

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**

**“HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA
PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PLÁTANO, FASE VIVERO”**

AUTOR: CESAR ISAAC CALDAS JARAMILLO

TUTOR: ING. JOSÉ RANDY CEDEÑO ZAMBRANO, MG

El Carmen, Septiembre del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	REVISIÓN: 1 Página i de 46

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, bajo la autoría del estudiante **Cesar Isaac Caldas Jaramillo**, legalmente matriculado en la carrera de ingeniería agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es “**Hongos Micorrízicos Arbusculares en la productividad del cultivo de plátano, fase vivero**”.

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, 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 Agosto de 2025

Lo certifico,



Ing. José Randy Cedeño Zambrano, Mg

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Hongos Micorrízicos Arbusculares en la productividad del cultivo de plátano,
fase vivero

AUTOR: Cesar Isaac Caldas Jaramillo

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, Mg

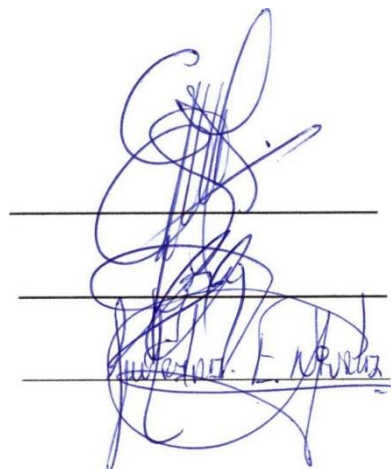
TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. Elizabeth Telli Tacuri Troya, Mg

Ing. Jorge Sifrido Vivas Cedeño, Mg

Ing. Pedro Eduardo Nivelá Morante, Mg

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ing. E. Nivelá', is written over three horizontal lines. The signature is stylized and somewhat illegible due to the cursive nature of the handwriting.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, César Isaac Caldas Jaramillo con cedula de ciudadanía 235051313-7, 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 **“Hongos Micorrízicos Arbusculares En La Productividad Del Cultivo De Plátano, Fase Vivero”**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total e su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,



Cesar Isaac Caldas Jaramillo

El Carmen, 13 de Agosto de 2025

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres, cuyo amor y guía son siempre mi luz en la oscuridad. Su apoyo incondicional ha sido mi mayor motivación para alcanzar este logro.

A mis profesores, que con su sabiduría y paciencia, me han enseñado no solo sobre mi campo de estudio, sino también sobre la vida. Su mentoría ha sido invaluable.

A mis amigos, que han estado a mi lado en cada paso de este viaje. Su amistad y aliento han hecho que los desafíos sean más llevaderos.

A todos los que han formado parte de mi vida académica, gracias por su contribución a mi crecimiento personal y profesional. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi camino.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mis asesores académicos, cuya experiencia, comprensión y paciencia, añadieron sustancialmente a mi experiencia de pre grado. Su orientación me ayudó en la investigación y la escritura de esta tesis.

Agradezco a mis compañeros de estudios por su amistad y por las muchas horas de discusiones académicas que nos ayudaron a todos a crecer intelectualmente.

Agradezco a mi familia por su amor incondicional y su apoyo constante a lo largo de mis estudios. Este logro no habría sido posible sin ellos.

También quisiera agradecer a todos los agricultores y expertos en el campo que compartieron generosamente su tiempo y conocimientos conmigo. Sus contribuciones han sido invaluable para mi investigación.

Agradezco a la universidad y a todos los miembros del personal que han hecho de este lugar un ambiente de aprendizaje excepcional.

Finalmente, agradezco a todos los que de alguna manera contribuyeron a este trabajo y a mi formación académica, este logro es tan mío como suyo.

ÍNDICE

PORTADA	1
DEDICATORIA.....	iiiv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE.....	vii
TABLAS.....	viii
FIGURAS	ixx
ANEXOS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRATC	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 Generalidades del cultivo de plátano	3
1.1.1 Descripción botánica	3
1.2 Siembra de plátano en viveros	4
1.3 Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA	5
CAPÍTULO II.....	7
2 INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	7
CAPÍTULO III	9
3 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO	9
3.1 Ubicación del ensayo.	9
3.2 Características agroecológicas de la zona.....	9
3.3 Variables en estudio.....	9
3.3.1 Variables independientes.....	9
3.3.2 Variables dependientes	9
3.4 Característica de las Unidades Experimentales	10
3.5 Tratamientos	10
3.6 Diseño experimental	10

3.7	Materiales e instrumentos	11
3.7.1	Equipos de campo.....	11
3.8	Manejo del Ensayo.....	11
3.8.1	Selección y Preparación de Cormos	11
3.8.2	Inoculación con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA).....	11
3.8.3	Plantación en Camas de Enraizamiento.....	11
3.8.4	Evaluación de la Supervivencia y Desarrollo de las Plántulas.....	12
3.8.5	Trasplante al Campo	12
CAPÍTULO IV		13
4	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	13
4.1	Altura de planta.....	13
4.2	Perímetro de pseudotallo	14
4.3	Número de hojas	16
4.4	Número de raíces	18
4.5	Longitud de raíces.....	19
CONCLUSIONES.....		21
RECOMENDACIONES		22
BIBLIOGRAFIA		xi

TABLAS

Tabla 1. <i>Características meteorológicas presentadas en el ensayo.</i>	9
Tabla 2. <i>Disposición de los tratamientos.</i>	10
Tabla 3. <i>Esquema del ADEVA</i>	10
Tabla 4. <i>Altura de planta promedio del plátano barraganete (Musa AAB) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.</i>	13
Tabla 5. <i>Perímetro de pseudotallo promedio del plátano barraganete (Musa AAB) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.</i>	15
Tabla 6. <i>Número de hojas promedio del plátano barraganete (Musa AAB) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.</i>	16
Tabla 7. <i>Número de raíces promedio del plátano barraganete (Musa AAB) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.</i>	18
Tabla 8. <i>Longitud de raíces promedio del plátano barraganete (Musa AAB) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.</i>	19

FIGURAS

- Figura 1.** *Promedio de la altura de planta de los tratamientos con inoculación de HMA en el plátano barraganete (Musa AAB) en fase de vivero. 14*
- Figura 2.** *Promedio del perímetro de pseudotallo de los tratamientos con inoculación de HMA en el plátano barraganete (Musa AAB) en fase de vivero..... 15*
- Figura 3.** *Promedio del Número de hojas de los tratamientos con inoculación de HMA en el plátano barraganete (Musa AAB) en fase de vivero. 17*

