario ocurrió en los campos con altas densidades de *R. similis*. Se colectó un total de 23 aislamientos de *Paecilomyces spp.*, siendo *Paecilomyces lilacinus* la especie más abundante. Este es el primer registro que indica la alta presencia de *Paecilomyces spp.* en la rizosfera de bananos. Los bioensayos demostraron que los filtrados de *P. lilacinus* y *Paecilomyces marquandii* causan parálisis reversible de machos y juveniles de *R. similis*. La cepa 23N5-2 de *P. lilacinus* causó la mayor parálisis, independientemente de la concentración del filtrado.

Valencia et al. (2014), con el objetivo de determinar el efecto de la integración de prácticas de manejo como limpieza sanitaria de cormos y biológicas como Micorrizas Arbusculares (MA), *Purpureocillium lilacinum* y *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento de las plántulas de Dominico Hartón y la población de nematodos fitoparásitos. Los tratamientos, fueron conformado por 20 cormos sembrados en bolsas negras de 5 kg de capacidad, así: cormos con limpieza sanitaria sin aplicación de productos (T1), cormos con limpieza sanitaria + MA (T2), cormos con limpieza sanitaria + *P. lilacinum* (T3), cormos con limpieza sanitaria + *B. subtilis* (T4), y cormos con limpieza sanitaria + MA + *P. lilacinum* + *B. subtilis* (T5). El anterior procedimiento también se realizó a cormos tradicionales sembrados en suelo sin esterilizar (T6 a T10, respectivamente). En este sentido, los resultados sugieren que el tratamiento que tuvo una altura promedio mayor fue el T5 (Suelo esterilizado, cormos con limpieza sanitaria + MA + *P. lilacinum* + *B. subtilis*), con una altura promedio de 32,91 cm.

Fernández et al. (2016), obtuvo los mejores resultados al aplicar *P. lilacinus* en el T4 (40 kg/ha) en todas las variables analizadas de diámetro y altura de tallo, peso fresco

y seco de follaje, longitud y peso fresco de raíz y finalmente número de hojas; esta última en los tratamientos de 40 kg, 30 kg, 10 kg, 20 kg, de *P. lilacinus* con 38,40; 36,13; 35,20 y 34,00, existiendo diferencia significativa frente al tratamiento testigo *Meloidogyne sp.* con 23,07. Esto se relaciona con la severidad (25,3 %), la más baja, y la eficacia (60,3), la más alta que ejerce *P. lilacinus* sobre *M. incognita*.

Lazo et al. (2017), con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* var. valery, se realizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos: T0 que correspondió a la parcela testigo con manejo tradicional de la finca y T1 con aplicación de bioproductos del Programa Suelo Sano-Cultivo Sano (SS-CS) con una dosis de 1L de Bacthon + 300g de Tricho-D + 100g de Micosplag con una frecuencia cada 16 semanas con 100% de fertilización mineral. Se determinó la población de nematodos, peso de la raíz, número de raíces sanas y la altura del hijuelo. Las poblaciones de *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicinctus* disminuyeron significativamente en comparación con el testigo. El género *R. similis* mostró una mayor población durante el período evaluado, lo que demostró su elevada actividad en las raíces de banano. El peso de las raíces fue cercano a 250g, duplicando el valor en las parcelas testigo. La altura del hijuelo se superó en 0,5m a los del testigo. Estos resultados demostraron la efectividad de la aplicación de los microorganismos benéficos al suelo.

Chávez et al. (2018), evaluaron el Fenamiphos, Ethoprophos y Oxamyl en el control de nemátodos en banano (*Musa* AAA cv. Grande Naine). A los 25 días de la siembra, las plantas in vitro fueron inoculadas con 509 ± 47 *Radopholus similis* (Cobb, 1893, Thorne, 1949). No se encontró interacción ($p > 0,1534$) en la población de ninguno de los nemátodos entre experimentos, de manera que se juntaron los datos y se analizaron en conjunto. Con excepción de *Meloidogyne spp.* ($p = 0,7257$) donde sus poblaciones fueron muy bajas en todos los tratamientos, los tres nematicidas redujeron las poblaciones de *Pratylenchus spp.* entre 86 y 87 % ($p = 0,0258$), *Helicotylenchus spp.* entre 76 y 85 % ($p < 0,0001$), *R. similis* entre 43 y 61 % ($p < 0,0001$) y nematodos totales entre 58 y 66 % ($p < 0,0001$). En congruencia con el control de nematodos, ethoprophos y fenamiphos incrementaron ($p = 0,0027$) el peso de raíces en 44 y 54 %, respectivamente, el Ethoprophos aumentó ($p = 0,0003$) el peso de follaje en 26 % y los tres nematicidas aumentaron el número de hojas por planta ($p = 0,0026$) entre 13 y 19 % y el diámetro del

tallo ($p = 0,0004$) entre 13 y 20 %. Para el control de nematodos los tres nematicidas evaluados fueron igualmente efectivos y podrían aplicarse indistintamente.

Rodriguez (2021), con el objetivo de reducir poblaciones de *R. similis* en el cultivo de banano el estudio conto con dos ensayos uno de campo y otro de invernadero del subgrupo Cavendish clon Valery y Williams, instalaron 5 tratamientos donde se utilizaron *Paecilomyces* spp, *Trichoderma* spp, *Paecilomyces* spp +*Trichoderma* spp, Complejo revitalizador (Bio- Root). Obteniendo como resultado que en el tratamiento donde se aplicó el biocontrolador *Paecilomyces* presentó el mayor peso de raíces con 528,8 g, *Trichoderma* con 491,3 g, y en la interacción entre *Paecilomyces* + *Trichoderma* el peso fue de 430 g.

Garzón (2021) al establecer el efecto de *Paecilomyces lilacinus* para la prevención de nematodo en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), empleó un diseño de bloques completamente al azar, conformados por cuatro tratamientos (dosis de Bio-Nemat cuyo ingrediente activo fue *Paecilomyces lilacinus*) más un testigo y 20 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: Bionemat 1 l/ha, T2: Bionemat 2 l/ha, T3: Bionemat 3 l/ha y T4: Testigo. Las variables estudiadas fueron: raíces sanas y enfermas, peso de raíces, densidad poblacional y análisis económico parcial. Se concluyó que el tratamiento con mayor dosis de Bionemat disminuyó la densidad poblacional de nematodos y aumentó el peso de raíces a los 90 días evaluados, presentando raíces sanas en las plantas evaluadas.

Castillo (2022), al evaluar el efecto de las cepas UNA de *Trichoderma* spp., y *Paecilomyces lilacinus*, una mezcla de los dos y aplicación dirigida de Oxamil 24 SL en base del tallo, para el control de nematodos y la producción de plátano (*Musa* AAB). Seleccionaron una plantación comercial infestada con nematodos y sembrada con el cultivar CENSA ¾, para ello usaron un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones. Se redujeron las poblaciones de nematodos en las plantas tratadas con las cepas UNA *Trichoderma* spp., y las plantas tratadas con estas cepas mostraron mayor peso del racimo y circunferencia del tallo de la planta madre, respecto a las plantas sin esa aplicación. Las plantas tratadas con Oxamil sobre la superficie del suelo mostraron un mayor porcentaje de raíz funcional respecto al testigo.