ANEXOS

Anexo 1. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 1.....	xii
Anexo 2. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 2.....	xii
Anexo 3. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 3.....	xii
Anexo 4. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 4.....	xii
Anexo 5. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 5.....	xii
Anexo 6. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana .	xii
Anexo 7. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 2.	xiii
Anexo 8. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 3	xiii
Anexo 9. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 4.	xiii
Anexo 10. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 5.	xiii
Anexo 11. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 1.	xiii
Anexo 12. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 2.	xiii
Anexo 13. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 3.	xiv
Anexo 14. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 4.	xiv
Anexo 15. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 5.	xiv
Anexo 16. ADEVA del número de raíces del plátano en fase de vivero.	xiv
Anexo 17. ADEVA de la longitud de las raíces del plátano en fase de vivero.	xiv
Anexo 18. Crecimiento de las plantas en funda.	xv
Anexo 19. Conteo del número de hojas.	xv
Anexo 20. Desarrollo inicial del plátano en fase de vivero	xvi
Anexo 22. Etapa de crecimiento.....	xvii
Anexo 23. Chequeo de planta con inoculación hma.....	xviii

RESUMEN

El ensayo se llevó a cabo en la Quinta SV km12 vía Palma Sola, con el objetivo general de evaluar la influencia de la inoculación de los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en el cultivo de plátano en fase de vivero. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con seis tratamientos que variaron en la dosis de HMA % (0, 10, 20, 30, 40, y 50) y un testigo sin inoculación. Las variables evaluadas incluyeron el crecimiento de las plántulas, medido a través de la altura de la planta, el número de raíces y la tasa de emisión foliar a lo largo de cinco semanas. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en las variables evaluadas entre los tratamientos, lo que sugiere que la inoculación con HMA no tuvo un impacto notable en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de plátano barraganete (*Musa AAB*) en las condiciones del ensayo. El promedio de altura de las plantas y el número de raíces se mantuvieron dentro de un rango similar al del testigo, indicando que, en este contexto específico, la inoculación con HMA no mejoró el rendimiento de las plántulas. Estos hallazgos resaltan la necesidad de investigar más a fondo las condiciones que podrían influir en la efectividad de los HMA en el cultivo de plátano.

Palabras clave: Hongos Micorrízicos Arbusculares, plátano, fase de vivero, crecimiento, inoculación.

ABSTRACT

The trial was carried out at Quinta SV km12 via Palma Sola, with the general objective of evaluating the influence of inoculation of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) on the banana crop in the nursery stage. A completely randomized experimental design was used, with five treatments that varied in AMF dosage % (0 10, 20, 30, 40, and 50) and a control without inoculation. Variables evaluated included seedling growth, measured by plant height, root number, and leaf emission rate over five weeks. The results showed that there were no significant differences ($p > 0.05$) in the variables evaluated among treatments, suggesting that AMF inoculation did not have a noticeable impact on the growth and development of barraganete plantain (*Musa AAB*) seedlings under the trial conditions. Average plant height and root number remained within a similar range to the control, indicating that, in this specific context, AMF inoculation did not improve seedling performance. These findings highlight the need to further investigate the conditions that could influence the effectiveness of AMF in banana cultivation.

Key words: Arbuscular mycorrhizal fungi, banana, nursery stage, growth, inoculation.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano es de gran importancia debido a su significativo aporte nutricional a la dieta básica de las familias que viven en zonas rurales, así como a su papel fundamental en satisfacer las necesidades alimenticias de los hogares con recursos limitados, esto es especialmente relevante en regiones tropicales y subtropicales, donde el plátano se cultiva a gran escala (G. A. Rodríguez et al., 2019).

El cultivo de plátano ha experimentado un significativo crecimiento en términos de producción y ha sido ampliamente adoptado en una extensa región tropical y subtropical de Ecuador, este progreso se debe en gran medida a las condiciones climáticas favorables que han favorecido la expansión exitosa de este cultivo, no obstante, es importante destacar que los cambios ecológicos presentes en la zona, como las variaciones en el clima, la temperatura y las propiedades del suelo, ejercen un impacto considerable en los rendimientos de los racimos de frutas a gran escala, lo que ocasiona pérdidas económicas significativas para los agricultores (Hidalgo et al., 2019).

Para ciertos sectores de la costa ecuatoriana, el cultivo de plátano desempeña un papel crucial como fuente de sustento económico para las familias que se dedican a esta actividad, tanto directa como indirectamente, tanto los dueños de las fincas como los trabajadores contratados dependen económicamente de esta producción, además, debido a que el plátano es un elemento esencial en la canasta básica, su importancia se amplifica, entre las provincias con mayor participación en la producción de plátano en el país se destacan Los Ríos, El Oro, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas (Tumbaco *et al.*, 2015).

El cultivo de plátano ha ganado importancia en ciertos sectores del país debido al aumento de las exportaciones hacia nuevos países, sin embargo, esta expansión ha llevado a la sobreexplotación del suelo y alteraciones ambientales, lo que resulta en la ineficiencia del suelo y afecta el desarrollo de las plantas para la producción de la fruta (FAO, 2021).

Dentro de las estrategias empleadas para aumentar la productividad de la plantación se encuentran el empleo de fertilizantes en cantidades superiores a las recomendadas, junto con el uso inadecuado de productos químicos, estas prácticas afectan negativamente al suelo y, como consecuencia, reducen la producción final obtenida de las plantas (González, 2019), así, se recomienda adoptar sugerencias técnicas y viables en el entorno agrícola y ambiental, como el uso de productos biológicos y orgánicos, estos productos ofrecen notables beneficios al suelo y a las raíces de las plantas (Arango, 2017).

Una opción para reemplazar el uso de productos químicos dañinos es emplear los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), durante las etapas de germinación y siembra, estos hongos facilitan la adaptación de las raíces en las primeras semanas, entre sus funciones se incluye la producción de hormonas que estimulan el crecimiento y la resistencia de las plantas a enfermedades, así como la reducción del estrés causado por la falta de humedad y otros factores que puedan limitar la producción (Restrepo *et al.*, 2019).

Objetivo General

Evaluar la influencia de la inoculación de los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en el cultivo de plátano en fase de vivero.

Objetivos Específicos

- Determinar el crecimiento de las plántulas de plátano en fase de vivero inoculadas con HMA.
- Medir la tasa de emisión foliar del cultivo de plátano en fase de vivero bajo la inoculación de HMA.

Hipótesis

Ha: La Inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares influye en el crecimiento y desarrollo de plántulas de plátano *Musa AAB* en Fase de viveros.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades del cultivo de plátano

A nivel global el cultivo de plátano se encuentra en el cuarto puesto entre los productos más consumidos por los seres humanos, en ciertos países tropicales y subtropicales ocupa un papel fundamental en la canasta básica familiar, debido a que brinda ingresos económicos a los agricultores rurales y oportunidades laborales a las familias de clase media baja en las regiones donde se produce esta fruta (FAO, 2020).

Este cultivar pertenece a la familia de las musáceas y se compone principalmente de dos géneros: Ensete y Musa. El género Musa es el más difundido y producido en los países tropicales, lo que se atribuye a su diversidad, que incluye más de 30 especies diploides, el plátano tiene su origen en el continente asiático, especialmente en el sudeste de este continente, pertenece a la familia de las musáceas, y dentro de este grupo, las especies más reconocidas son *M. acuminata* y *M. balbisiana*, a partir de estas dos especies, surgieron las variedades que actualmente se cultivan tanto en América como en otros países tropicales (Guerrero, 2016).

La demanda en la producción de plátano ha experimentado un notable aumento cada año, en las últimas dos décadas, la cantidad de fruta producida ha incrementado en un 20% (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP], 2017). Dentro de América Latina, Ecuador se posiciona en el tercer lugar en cuanto a la exportación de plátanos, con un porcentaje del 12% de la fruta exportada, este país se sitúa detrás de Colombia y Perú en términos de volumen de exportación (FAOSTAT, 2022).

El plátano, una musácea originaria del sudeste asiático, se ha difundido a lo largo del tiempo hacia el Medio Oriente, África y el resto del mundo (Naciones Unidas, 2017).. En la actualidad, es un cultivo de alta producción en las regiones tropicales de América del Sur y Centroamérica, proporcionando una fuente de ingresos para las familias que se dedican a su cultivo. La mayor parte de la fruta exportada llega a Estados Unidos y a varios países europeos (Álvarez *et al.*, 2020).

1.1.1 Descripción botánica

La planta de plátano, según Gómez, (2017), es una herbácea que se caracteriza por un pseudotallo formado por las vainas de las hojas, que puede llegar a medir hasta 3 metros de

altura. Bajo el pseudotallo se halla el cormo o rizoma, que se considera el verdadero tallo de la planta, en el cormo crecen y se desarrollan las raíces, así como las yemas laterales que se emplearán como hijuelos para la siembra, el desarrollo del cultivo del plátano se divide en tres fases: la fase vegetativa que ocurre durante las primeras semanas, seguida de la fase floral, y finalmente, la fase de fructificación.

Durante la fase vegetativa de la planta de plátano, se observa el crecimiento de las raíces principales y secundarias, el desarrollo del pseudotallo y la emergencia de las primeras yemas laterales. Tras 6 meses, se inicia la etapa de floración, en la que el tallo floral asciende por el pseudotallo y emerge en la parte superior. A partir de este punto, comienza la fase de fructificación, durante la cual se forman los dedos o frutos del racimo, y la planta se prepara para la cosecha (Galán *et al.*, 2018).

En cuanto a la variedad Barraganete, Cedeño *et al.*, (2020) describen que, hasta las 53 semanas de crecimiento, las plantas alcanzan una altura de 3,47 m y un perímetro de pseudotallo de 52,23 cm. Las hojas miden 0,68 m de ancho y 1,88 m de largo, y la producción total de hojas de esta variedad es de 38 hojas. La producción del racimo puede tener entre 5 a 6 manos y entre 26 a 27 dedos exportables por racimo, que llegan a tener un peso final de entre 10 a 12 kg.

Por otro lado, la variedad Dominico Hartón, según Castaño *et al.*, (2012), alcanza una altura promedio de 3,15 metros, y el pseudotallo presenta un perímetro de 56,55 cm de grosor al finalizar el ciclo vegetal de la planta. La emisión foliar completa en promedio 35 hojas $\pm$ 2. En cuanto a la producción del fruto, los dedos alcanzan una longitud de 22,36 cm con un grosor de 4,29 mm de diámetro, y el peso total del racimo, sumando todos los dedos, en promedio es de 13,07 kg (Medina, 2018).

1.2 Siembra de plátano en viveros

El uso de viveros para la siembra de plátano es una técnica ampliamente reconocida por su eficacia en mejorar las tasas de supervivencia y el crecimiento inicial de las plantas. Según un estudio realizado por Mora *et al.*, (2021), los viveros proporcionan un ambiente controlado que optimiza la germinación y el desarrollo temprano de las plántulas, este entorno protegido permite un mejor manejo de las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, lo cual es crucial para el establecimiento de plántulas saludables y vigorosas, especialmente en las primeras etapas de crecimiento cuando son más vulnerables.

En un artículo de la USAID, (2007), se señala que el uso de viveros facilita el control de plagas y enfermedades, lo cual es fundamental para la salud de las plantas, en el ambiente

controlado de un vivero, es posible aplicar tratamientos fitosanitarios de manera más precisa y eficiente que en el campo abierto, esto no solo reduce la incidencia de enfermedades y plagas, sino que también disminuye la necesidad de usar pesticidas en etapas posteriores del cultivo, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y reduciendo costos.

Además, los viveros ofrecen una ventaja significativa en términos de la calidad genética y la uniformidad de las plantas, según Galan *et al.*, (2018), en los viveros es posible realizar una selección cuidadosa de las plántulas, asegurando que solo las plantas más fuertes y saludables sean trasplantadas al campo, esta selección rigurosa mejora la uniformidad del cultivo, lo que a su vez facilita la gestión de las plantaciones y aumenta la productividad general.

El uso de viveros también contribuye a una mejor utilización de los recursos hídricos y del suelo, de acuerdo con un estudio de Cedeño *et al.*, (2020), los viveros permiten una aplicación más eficiente del agua y los nutrientes, dado que estos pueden ser administrados de manera más controlada y localizada, esto resulta en un uso más sostenible de los recursos, lo cual es especialmente importante en regiones con limitaciones hídricas, además, el manejo intensivo de plántulas en viveros permite una mayor densidad de siembra inicial, optimizando el uso del espacio disponible.

Finalmente, la implementación de viveros para la siembra de plátano facilita la planificación y la gestión del ciclo de producción, según USAID, (2007), los viveros permiten programar de manera más flexible la siembra y el trasplante de las plántulas, ajustándose mejor a las condiciones climáticas y a las demandas del mercado, esta capacidad de adaptar el calendario de producción ayuda a garantizar un suministro constante y de alta calidad de plátanos, mejorando la competitividad y la rentabilidad de los productores.