Farez y Bryan (2023), con el objetivo de demostrar la efectividad de la

biofumigación mediante aplicaciones de compuestos de origen vegetal en el suelo de un cultivo de banano, para reducir la cantidad de nematodos. El ensayo se llevó a cabo en la provincia de El Oro; utilizando un diseño completamente al azar para determinar el comportamiento de los tratamientos. De acuerdo con los resultados obtenidos, hubo significancia entre los tratamientos debido a que sus valores son menores a ($p= 0.05$) en lo que respecta a las variables AHP y FS se observaron diferencias significativas entre al menos un par de grupos, lo que sugiere variaciones estadísticamente notables. En producción los tratamientos T2 y T3 demostraron un aumento significativo en el porcentaje de raíces sanas el T2 alcanzó el 82,57% acompañado del T3 con 81,34%, así como una reducción en las raíces enfermas y muertas, indicando una mejora en la salud radicular. Estos resultados subrayan el potencial de la biofumigación como estrategia para mejorar la calidad de las raíces del banano y reducir la población de nematodos, lo que podría tener un impacto positivo en la productividad y la salud general de las plantas de banano.

Bravo y Zambrano (2024), investigaron el potencial efecto nematicida del bioestimulante BrugNem en plántulas de banano como parte de una estrategia de responsabilidad ambiental y social. En la primera fase, se evaluaron los efectos de BrugNem en la supresión de nematodos fitoparásitos, destacando el tratamiento T1 (2,5 cc/planta de BrugNem), que mostró una reducción significativa en la población de *Radopholus*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, y *Meloidogyne*). En la segunda fase, se examinaron las propiedades químicas y biológicas del suelo, observando mejoras en la mayoría de los parámetros, incluyendo una mayor concentración de fósforo en el tratamiento T3 (7,5 cc/planta de BrugNem), que, al igual a la dosis del agroquímico comercial, obtuvo los mejores resultados en las concentraciones de fósforo dentro de los análisis NPK, demostrando que es efectivo en el control de nematodos fitoparásitos en plántulas de banano, homologando y superando el efecto de un agroquímico con propiedades nematicidas.

Crespo et al. (2024), con el objetivo de evaluar la actividad antagonista de Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR) en el control de *Pratylenchus* spp., para ello se aplicaron diseño experimental completamente aleatorizado con cinco tratamientos, tres consorcios de rizobacterias y dos controles (químico y sin aplicación). Se evaluaron variables morfológicas y fisiológicas en las plantas, además del número de

nematodos en suelo y raíz. Los resultados mostraron que la combinación de cepas (Acinetobacter, Serratia, Pseudomonas) presentó mayor peso y longitud radicular (164,7g y 48,7 cm), además del contenido de raíces funcionales, un mayor contenido de clorofila y reducción de la población de nematodos en raíces y suelo en más del 50%. Por lo que las PGPR constituyen una alternativa biológica efectiva para el control de fitonematodos.

Lombeida y Cedeño (2024), con el objetivo principal fue evaluar la incidencia de nematodos fitoparásitos y las prácticas asociadas a su manejo en el cultivo de banano en el cantón Pueblo Viejo, encontró que *R. similis* fue el nematodo más común, los productores tienen conocimiento limitado sobre los nematodos y su control, el uso de químicos es la práctica más común. En el agroecosistema de las diez haciendas bananeras del Cantón Pueblo Viejo evaluadas, en consecuencia, se identificaron tres nematodos fitoparásitos asociados al cultivo banano los cuales fueron *R. similis*, *Helicotylenchus* y *Meloidogyne*. En cuanto al nivel de infestación tanto en suelo como en raíces, por lo tanto, se determinó que los nematodos del género *R. similis* fueron los más abundantes, le siguió *Helicotylenchus*, y *Meloidogyne*.

CAPÍTULO III

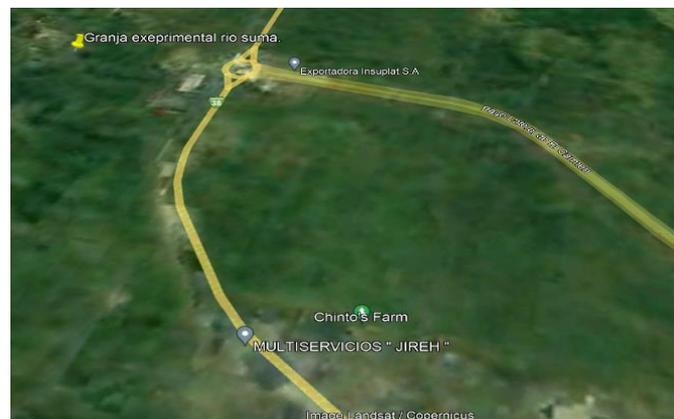
3. METODOLOGÍA

3.1 Localidad del experimento

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental “Rio Suma” perteneciente a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí – Extensión El Carmen, ubicada en el cantón El Carmen provincia de Manabí.

Figura 11

Ubicación espacial de la localización de la Granja Experimental “Rio Suma”.



3.2 Características agroecológicas

La caracterización agroecológica de la zona donde se ubicó las unidades experimentales en la Granja Experimental Rio Suma, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, extensión El Carmen, son las siguientes características:

Tabla 1

Condiciones agroecológicas de la granja experimental “Rio Suma”, perteneciente a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión en El Carmen.

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, 2017).

3.3 Variables

3.3.1 Variable independiente

- Dosis de *Paecilomyces sp.*

3.3.2 Variables dependientes

- Número de raíces
- Peso de raíces
- Peso del área foliar
- Número de hojas
- Longitud de hoja
- Altura del hijuelo
- Perímetro del pseudotallo

3.4 Unidades experimentales

En la tabla 2, se detalla las características de las unidades experimentales evaluadas en la presente investigación:

Tabla 2

Características de las unidades experimentales, en la evaluación del efecto de Paecilomyces sp en el manejo de fitonematodos en plátano Musa AAB.

Unidades experimentales	Característica
Número de unidades	20
Área de la unidad experimental	3m ²
Largo	1,5m
Ancho	1,5m
Área total del ensayo	60m ²
Forma del ensayo	Cuadrado
Total de plantas	400

Plantas netas por UE	20
Pantas netas a medir	4

3.5 Tratamientos

Los tratamientos correspondieron a las diferentes dosis de *Paecilomyces sp* en el manejo de fitonematodos en plátano de *Musa AAB*, expuestos en la tabla 3 y en la figura 1 se aprecia el croquis de campo empleado en la presente investigación.

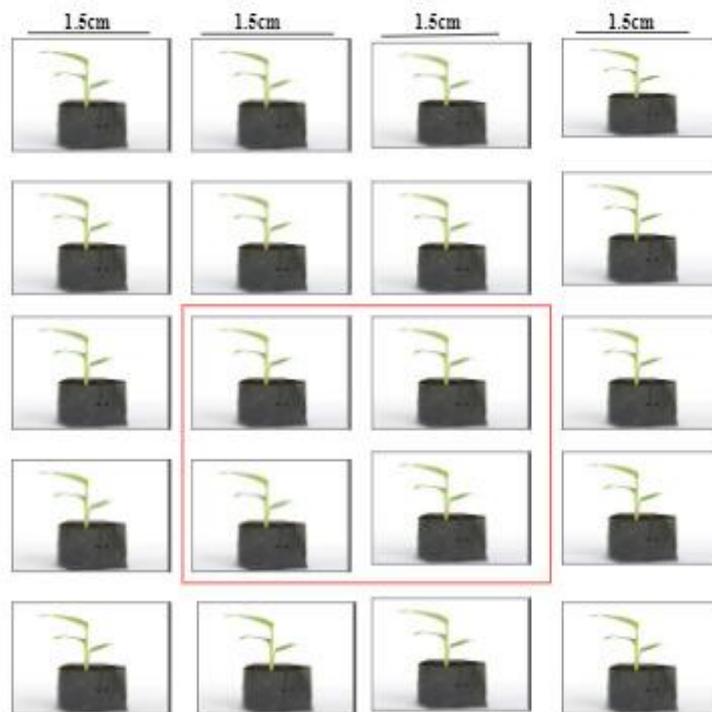
Tabla 3

Tratamientos para determinar el efecto Paecilomyces sp en el manejo de fitonemetodos en plátano de Musa AAB.

No.	Tratamientos	Nivel	Descripción
1	T1	d1	Dosis 0 ml l ⁻¹ de agua
2	T2	d2	Dosis 2 ml l ⁻¹ de agua
3	T3	d3	Dosis 4 ml l ⁻¹ de agua
4	T4	d4	Dosis 6 ml l ⁻¹ de agua

Figura 12

Croquis de campo empleado en la presente investigación.



3.6 Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ADEVA) para

determinar significancia estadística entre tratamientos y la prueba de Tukey al 5% para establecer diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos. Finalmente, para el procesamiento de datos se utilizó el software estadístico Infostat estudiantil.

3.7 Diseño experimental

Se implementó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos incluido el testigo y cinco repeticiones para cada tratamiento.

Tabla 4

Esquema de ADEVA en la evaluación del efecto de la aplicación de Paecilomyces sp en el manejo de fitonematodos en plátano de exportación.

Fuentes de variación	g.l
Total	19
Tratamientos	3
Repeticiones	4
Error	12

3.8 Datos tomados

- **Número de raíces:** Se contabilizó el número de raíces de plantas debidamente etiquetas por tratamiento, para ello se extrajeron las raíces de cada una y se realizó un conteo manual de las mismas para su posterior registro.
- **Peso total de raíces (g):** Manualmente se extrajo la planta de las fundas de polietileno negro, se colectaron las raíces y se lavaron con agua en un cernidor, posteriormente se dejaron escurrir por un lapso de una hora, para después ser pesadas en una balanza electrónica.
- **Peso parte aérea de la planta (kg):** Se realizó un corte de la parte aérea de la planta a la altura del cuello de la planta para realizar el pesaje de la misma con ayuda de una balanza electrónica y su posterior registro.
- **Número de hojas:** Se realizó el conteo de número de hojas por planta de manera visual y se registró el valor de cada planta del área útil.

- **Longitud de hoja (cm):** Esta variable se registró con ayuda de una cinta métrica, considerando los datos de cuatro hojas por planta, para obtener el promedio de las mismas.
- **Altura del hijuelo (cm):** La medición de la planta se realizó con cinta métrica, se partirá desde la base de las plantas hasta la punta de la hoja.
- **Perímetro del pseudotallo (cm):** Para la toma de este dato se utilizó un calibrados pie de rey, se empezó desde donde termina la parte cormo y empieza del pseudotallo (base foliar de la planta).

3.9 Manejo del ensayo

Se preparación de sustrato (tierra de cacao), desmoronando terrones y eliminando raíces u otras impurezas, posteriormente se realizó el llenado de fundas de polietileno de 2 kg y su ubicación de acuerdo a cada tratamiento.

La limpieza de cormos (cebollines) se llevó a cabo con cuchillo a mano, eliminando impurezas y áreas afectadas de las mismas y la desinfección de los mismos, se realizó con inmersión de los cormos limpios en una solución de Clorpirifos (30 cc) y Vitavax (30 cc), disueltos en 10 litros de agua.

La siembra se llevó a cabo luego de la desinfección de los colinos, colocando los mismo dentro de la funda de polietileno llena de sustrato.

La aplicación de *Paecilomyces sp.*, se dio en base a lo expuesto en la tabla 2, sobre la dosis de aplicación de cada tratamiento,

El control de malezas fue manual cada vez, que se presentó una planta invasora dentro de las fundas y mecánica en los caminos entre tratamientos y repeticiones. El riego, se aplicó de acuerdo a las necesidades de las plantas y las condiciones climáticas.

El registro de datos se llevó a cabo a los 30 días posteriores a la aplicación del producto evaluado, de acuerdo a las variables expuestas en este apartado.

3.10 Materiales

3.10.1 Materiales de campo

- Machete
- Bomba de asperjar
- Cinta métrica
- Fundas de polietileno
- Palas
- Cañas

3.10.2 Insumos

- *Paecilomyces sp*
- Cal agrícola
- Tierra de cacao
- Cormos
- Agua
- Agroquímico (Vitavax, Clorpirifos)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

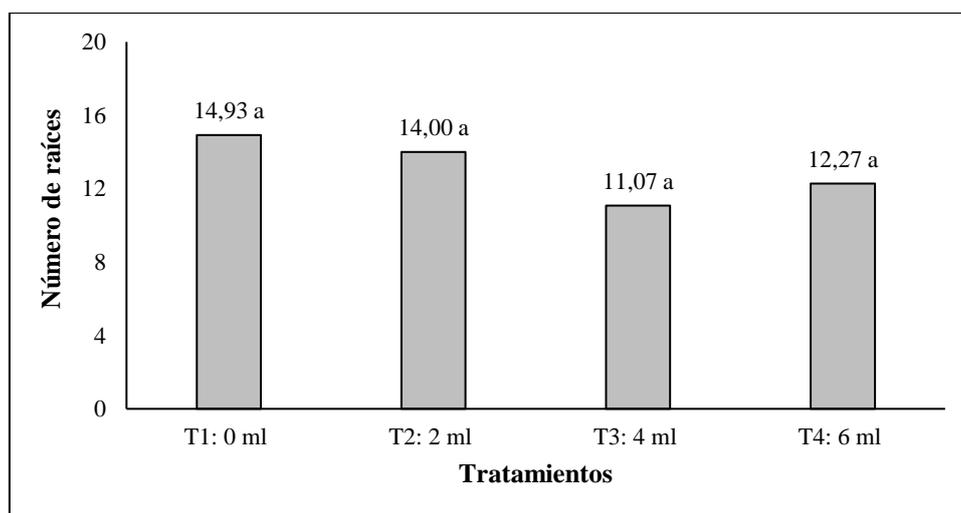
4.1 Número de raíces

El análisis de varianza para la variable número de raíces de plátano observado en el anexo 1, no reportó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos evaluados ($p > 0,05$). El coeficiente de variación fue de 23,91%. El promedio general fue de 13,06 raíces por planta.

A pesar de la ausencia de diferencias estadísticas significativas, se observan variaciones en los promedios de número de raíces. El tratamiento testigo (T1) presenta el mayor promedio de raíces, se observa una tendencia de reducción en el número de raíces a medida que aumenta la dosis de *Paecilomyces sp.* El tratamiento con 4 ml (T3) muestra el menor promedio de raíces (Figura 13).

Figura 13

Promedios de número de raíces de plátano en vivero por efecto de diferentes dosis de Paecilomyces sp.