1.3 Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que establecen una relación simbiótica con aproximadamente el 80% de las plantas terrestres, este tipo de hongo se distingue por la formación de arbusculos, vesículas (en ciertas especies) e hifas dentro de las células corticales de las plantas que coloniza, aunque los HMA se encuentran en todos los ecosistemas y suelos, su distribución puede variar considerablemente en un mismo lugar en términos de diversidad y cantidad. Esta heterogeneidad es un factor crucial para que la planta pueda obtener el máximo beneficio de la asociación (Osorio *et al.*, 2008)

Las micorrizas o HMA (Hongo Micorrízico Arbuscular) ofrecen una opción ecológica para mejorar la nutrición y protección de los cultivos, además, representan un beneficio

económico al incrementar la productividad agrícola en países como Cuba, donde se aplican de manera abierta como un método de biofertilización (Y. Rodríguez *et al.*, 2004). Estos hongos se caracterizan como microorganismos que se encuentran de forma natural en la superficie del suelo o mantienen una relación simbiótica con aproximadamente el 80% de las plantas (Barrera, 2009).

Aunque aún no se conoce con certeza el origen y la naturaleza original de los HMA, tampoco se ha identificado el agente responsable de su producción. Sin embargo, se ha observado que estos hongos se encuentran principalmente en suelos con características amazónicas. A pesar de estas incertidumbres, se reconoce su presencia y su potencial en el suelo, aunque su papel específico todavía es objeto de estudio e investigación (Garzón, 2016).

La simbiosis con los HMA proporciona a la planta un beneficio significativo al aumentar la absorción de nutrientes como el fósforo, cobre, zinc y nitrógeno, lo que mejora el desarrollo y la reproducción vegetal, además de esto, el cultivo adquiere una mayor tolerancia a situaciones de estrés abiótico, asimismo, el suelo experimenta mejoras en su calidad al retener una mayor cantidad de NH_2 y aumentar tanto la diversidad como la producción de las plantas (Restrepo *et al.*, 2019).

La relación simbiótica entre el hongo y la planta funciona como una extensión de la raíz de la planta en la captación de nutrientes, particularmente en la absorción de P, Cu, Zn, NH_4 , lo que favorece su crecimiento y reproducción, este hongo puede ayudar a incrementar la tolerancia de la planta a condiciones de estrés abiótico, mejorar la calidad del suelo, fijar NH_2 y aumentar la diversidad y productividad de las plantas en un ecosistema específico (Requena *et al.*, 2007).

La práctica de monocultivo ha sido adoptada en la agricultura sudamericana, particularmente en las comunidades colonas, debido a la influencia de empresas privadas y ciertas políticas gubernamentales, esta práctica ha resultado en el agotamiento de los suelos y en la transformación de tierras agrícolas en pastizales para la cría de animales, de manera similar, en la agricultura que se lleva a cabo en la costa ecuatoriana, los desafíos de aclimatación, adaptación y multiplicación de los cultivos bajo diversas condiciones agroecológicas se han convertido en los principales obstáculos para una producción sostenible y eficiente (Noda, 2009).

CAPÍTULO II

2 INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Vivas *et al.*, (2018) desarrolló una investigación con el objetivo de la investigación fue evaluar la influencia de la inoculación de cormos con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en camas enraizadoras con dos sustratos en la producción de plántulas de plátano barraganete. Se utilizaron tres dosis de HMA (15%, 25% y 35% del peso del cormo) y dos sustratos: uno con humus y otro sin humus. Los tratamientos con el 25% y 35% de HMA en el sustrato con humus mostraron los mejores resultados en supervivencia, desarrollo morfológico y colonización de micorrizas en las raíces, con una mayor presencia de morfoespecies del género *Glomus* y *Acaulospora* en el suelo.

Bernal y Cabrales, (2022) plantearon un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HFM) al reducir la dosis de fósforo en el clon de banano Valery, en un sistema de alta densidad en Apartadó-Antioquia. Se realizaron inoculaciones de HFM con diferentes dosis de fósforo al momento de la siembra. Se encontraron diferencias significativas en las variables productivas, siendo el tratamiento con HFM + 50 kg P₂O₅*ha⁻¹ el más efectivo y con mayor colonización micorrízica (59,5%). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en las variables morfológicas.

Restrepo *et al.*, (2019) menciona que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son reconocidos por su papel ecológico en la liberación y solubilización de nutrientes del suelo, así como por su impacto en la estabilidad de los ecosistemas, especialmente en aquellos con condiciones edáficas extremas. En este estudio, se identificaron y caracterizaron los HMA presentes en los suelos de sistemas ganaderos en las regiones de trópico alto y trópico bajo en Antioquia. Se exploró la relación entre el número de esporas, el porcentaje de colonización, la diversidad de géneros de HMA y ciertas condiciones físico-químicas del suelo. Se encontraron correlaciones entre la densidad de esporas y el Ca (-0,659), Mg (-0,715), K (-0,808), P (-0,704) y pH (-0,735) en Magdalena Medio, así como entre el porcentaje de colonización por HMA y K (0,719) en el Norte de Antioquia. Se determinó que el género *Glomus* era el más predominante (75-100%) en las dos subregiones estudiadas, y también se encontraron los géneros *Acaulospora* spp y *Gigaspora* spp en menor cantidad en suelos del trópico alto. Los resultados sugieren que las características climáticas de las zonas estudiadas y el tipo de pastos predominantes facilitan el desarrollo y establecimiento de diferentes tipos de micorrizas

arbusculares en los distintos suelos, y una mayor capacidad para establecer la relación simbiótica con un mayor número de especies de plantas.

Por otra parte Noda, (2009) manifiesta que a raíz de los impactos negativos que los fertilizantes químicos han tenido en el deterioro ambiental, se ha estado trabajando en las últimas décadas en la implementación de alternativas de fertilización en la gestión de cultivos. Una de estas técnicas biológicas es la micorrización, que se ha empleado en muchos cultivos; no obstante, su uso en pastos aún no se ha generalizado en la producción y los estudios se han centrado principalmente en algunas leguminosas y pocas gramíneas. Las micorrizas permiten una aplicación exitosa a través del recubrimiento de las semillas. Además, las relaciones micorrízicas pueden ser fundamentales para reducir la cantidad de fertilizantes (especialmente fosfatos) necesarios para lograr buenos rendimientos; en suelos con altos contenidos de P, la inoculación con micorrizas aumenta el crecimiento y el establecimiento temprano de los cultivos. Las plantas desarrollan una mayor calidad biológica, en términos de altura, vigor y área foliar, y se incrementan los rendimientos (entre un 15 y un 50%). Protege las raíces contra ciertos hongos patógenos. Además, el biofertilizante permite reducir hasta un 50% del volumen de los productos químicos necesarios, lo que favorece la disminución de los insumos y de los costos, e influye en la práctica de una agricultura más sostenible y ecológicamente saludable.