Efecto contrario fue el logrado por Castillo (2022), quien al evaluar el efecto de las cepas UNA de *Trichoderma spp.*, y *Paecilomyces lilacinus*, una mezcla de los dos y aplicación dirigida de Oxamil 24 SL en base del tallo, para el control de nematodos y la

producción de plátano (*Musa* AAB), obtuvo que las plantas tratadas con Oxamil sobre la superficie del suelo mostraron una mayor cantidad de raíces funcionales respecto al testigo. Un resultado similar fue el obtenido por Garzón (2021), quien al aplicar *Paecilomyces lilacinus* redujo la presencia del nematodo *Radopholus similis* en el cultivo de plátano, obteniendo en su mayoría raíces sanas en las evaluaciones, lo cual confirma la respuesta de los resultados obtenidos en el presente estudio.

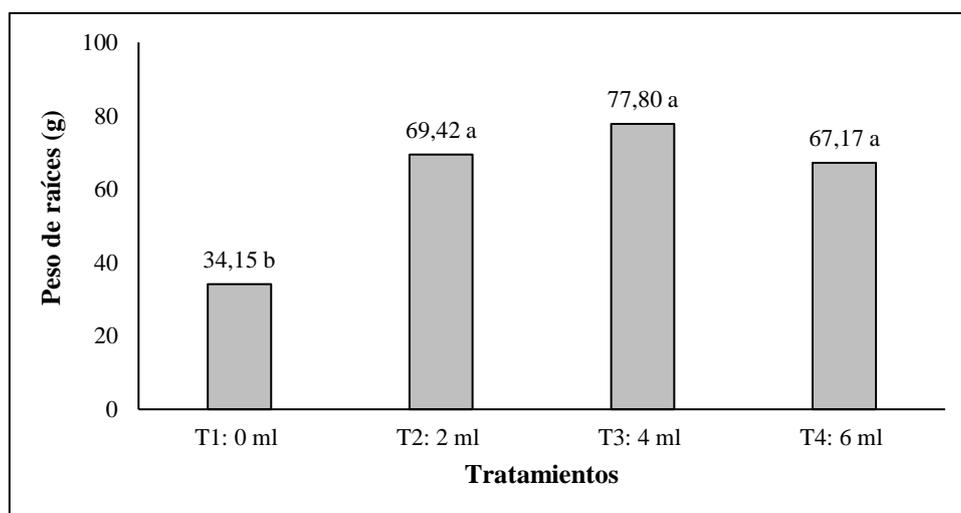
4.2 Peso de raíces

En el anexo 1, se aprecia el análisis de varianza para la variable peso de raíces de plátano, en el cual se denota diferencias estadísticas significativas entre tratamientos evaluados ($p < 0,05$). El coeficiente de variación fue de 22,74%.

En la figura 14, se observa que el tratamiento testigo (T1) presenta significativamente el menor peso de raíces, los tratamientos T2, T3 y T4 conforman un grupo estadísticamente similar (grupo a), siendo numéricamente superior el tratamiento con 4 ml (T3), mismo que muestra el mayor peso de raíces (77,80 g). Estos resultados indican que las diferentes dosis de *Paecilomyces sp* generaron un impacto significativo en el peso de las raíces.

Figura 14

Promedios de peso de raíces de plátano (g) en vivero por efecto de diferentes dosis de Paecilomyces sp.



El efecto positivo de *Paecilomyces sp* sobre esta variable es similar a los resultados que son similares a los obtenidos por Farez y Bryan (2023), quienes, en su investigación sobre aplicaciones de compuestos de origen vegetal en el suelo de un cultivo de banano, para reducir la cantidad de nematodos, concluyen que la biofumigación mejorar la calidad de las raíces del banano y reducir la población de nematodos. Resultados similares a los logrados en esta variable fueron los de Rodriguez (2021), quien, con el objetivo de reducir poblaciones de *R. similis* en el cultivo de banano establecido, obtuvo como resultado que en el tratamiento donde se aplicó el biocontrolador *Paecilomyces* presentó el mayor peso de raíces con 528,8 g.

4.3 Peso del área foliar

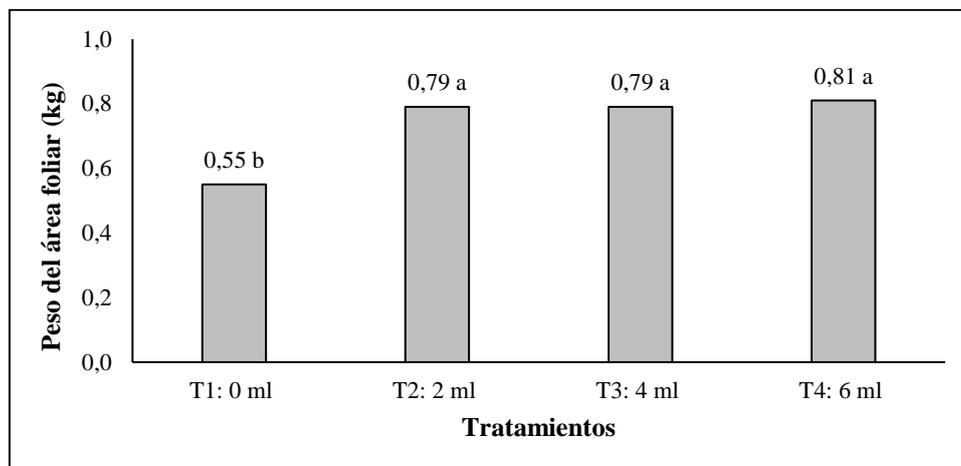
Al analizar los resultados del análisis de varianza para la variable peso del área foliar de plantas de plátano en fase de vivero, se detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos evaluados ($p < 0,05$). El coeficiente de variación fue de 14,21%.

Los promedios de los tratamientos evaluados a través de la prueba de Tukey (0,05), establecieron que el tratamiento testigo (T1) se presenta significativamente como el menor peso del área foliar, los tratamientos T2, T3 y T4 conforman un grupo estadísticamente similar (grupo a) (Figura 15). El tratamiento con 6 ml (T4) muestra el mayor peso del área foliar (0,81 kg), lo que sugiere que la aplicación de este microorganismo incrementa significativamente el peso del área foliar, observándose un efecto positivo desde la dosis de 2 ml, es así que los tratamientos con *Paecilomyces sp.*, superan al testigo en aproximadamente 0,24-0,26 kg.

Al evaluar los resultados de esta variable, se observa el efecto positivo del biocontrol de nematodos, similar efecto logró Chávez et al. (2018), quienes al evaluar el Fenamiphos, Ethoprophos y Oxamyl en el control de nemátodos en banano (*Musa AAA cv. Grande Naine*), concluyeron que, con el control de nematodos, el Ethoprophos aumentó ($p=0,0003$) el peso de follaje en 26 %.

Figura 15

Promedios de peso del área foliar (kg) en vivero por efecto de diferentes dosis de *Paecilomyces sp.*

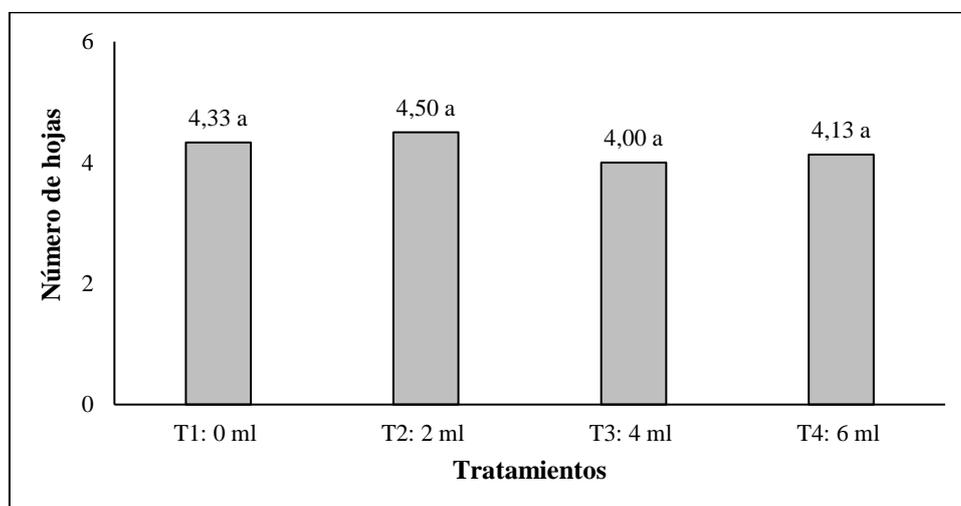


4.4 Número de hojas

El análisis de varianza para la variable número de hojas de plantas de plátano en vivero expuesto en el anexo 1, no reportó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos evaluados ($p > 0,05$). El coeficiente de variación fue de 12,53%. El promedio general fue de 4,24 hojas por planta. La ausencia de diferencias significativas sugiere que el número de hojas no es un parámetro sensible a las dosis evaluadas, por lo que se ha considerado aspectos como la homogeneidad del material vegetal utilizado y la limitada influencia de *Paecilomyces sp.*, en la formación de hojas, en el resultado de esta variable.

Figura 16

Promedios de número de hojas de plátano en vivero por efecto de diferentes dosis de *Paecilomyces sp.*



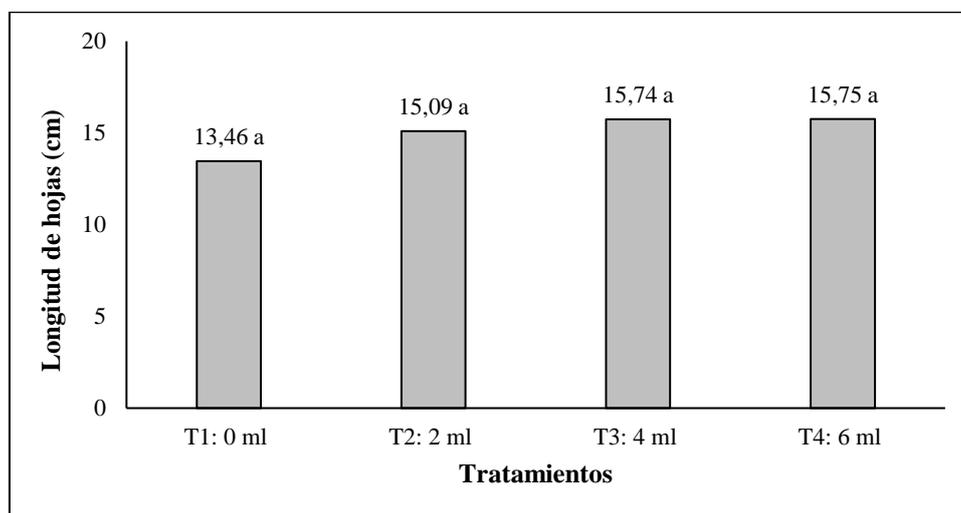
Resultados que difieren de Chávez et al. (2018), quienes al evaluar el Fenamiphos, Ethoprophos y Oxamyl en el control de nematodos en banano (*Musa* AAA cv. Grande Naine), concluyeron que los tres nematicidas aumentaron el número de hojas por planta ($p=0,0026$) entre 13 y 19 %. número de hojas en los tratamientos de 40 kg, 30 kg, 10 kg, 20 kg, de *P. lilacinus* con 38,40; 36,13; 35,20 y 34,00, existiendo diferencia significativa frente al tratamiento testigo *Meloidogyne sp.* con 23,07.

4.5 Longitud de hoja

En el anexo 1, se aprecia el análisis de varianza para la variable longitud de hoja en plátano en fase de vivero, en el cual no se denota diferencias estadísticas significativas entre tratamientos evaluados ($p>0,05$). El coeficiente de variación fue de 18,56%. El promedio general fue de 15,01 cm. En la figura 3, se observa una tendencia de incremento con la aplicación de *Paecilomyces sp.*, aunque no significativa estadísticamente, pese a ello hay un leve incremento en la longitud de hojas con dosis crecientes. El T2, T3 y T4 muestran promedios superiores al testigo.

Figura 17

Promedios de longitud de hojas (cm) en vivero por efecto de diferentes dosis de Paecilomyces sp.



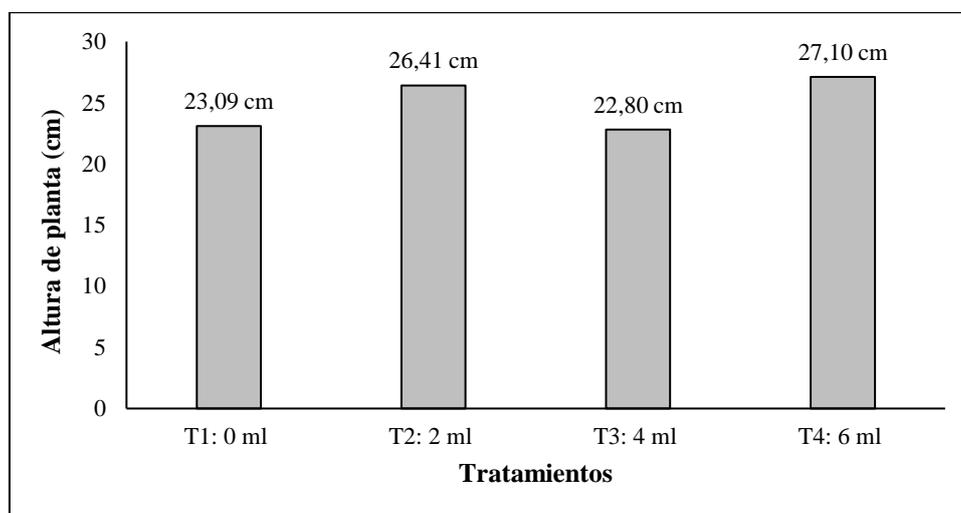
4.6 Altura del hijuelo

Al analizar los resultados del análisis de varianza para la variable altura de hijuelos de plátano en fase de vivero, no se detectó diferencias estadísticas significativas entre

tratamientos evaluados ($p>0,05$). El coeficiente de variación fue de 10,71%. El promedio general fue de 24,85 cm. Los promedios de los tratamientos evaluados a través de la prueba de Tukey (0,05), establecieron que hubo una limitada influencia del microorganismo en el crecimiento vertical. Numéricamente, los resultados más promisorios se observan en los tratamientos T2 (2 ml) y T4 (6 ml), lo que podría indicar un efecto no lineal del *Paecilomyces sp.*, en el desarrollo vertical de las plantas.