CAPÍTULO III

3 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

3.1 Ubicación del ensayo.

La presente investigación tuvo lugar en el cantón El Carmen, ubicado en la provincia de Manabí. Fue llevada a cabo en la Quinta SV km12 sitio Palma Sola.

3.2 Características agroecológicas de la zona.

Tabla 1. Características meteorológicas presentadas en el ensayo.

Características	El Carmen
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1 026,2
Precipitación media anual (mm)	2 806
Altitud (msnm)	260

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

3.3 Variables en estudio

3.3.1 Variables independientes

Dosis de HMA (%)

- 0
- 10
- 20
- 30
- 40
- 50

3.3.2 Variables dependientes

Altura de planta: Es la medida vertical desde la base de la planta hasta la parte más alta del tallo o la hoja principal.

Número de hojas: Se refiere al recuento de las hojas presentes en una planta de plátano.

Perímetro de pseudotallo: El pseudotallo es la parte del tallo que se forma a partir de las bases foliares. Su perímetro es la medida de la circunferencia del pseudotallo de la planta de plátano en la base.

Número de raíces: Este es el recuento de las raíces que emergen del sistema radicular de la planta de plátano en el vivero.

Longitud de raíces: Es la medida de la extensión de las raíces de la planta de plátano.

3.4 Característica de las Unidades Experimentales

Comprenderán las plántulas sembradas en vivero de acuerdo con los tratamientos y bloques aplicados en el área del ensayo.

3.5 Tratamientos

Tabla 2. Disposición de los tratamientos.

Tratamientos	Dosis de HMA (%)
T1	10
T2	20
T3	30
T4	40
T5	50
T6	Testigo (0)

3.6 Diseño experimental

Se estableció un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 6 tratamientos y tres repeticiones, los resultados obtenidos en cada tratamiento fueron comparados con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 3. Esquema del ADEVA

F.V.	Gl
Total	$(t * r) - 1$ 17

Tratamiento	$t - 1$	5
Repetición	$r - 1$	2
Error Experimental	$(t - 1)(r - 1)$	10

3.7 Materiales e instrumentos

3.7.1 Equipos de campo

- Hoyadora
- Machete
- Cuchillo
- Balanza
- Cinta métrica
- Cuaderno
- Computadora
- Gramera
- Lapiceros
- Hongos micorrízicos arbusculares

3.8 Manejo del Ensayo

3.8.1 Selección y Preparación de Cormos

Para iniciar el ensayo, se seleccionaron cormos de alta calidad de plátano. Estos cormos, que son la parte subterránea del tallo de la planta de plátano, fueron cuidadosamente elegidos para garantizar un buen inicio para el experimento.

3.8.2 Inoculación con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA)

Los cormos seleccionados fueron inoculados con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA). Estos hongos son beneficiosos para el desarrollo de las plantas, ya que mejoran la absorción de nutrientes y agua.

3.8.3 Plantación en Camas de Enraizamiento

Los cormos inoculados se colocaron en camas de enraizamiento. Estas camas estaban compuestas de diferentes sustratos, incluyendo una mezcla de arena y viruta de balsa, con y sin humus.

3.8.4 Evaluación de la Supervivencia y Desarrollo de las Plántulas

Durante la fase de vivero, se evaluó la supervivencia y el desarrollo de las plántulas. Se observaron diferencias significativas en la supervivencia y desarrollo de las plántulas entre los diferentes tratamientos.

3.8.5 Trasplante al Campo

Finalmente, una vez que las plántulas habían crecido lo suficiente y habían desarrollado un sistema radicular fuerte, se trasplantaron al campo para continuar su crecimiento. Este fue el último paso en el proceso de producción de plátanos en viveros.

CAPÍTULO IV

4 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Altura de planta

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en la altura de planta de plátano barraganete (*Musa AAB*) en las primeras 5 semanas de evaluación en fase de viveros con distintos porcentajes de HMA, según el análisis de la varianza no se encontraron diferencias significativa ($p > 0,05$) entre los promedios obtenidos de los tratamientos por lo que se concluye que la inoculación con HMA en el plátano en fase de vivero no inciden en la altura de la planta de este cultivar, el coeficiente de variación promedio para esta variable fue de 17,75%.

Tabla 4. *Altura de planta promedio del plátano barraganete (Musa AAB) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.*

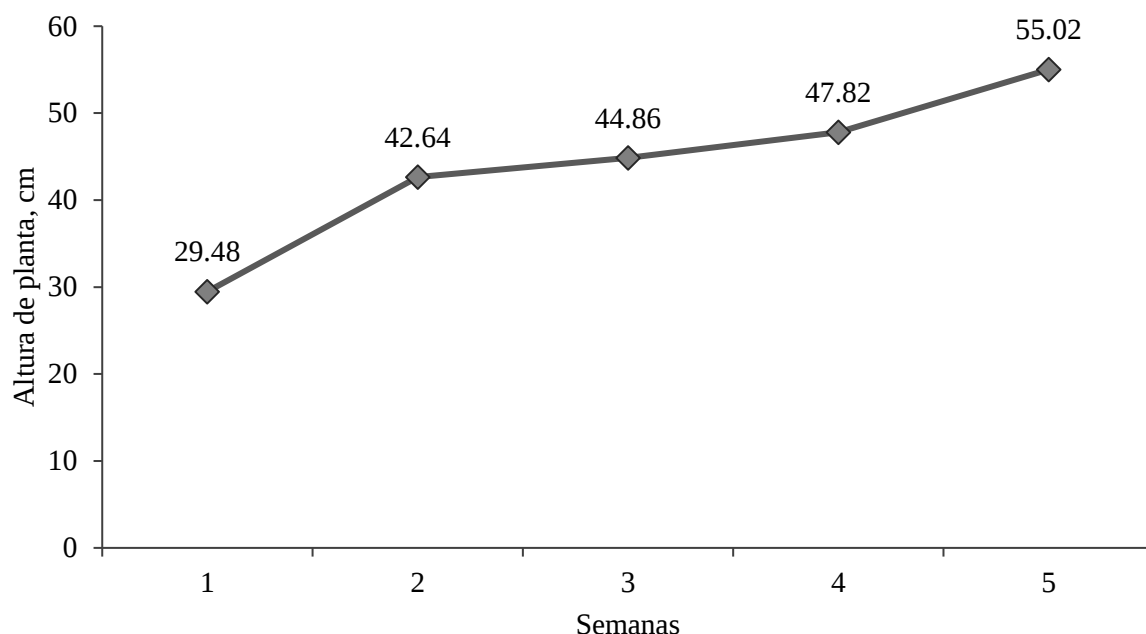
Dosis de HMA (%)	1	2	3	4	5
10	32,35 a	44,97 a	42,5 a	44,59 a	59,04 a
20	31,72 a	47,39 a	42,34 a	40,16 a	53,43 a
30	32,22 a	39,76 a	43,68 a	50,6 a	52,26 a
40	27,69 a	42,87a	46 a	53,17 a	50,44 a
50	33,34 a	43,08 a	49,96 a	49,2 a	58,35 a
Testigo	19,55 a	37,78 a	44,65 a	49,21 a	56,58 a

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

La Figura 1 ilustra el crecimiento promedio de las plantas de plátano barraganete (*Musa AAB*) inoculadas con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) durante las primeras cinco semanas en la fase de vivero, se observa un aumento constante en la altura de las plantas, desde aproximadamente 29,48 cm en la primera semana hasta 55,02 cm en la quinta semana. Este crecimiento sostenido sugiere que la inoculación con HMA puede ser beneficiosa para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas de plátano en la fase de vivero.

Los resultados del estudio de Lin *et al.*, (2022) mostraron que la altura de las plantas de plátano varió significativamente según el tratamiento aplicado, después de 60 días de cultivo, las plántulas tratadas con las soluciones nutritivas MCK y M1/3MS alcanzaron la mayor altura, con un crecimiento notable en comparación con otros tratamientos.

Figura 1. Promedio de la altura de planta de los tratamientos con inoculación de HMA en el plátano barraganete (*Musa AAB*) en fase de vivero.



El estudio de García *et al.*, (2021) en fertilizantes, se demostró que el tratamiento con bioestimulante combinado con fertilización química incrementó significativamente la altura de las plántulas de plátano, alcanzando un aumento del 8,04% en comparación con el tratamiento de solo fertilización química y del 24,62% respecto al testigo, estos resultados indican que la aplicación del bioestimulante no solo potencia el efecto de la fertilización, sino que también mejora el crecimiento general de las plántulas en vivero.

Ramos *et al.*, (2016) desarrollo una investigación con sustrato e determinó que las plantas de plátano que recibieron una combinación de 50% de suelo y 50% de bocashi, suplementadas con un 50% de la dosis recomendada de fertilizante mineral, alcanzaron una altura óptima para el trasplante, que se considera entre 25 y 30 cm, este tratamiento fue el único que logró esta altura ideal al finalizar la sexta semana en el vivero.

4.2 Perímetro de pseudotallo

La Tabla 5 muestra los resultados del perímetro de pseudotallo del plátano barraganete (*Musa AAB*) durante las primeras 5 semanas de evaluación en la fase de vivero con diferentes porcentajes de HMA, según el análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los promedios de los tratamientos, esto sugiere que la inoculación con HMA en la fase de vivero del plátano no tiene un impacto significativo en el perímetro de pseudotallo de este cultivar. El coeficiente de variación promedio para esta variable fue del 13,60%.

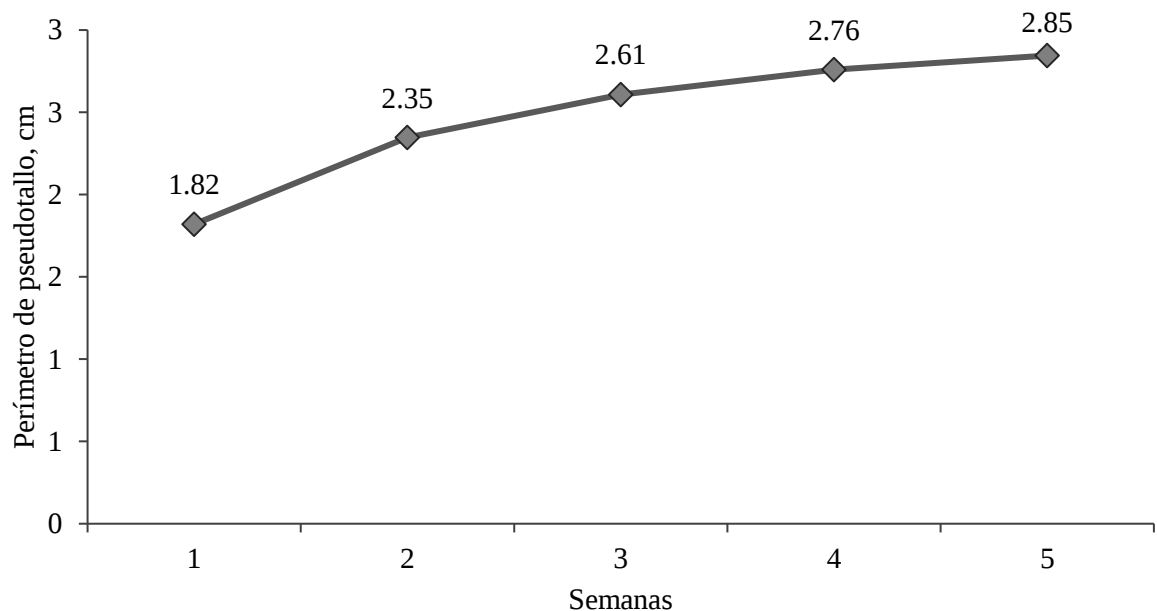
Tabla 5. *Perímetro de pseudotallo promedio del plátano barraganete (Musa AAB) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.*

Dosis de HMA %	1	2	3	4	5
10	1,91 a	2,41 a	2,46 a	2,82 a	3,11 a
20	1,54 a	2,37 a	2,71 a	2,99 a	2,82 a
30	1,81 a	2,63 a	2,4 a	3,06 a	2,74 a
40	1,74 a	2,29 a	2,5 a	2,38 a	2,86 a
50	1,91 a	2,13 a	2,96 a	2,66 a	2,74 a
Testigo	2,01 a	2,25 a	2,62 a	2,65 a	2,8 a

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

La Figura 2 muestra la evolución del número promedio de hojas en las plantas de plátano barraganete (*Musa AAB*) inoculadas con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) durante las primeras cinco semanas en la fase de vivero, se observa un aumento constante en el perímetro de pseudotallo a lo largo del tiempo, comenzando con un promedio de 1,82 cm en la primera semana y alcanzando un promedio de 2,85 cm en la quinta semana.