Figura 18

Promedios de altura de hijuelos (cm) en vivero por efecto de diferentes dosis de *Paecilomyces sp.*



Un comportamiento opuesto al obtenido en esta variable lo tuvo Lazo et al. (2017), quienes con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* var. Valery, concluyeron que la altura del hijuelo se superó en 0,5m a los del testigo. Al igual que con Valencia et al. (2014), quienes con el objetivo de determinar el efecto de la integración de prácticas de manejo como limpieza sanitaria de cormos y biológicas como Micorrizas Arbusculares (MA), *Purpureocillium lilacinum* y *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento de las plántulas de Dominico Hartón concluyeron que el T5 (Suelo esterilizado, cormos con limpieza sanitaria + MA + *P. lilacinum* + *B. subtilis*), tuvo mayor altura de planta de 32,91 cm.

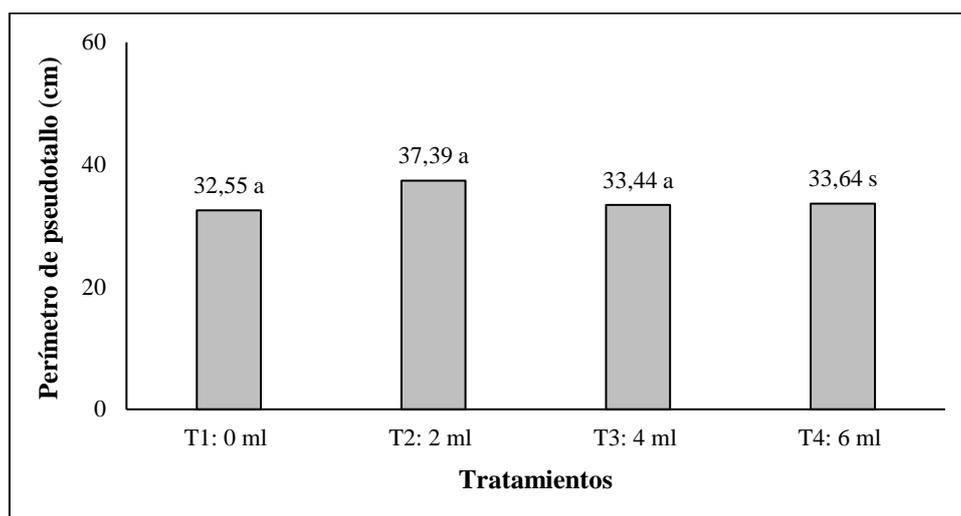
4.7 Perímetro del pseudotallo

El análisis de varianza para la variable perímetro de plátano observado en el anexo 1, no reportó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos evaluados ($p>0,05$). El coeficiente de variación fue de 11,49%. El promedio general fue de 34,25 raíces por

planta. Se observa una respuesta no lineal a las dosis de *Paecilomyces sp* (Figura 19), sobre esta variable. El tratamiento T2 (2 ml) muestra un comportamiento destacado, con un ligero incremento del perímetro de pseudotallo (37,39 cm), con respecto al Testigo.

Figura 19

Promedios de perímetro de pseudotallo en vivero por efecto de diferentes dosis de *Paecilomyces sp*.



Los resultados a nivel estadístico difieren de lo reportado por Chávez et al. (2018), quienes al evaluar el Fenamiphos, Ethoprophos y Oxamyl en el control de nematodos en banano (*Musa* AAA cv. Grande Naine), concluyeron que, con el control de nematodos, los tres nematicidas aumentaron el diámetro del tallo ($p = 0,0004$) entre 13 y 20 %. Lo mismo que con Castillo (2022), quien al evaluar el efecto de las cepas UNA de *Trichoderma spp.*, y *Paecilomyces lilacinus*, una mezcla de los dos y aplicación dirigida de Oxamil 24 SL en base del tallo, para el control de nematodos y la producción de plátano (*Musa* AAB), demostraron que se redujeron las poblaciones de nematodos en las plantas tratadas con las cepas UNA *Trichoderma spp.*, y las plantas tratadas con estas cepas mostraron mayor circunferencia del tallo de la planta madre, respecto al testigo.

4.8 Análisis beneficio / costo

En la tabla 5 se reporta la Relación Beneficio / Costos de los tratamientos evaluados, misma en la que se observa que el T1 (2ml de *Paecilomyces sp*.) tuvo el mayor valor con 1,77, lo que significa que por cada dólar invertido se obtuvo 0,77 centavo de ganancia. Además, se aprecia que existió un precio de 0,25 centavos más al de venta por

ser comprobado el efecto en masa radical y foliar de las plantas, razón con la que debe comercializarse estas plantas mejoradas en fase de vivero.

Tabla 5.

Relación Beneficio & Costo en la evaluación del efecto de la aplicación de Paecilomyces sp en el manejo de fitonematodos en plátano de exportación.

Detalle	Tratamientos			
	T0: 0 ml	T1: 2ml	T2: 4ml	T3: 6ml
Costos fijos				
Semilla	\$0,63	\$0,63	\$0,63	\$0,63
Desinfectantes semilla	\$0,05	\$0,05	\$0,05	\$0,05
Sustrato	\$0,25	\$0,25	\$0,25	\$0,25
Fundas de vivero	\$0,63	\$0,63	\$0,63	\$0,63
Mano de obra	\$7,50	\$7,50	\$7,50	\$7,50
Subtotal 1	\$9,05	\$9,05	\$9,05	\$9,05
Costos variables				
Dosis de <i>Paecilomyces</i>	\$0,00	\$0,36	\$0,72	\$1,08
Mano de obra por aplicación	\$0,00	\$1,88	\$1,88	\$1,88
Subtotal 2	\$0,00	\$2,24	\$2,60	\$2,96
Costo total por tratamiento	\$9,05	\$11,29	\$11,65	\$12,01
Costo total x planta /trat.	\$0,45	\$0,56	\$0,58	\$0,60
Ingresos				
Precio planta de vivero	\$0,75	\$1,00	\$1,00	\$1,00
Relación Beneficio / Costo	\$1,66	\$1,77	\$1,72	\$1,67

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- La aplicación de *Paecilomyces sp* muestra un efecto significativo y positivo en el peso de raíces de plátano barraganete en fase de vivero, presentando los resultados más promisorios, sobre todo con la dosis de 4ml.
- En cuanto a la parte aérea de las plantas de plátano Barraganete en fase de vivero, se concluye que la aplicación de *Paecilomyces sp*. incrementa significativamente el peso del área foliar, observándose un efecto positivo desde la dosis de 2 ml, siendo el tratamiento con 6 ml (T4), el mayor peso del área foliar (0,81 kg).
- El análisis de la Relación Beneficio / Costos de los tratamientos evaluados, fue mayor en el T1 (2ml de *Paecilomyces sp*) con 1,77, lo que significa que por cada dólar invertido se obtuvo 0,77 centavos de ganancia.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- El uso de *Paecilomyces sp.*, como alternativa promisoría para manejo de nematodos en sistemas de producción de plátano.
- Estudiar la respuesta en diferentes etapas de crecimiento del cultivo de plátano Barraganete.
- Realizar investigaciones más detalladas para comprender completamente su potencial como agente de control de nematodos y promotor del crecimiento vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

- Abisre S. A. (2019). *Nemaplus*. Obtenido de Ficha técnica: <https://www.microtech.bio/wp-content/uploads/2019/08/FT-NEMAPLUS-act.pdf>
- Amari Freire, W. F. (2015). *Situación fitosanitario en fincas convencional y orgánica en dos cantones pertenecientes a la zona sur de la provincia de El Oro*. Machala.
- Andrés, M. (2002). *Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparasitos*. Obtenido de Revista Ciencia y Medio Ambiente: [https://digital.csic.es/bitstream/10261/128310/1/Estrategias%20en%20el%20control392\(M%C2%AAAF%20Andr%C3%A9s\).pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/128310/1/Estrategias%20en%20el%20control392(M%C2%AAAF%20Andr%C3%A9s).pdf)
- Armendariz, I., Ríos, M., Landázuri, P., y Quiña, D. (2015). *Nematodos fitopatógenos y sus estrategias de control*. Obtenido de Libro. Editorial ESPE: https://www.researchgate.net/publication/284185706_nematodos_fitopatogenos_y_sus_estrategias_de_control
- Bongers, T. (2015). *Morfología de los nematodos*. Obtenido de <http://nemaplex.ucdavis.edu/Courseinfo/Curso%20en%20Español/Costa%20Rica%20Course/Esquivel%20ManualIdentif%202015.pdf>
- Bravo, G., y Zambrano, T. (2024). *Control de nematodos en banano (Musa x paradisiaca L), con bioestimulante orgánico “brugnem” como práctica de responsabilidad ambiental y social*. Obtenido de Tesis Ing. Ambiental. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí: https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2436/1/TIC_IA98D.pdf
- CABI Head Office. (2021). *Radopholus similis (burrowing nematode)*. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompndium.46685>
- Castillo, T. (2022). *Alternativas biológicas y químicas para el manejo de Fitonematodos en cultivo de plátano AAB (Musa paradisiaca L.) en Rivas, Nicaragua*. Obtenido de Revista Universitaria del Caribe. vol. 28, núm. 01: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/415/4153298009/html/>
- Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. (1999). *Paecilomyces sp.enemigo natural de mosquitas blancas*. Obtenido de Ficha CB-06: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172884/Ficha_CB_06_Paecilomyces_spp.pdf

- Chaves, Á., Guzman, Ó., Valencia, A., y Villegas, B. (2023). *Caracterización morfológica y molecular de poblaciones de Radopholus similis [(Cobb) Thorne (Rhabditida: Pratylenchidae)] en Colombia*. Obtenido de Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural: https://www.researchgate.net/publication/377725357_Caracterizacion_morfometrica_y_molecular_de_poblaciones_de_Radopholus_similis_Cobb_Thorne_Rhabditida_Pratylenchidae_en_Colombia
- Chávez, C., Salas, E., y Araya, M. (2018). *Control químico de nemátodos en plantas de banano (Musa AAA)*. Obtenido de Revista Fitosanidad. Vol. 22(1), p. 27-34: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20219838526>
- Crespo, J., Carranza, C., Cedeño, A., Vera, L., y Chevez, M. (2024). *Actividad antagonista de PGPR en nematodo fitoparásito Pratylenchus spp. en Musa paradisiaca (Musa acuminata × M. balbisiana) vs cavendish*. Obtenido de Revista de Investigación de Ciencias Agronómicas y Veterinaria, ALFA. Vol. 8 Núm. 24.: <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/400>
- Dávila, J. L. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano*. Quito.
- Delgado, S. (2022). *Control de nemátodos: ¿cómo lograrlo de manera efectiva?* Obtenido de <https://prismab.com/blog/control-de-nematodos-como-lograrlo-de-manera-efectiva/>
- Dutta, T., Khan, M., y Phani, V. (2019). *Plant-parasitic nematode management via biofumigation using brassica and non-brassica plants: Current status and future prospects*. Obtenido de Journal Current Plant Biology. vol. 17. pages 17-32: <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2019.02.001>.
- Farez, E., & Bryan, P. (2023). *Efecto de la biofumigación para el control de nematodos en el suelo de un cultivo de banano (Musa x paradisiaca)*. Obtenido de Tesis Ing. Agro. Universidad Técnica Estatal de Machala: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/21964>
- Fernández, G., Cerna, L., y Chico, J. (2016). *Eficacia de Paecilomyces lilacinus en el control de Meloidogyne incognita que ataca al cultivo de Capsicum annum, "pimiento piquillo"*. Obtenido de Revista Fitosanidad. Vol. 20(3). p.109-119: <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209155121001.pdf>
- Garzón, A. (2021). *Efecto de Paecilomyces lilacinus para la prevención de nematodos en*

- el cultivo de plátano (Musa paradisiaca)*. Obtenido de Tesis Ing. Agro. Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GARZON%20MENDEZ%20ARGEMIS%20ALEXANDER.pdf>
- Guerena, M. (2024). *Nematodos: controles alternativos*. Obtenido de Universidad Estatal de Virginia: <https://attra.ncat.org/es/publication/nematodos-controles-alternativos/>
- Guzma, O. (2011). *El nematodo barrenador Radopholus similis*. Obtenido de Revista Luna Azul no.33 : http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742011000200012#:~:text=Radopholus%20similis%20es%20un%20nematodo,entre%20el%2020%20y%20100%25.
- Guzman, A., Zamorano, C., Leguizamon, J., y López, H. (2023). *Effect of Radopholus similis , Pratylenchus araucensis , Meloidogyne spp. and their interaction on Musa AAB 'Dominico Hartón' seedlings*. Obtenido de Journal of Nematology. Vol 55(1): https://www.researchgate.net/publication/375910261_Effect_of_Radopholus_similis_Pratylenchus_araucensis_Meloidogyne_spp_and_their_interaction_on_Musa_AAB_'Dominico_Harton'_seedlings
- INAMHI. (2017). *ANUARIO METEOROLÓGICO*. Ecuador: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- Instagri S.C. (2015). *Control Biológico de Nemátodos Fitopatógenos*.
- INTAGRI. (2017). *Control de Nematodos desde una Perspectiva Integral*. Obtenido de Serie Fitosanidad Núm. 91. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-de-nematodos-desde-una-perspectiva-integral>
- Jones, J., Haegeman, A., G., E., S., H., Helder, J., y Jones, M. (2013). *Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology*. Obtenido de Journal Molecular Plant Pathology. Volume14, Issue9: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mpp.12057>
- Kilama, P., Dubois, T., Coyne, D., Niere, B., Gold, C., y Adipala, E. (2007). *Antagonism of Paecilomyces spp. isolated from banana (Musa spp.) roots and rhizosphere against Radopholus similis*. Obtenido de Nematropica, 37(2), 215-226.:

- <https://cgspace.cgiar.org/items/248b71f8-bbab-45ad-b598-2e8b0c2470d5>
- Lara, S., López, D., y Carrión, G. (2016). *Nemátodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (Musa acuminata AA) en el centro de Veracruz, México*. Obtenido de Revista mexicana de fitopatología. vol.34 no.1.: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092016000100116
- Lara, S., Nuñez, A., López, D., y Carrión, G. (2016). *Nemátodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (Musa acuminata AA) en el centro de Veracruz, México*. Obtenido de Revista Mexicana de Fitopatol. Vol.34 no.1: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092016000100116
- Lazo, Y., Morales, A., Guanolisa, D., Olalla, T., Arteaga, Y., y García, Y. (2017). *Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de Musa paradisiaca variedad valery*. Obtenido de Revista Amazónica Ciencia y Tecnología Volumen 6 N°3- (Pag 191-200): <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/download/86/251?inline=1>
- Lezaun, J. (2016). *Nematodos fitoparásitos: una plaga mundial*. Obtenido de Agribusiness & Marketing Consultant South America Region April : <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos>
- Lombeida, E., & Cedeño, F. (2024). *Incidencia de nematodos fitoparásitos y prácticas asociadas a su manejo en el cultivo de banano (Musa × paradisiaca L.) en el cantón Pueblo Viejo*. Obtenido de Tesis Ing. Agrop. Universidad Técnica de Babahoyo: <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/17061?show=full>
- Medina, R. (2020). *“Manejo integrado del nematodo (Radopholus similis) en el cultivo de banano (Musa AAA)”*. Obtenido de Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo: <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8373/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000256.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meza, P. (2021). *Consideraciones generales en el manejo de nemátodos fitoparásitos*. Obtenido de Tierra adentro. Sanidad Vegetal, soluciones basadas en la naturaleza: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/54bd7ed1-643d-4c11-9aac-45717abb1208/content>
- Morales, E. L., Córdova, S. A., Bravo, M. L., y Macías, B. L. (2020). *Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos*. Los Ríos.