Figura 2. *Promedio del perímetro de pseudotallo de los tratamientos con inoculación de HMA en el plátano barraganete (Musa AAB) en fase de vivero.*



Los resultados presentados por Lin *et al.*, (2022) en su estudio, indicaron que el perímetro del pseudotallo de las plántulas de plátano también se vio afectado por los diferentes tratamientos aplicados, las plántulas que recibieron las soluciones nutritivas M1/2MS y

M1/3MS mostraron un crecimiento significativo en el perímetro del pseudotallo, superando a las tratadas con MCK y ZCK, que presentaron los perímetros más pequeños.

García *et al.*, (2021) determinó en su investigación que el tratamiento con bioestimulante combinado con fertilización química generó un incremento significativo en el diámetro del pseudotallo de las plántulas de plátano, con un aumento del 8,77% en comparación con el tratamiento de solo fertilización química y del 25,05% respecto al testigo, este aumento en el diámetro del pseudotallo sugiere que el uso del bioestimulante no solo mejora la absorción de nutrientes, sino que también favorece el desarrollo estructural de las plántulas, contribuyendo a una mayor estabilidad y resistencia en su crecimiento.

En la investigación de Ramos *et al.*, (2016) los resultados mostraron que el diámetro del pseudotallo de las plantas de plátano fue significativamente mayor en aquellos tratamientos que incorporaron bocashi, especialmente en la combinación de 75% de bocashi y 25% de fertilizante mineral, lo que evidenció un crecimiento robusto, en contraste, el testigo, que consistía en 100% de suelo, presentó un diámetro inferior.

4.3 Número de hojas

La Tabla 6 presenta los datos del número de hojas del plátano barraganete (*Musa AAB*) a lo largo de las primeras 5 semanas de evaluación en la fase de vivero con distintos porcentajes de HMA. De acuerdo con el análisis de varianza, no se detectaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los promedios de los tratamientos. Esto indica que la inoculación con HMA en la fase de vivero del plátano no influye de manera significativa en el número de hojas de este cultivar. El coeficiente de variación promedio para esta variable fue del 17,63%.

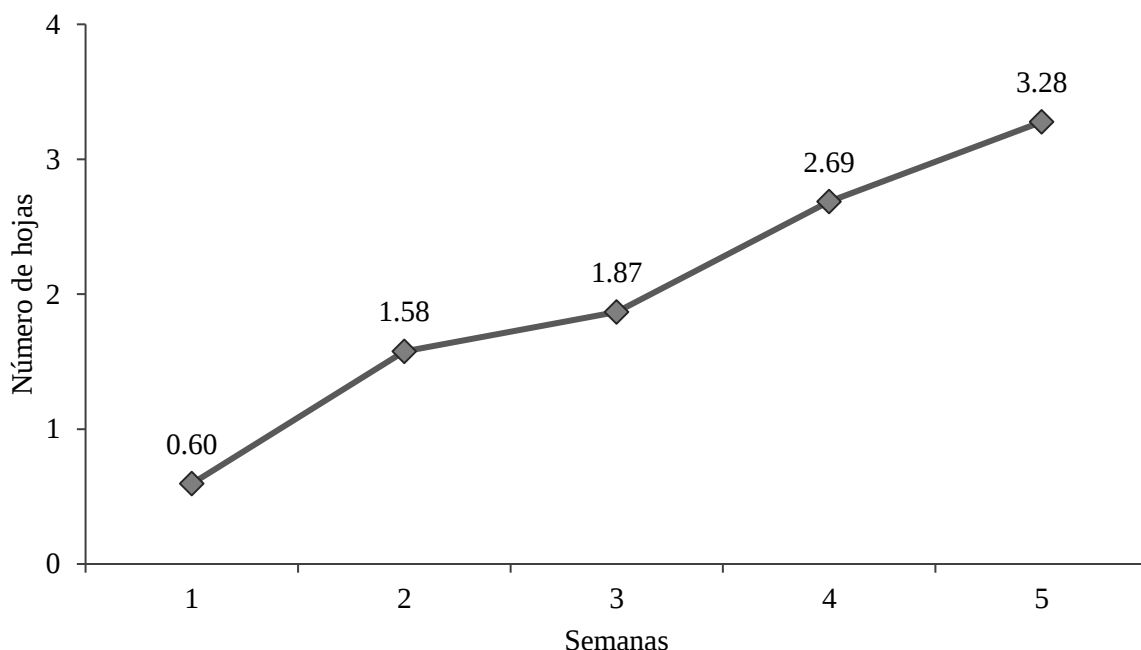
Tabla 6. Número de hojas promedio del plátano barraganete (*Musa AAB*) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.

Dosis de HMA %	1	2	3	4	5
10	0,84 a	1,83 a	1,31 a	2,82 a	3,08 a
20	0,55 a	1,55 a	2,31 a	2,60 a	4,01 a
30	0,68 a	1,25 a	1,95 a	2,94 a	3,77 a
40	0,17 a	1,60 a	1,45 a	3,00 a	2,70 a
50	0,54 a	1,74 a	1,99 a	2,28 a	2,90 a
Testigo	0,79 a	1,48 a	2,19 a	2,47 a	3,20 a

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

La Figura 3 ilustra la evolución del número promedio de hojas en las plantas de plátano barraganete (*Musa AAB*) inoculadas con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) durante las primeras cinco semanas en la fase de vivero. Se observa un aumento constante en el número de hojas a lo largo del tiempo, comenzando con un promedio de 0,60 hojas en la primera semana y alcanzando un promedio de 3,28 hojas en la quinta semana.

Figura 3. Promedio del Número de hojas de los tratamientos con inoculación de HMA en el plátano barraganete (*Musa AAB*) en fase de vivero.