- Moreno, A. (2013). *Apuntes de Zoología*. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/465-2013-08-22-D5%20NEMATODOS.pdf>
- Piedra, R. (2015). *Guía de muestreo de nematodos fitoparásitos en cultivos agrícolas*. Obtenido de Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agrícola: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10789.pdf>
- Posadas, L., Sánchez, N., López-Lima, & Carrión. (2016). *Nemátodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (Musa acuminata AA) en el centro de Veracruz, México*. México.
- Proyecto Musa. (2019). *Los nematodos parásitos de plátanos y bananos*. Obtenido de Proyecto "MUSA". 1era edición.: <http://www.projectmusa.eu/wp/wp-content/uploads/2019/05/manual-NEP-banano-MUSA1-Arreglado-small.pdf>
- Rodríguez, H. (2021). *Uso de diferentes Biocontroladores para el manejo de Radopholus similis en banano (Musa paradisiaca AAA), cantón Simón Bolívar, Provincia del Guayas*. Obtenido de Tesis Magister en Sanidad vegetal. Universidad Agraria del Ecuador.: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RODRIGUEZ%20SALTO%20%20HELEN%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RODRIGUEZ%20SALTO%20%20HELEN%20(1).pdf)
- Rossi, D. (2013). *Los Agroquímicos usados en Las Plantaciones Bananeras y sus Efectos en el Agua, la Gente, y el Ambiente en la Comunidad de Changuinola, Bocas del Toro, Panamá*. Bocas del Toro - Panamá.
- Valencia, R., Guzman, O., Villegas, B., y Castaño, J. (2014). *Manejo integrado de nematodos fitoparásitos en almácigos de plátano dominico hartón (Musa AAB simmonds)*. Obtenido de Revista Luna Azul. Universidad de Caldas. N° 39. p. 165-185: https://www.researchgate.net/publication/273475889_Manejo_integrado_de_nematodos_fitoparasitos_en_almacigos_de_platano_dominico_harton_Musa_AAB_simmonds
- Valle, G., Villavicencio, E., y López, R. (2004). *Nematodos fitopatógenos. Manual de laboratorio*. Obtenido de Centro de Investigaciones Biológicas. Publicación de transferencia y divulgación N° 15.: <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1746/1/NEMATODOS%20FITOPATOGENOS.pdf>
- Vargas, R., Wang, A., Obregón, M., & Araya, M. (2017). *Efecto de Trichoderma spp., Paecilomyces lilacinus y la inyección de nematicida en el pseudotallo en el*

combate de Radopholus similis y la producción de banano. Costa Rica.

Vera, D. (2018). *UAB divulgación*. Obtenido de <https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/como-mejorar-ecosistemas-degradados-por-monocultivos-de-bananas-y-platanos-1345680342040.html?noticiaid=1345751183512>

ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios de las variables dependientes evaluadas en la investigación.

F.V.	gl	N° de raíces	Peso de raíces (g)	Peso aéreo (kg)	N° hojas	Longitud de hoja (cm)	Altura de planta (cm)	Perímetro de pseudotallo (cm)
Tratamientos	3	14,99 ns	1845,52 **	0,08 **	0,24 ns	5,85 ns	24,69 ns	22,89 ns
Repeticiones	4	14,37 ns	318,23 ns	0,01 ns	0,55 ns	97,42 ns	14,06 ns	27,60 ns
Error	12	9,76	199,67	0,01	0,28	7,76	7,08	15,50
Total	19							
C.V (%)		23,91	22,74	14,21	12,53	18,56	10,71	11,49

Anexo 2. Banco fotográfico del manejo del ensayo.



Llenado de fundas con sustrato preparado y siembra



Germinación de colinos de plátano



Aplicación de *Paecilomyces*

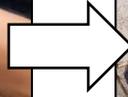




Tratamientos evaluados a la cosecha



Recolección de raíces



Toma de datos



Altura de planta



Perímetro de pseudotallo



Peso de raíces

Tesis_Pamela_Cagua_21-12

3%
Textos sospechosos

3% Similitudes
0% similitudes entre comillas (ignorado)
< 1% entre las fuentes mencionadas
8% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: Tesis_Pamela_Cagua_21-12.docx
ID del documento: edd19bfb9e9908f4d8e7417ecb9151fce8e39ff2
Tamaño del documento original: 6,75 MB
Autores: []

Depositante: Marco De la Cruz Chicaiza
Fecha de depósito: 6/1/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 6/1/2025

Número de palabras: 11.438
Número de caracteres: 79.117

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LEON MORAN DIMAS ADRIAN.pdf 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	Documento de otro usuario #0e4ced El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
3	repositorio.utmachala.edu.ec http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11694/3/DE00014_TRABAJODETITULACION... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #69811f El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
2	Documento de otro usuario #93aad4 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
3	Tesis Yamilec Ferrin - compilato.docx Tesis Yamilec Ferrin - compilato #6c8eb8 El documento proviene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)
4	repositorio.una.edu.ni https://repositorio.una.edu.ni/4510/1/mh10a473u.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
5	Documento de otro usuario #bfd8e6 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 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	ANDREA GARCIA_TESIS FINAL.docx ANDREA GARCIA_TESIS FINAL #119651 El documento proviene de mi grupo	4%		Palabras idénticas: 4% (470 palabras)
2	NICOLE BARCIA_TESIS FINAL.docx NICOLE BARCIA_TESIS FINAL #2fa3c7 El documento proviene de mi grupo	4%		Palabras idénticas: 4% (463 palabras)
3	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GARZON MENDEZ ARGEMIS ALEXANDER.pdf	3%		Palabras idénticas: 3% (437 palabras)
4	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GARZON MENDEZ ARGEMIS ALEXANDER.pdf	3%		Palabras idénticas: 3% (421 palabras)
5	Tesis. Nathaly Mercedes Merchan.docx Tesis. Nathaly Mercedes Merchan #2be18a El documento proviene de mi grupo	2%		Palabras idénticas: 2% (257 palabras)
6	www.camjol.info https://www.camjol.info/index.php/RUC/article/download/14449/17048	2%		Palabras idénticas: 2% (277 palabras)
7	Tesis Luis Pita.docx Tesis Luis Pita #94b906 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	2%		Palabras idénticas: 2% (238 palabras)
8	doi.org Alternativas biológicas y químicas para el manejo de Fitonematodos en culti... https://doi.org/10.5377/ruc.v28i01.14449	2%		Palabras idénticas: 2% (274 palabras)
9	doi.org Alternativas biológicas y químicas para el manejo de Fitonematodos en culti... https://doi.org/10.5377/ruc.v28i01.14449	2%		Palabras idénticas: 2% (274 palabras)