Lin *et al.*, (2022) en sus resultados mostraron que el número de hojas en las plántulas de plátano varió significativamente según el tratamiento aplicado, después de 50 días de cultivo, las plántulas tratadas con M1/2MS, M1/3MS y MKCK presentaron un mayor número de hojas, alcanzando hasta 7,7 hojas en el tratamiento MKCK, lo que fue significativamente superior a otros tratamientos, en contraste, las plántulas tratadas con MCK mostraron un crecimiento deficiente, con un número de hojas notablemente menor, Este aumento en el número de hojas se asoció con un mejor rendimiento fotosintético, lo que a su vez contribuyó al crecimiento general de las plántulas.

El estudio de García *et al.*, (2021) reveló que el tratamiento con bioestimulante combinado con fertilización química resultó en un aumento significativo en el número de hojas de las plántulas de plátano, las plántulas tratadas mostraron un incremento notable en la producción foliar en comparación con los tratamientos de solo fertilización química y el tratamiento testigo.

Ramos *et al.*, (2016) determinó en esta variable que todos los tratamientos que incluían bocashi, excepto el control absoluto, lograron alcanzar el número adecuado de hojas para el trasplante, que debe ser superior a cinco hojas, desde la quinta semana de estancia en el vivero, a pesar de esto, se observó que la combinación de 50% de suelo y 50% de bocashi, junto con el fertilizante mineral, favoreció un crecimiento más vigoroso, lo que se tradujo en un mayor número de hojas, contribuyendo así a la calidad general de las plántulas para el trasplante.

4.4 Número de raíces

La Tabla 7 muestra los datos del número de raíces del plátano barraganete (Musa AAB) en la quinta semana de evaluación en la fase de vivero con diferentes porcentajes de HMA. Según el análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los promedios de los tratamientos. Esto sugiere que la inoculación con HMA en la fase de vivero del plátano no tiene un impacto significativo en el número de raíces de este cultivar. El coeficiente de variación promedio para esta variable fue del 27,75%.

Tabla 7. Número de raíces promedio del plátano barraganete (Musa AAB) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.

Dosis de HMA %	Número de Raíces
10	5,79 a
20	6,20 a
30	6,83 a
40	7,76 a
50	5,74 a
Testigo	7,54 a

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

El promedio total del número de raíces alcanzado en esta investigación fue de 6,64 raíces por planta, en un rango máximo de 7,76 y un mínimo de 5,79, demostrando una gran variación (tabla 7); en el estudio de Lin *et al.*, (2022) se evidenció que el número de raíces de las plántulas de plátano se vio significativamente influenciado por los diferentes tratamientos de sustrato y soluciones nutritivas, las plántulas cultivadas en sustratos óptimos, como el wood bran, y con concentraciones adecuadas de la solución nutritiva MS mostraron un aumento notable en el número de raíces, lo que contribuyó a un sistema radicular más robusto.

García *et al.*, (2021) demostró que el tratamiento con bioestimulante combinado con fertilización química promovió un aumento significativo en el número de raíces de las plántulas de plátano, este tratamiento no solo favoreció la cantidad de raíces, sino que también mejoró la longitud de la biomasa radical, lo que indica un desarrollo radicular más robusto y eficiente, en comparación con el tratamiento de solo fertilización química y el control, las plántulas que recibieron el bioestimulante presentaron un crecimiento radical superior, lo que sugiere una mejor capacidad de absorción de agua y nutrientes.

En el estudio de Ramos *et al.*, (2016) se reveló que las plántulas de plátano cultivadas en sustratos que contenían bocashi mostraron un desarrollo notable en el número de raíces, lo que se atribuye a la mejora en las propiedades físicas y biológicas del sustrato, la adición de bocashi no solo proporcionó nutrientes esenciales, sino que también facilitó una mejor estructura del suelo, promoviendo un drenaje adecuado y un ambiente propicio para el crecimiento radicular.

4.5 Longitud de raíces

La Tabla 8 presenta los datos de la longitud de raíces del plátano barraganete (*Musa AAB*) en la quinta semana de evaluación en la fase de vivero con diferentes porcentajes de HMA, de acuerdo con el análisis de varianza, no se detectaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los promedios de los tratamientos, esto indica que la inoculación con HMA en la fase de vivero del plátano no influye de manera significativa en la longitud de raíces de este cultivar, el coeficiente de variación promedio para esta variable fue del 29,07%.

Tabla 8. Longitud de raíces promedio del plátano barraganete (*Musa AAB*) bajo la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares HMA en fase de vivero.

Dosis de HMA %	Longitud de Raíces
10	28,02 a
20	28,00 a
30	22,71 a
40	30,05 a
50	24,52 a
Testigo	26,04 a

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

En esta investigación, la longitud promedio de las raíces fue de 26,55 cm, con un rango que varía desde un mínimo de 22,71 cm hasta un máximo de 30,05 cm, lo que indica una considerable variación en referencia con el promedio (tabla 8); por el contrario Lin *et al.*, (2022) determinó que la longitud de las raíces de las plántulas de plátano varió significativamente según los tratamientos aplicados, las plántulas que recibieron las soluciones nutritivas M1/2MS y M1/3MS mostraron las longitudes de raíz más extensas, alcanzando hasta 51,86 cm en el tratamiento M1/2MS, lo que fue considerablemente superior a otros tratamientos, en contraste, las plántulas tratadas con MCK y ZCK presentaron longitudes de raíz notablemente menores.

El estudio de García *et al.*, (2021) evidenció que el tratamiento con bioestimulante combinado con fertilización química resultó en un incremento significativo en la longitud de las raíces de las plántulas de plátano, las plántulas tratadas mostraron un aumento del 12,82% en longitud de raíces en comparación con el tratamiento de solo fertilización química y del 23,70% respecto al testigo, este desarrollo radicular mejorado sugiere que el bioestimulante no solo potencia el crecimiento de las raíces, sino que también contribuye a una mayor capacidad de exploración del suelo, facilitando la absorción de nutrientes y agua.

Ramos *et al.*, (2016) mostraron que las plántulas de plátano que crecieron en sustratos que incluían bocashi presentaron una longitud de raíces significativamente mayor en comparación con aquellas cultivadas en el control absoluto de 100% suelo, este aumento en la longitud de las raíces se atribuye a la mejora en la estructura del sustrato y a la disponibilidad de nutrientes proporcionados por el bocashi, lo que favoreció un desarrollo radicular más extenso y eficiente, las plántulas que recibieron la combinación de 50% de suelo y 50% de bocashi, junto con fertilizante mineral, destacaron por su capacidad para desarrollar raíces más largas, lo que es fundamental para la absorción de agua y nutrientes.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el estudio indican que la inoculación con Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) no mostró un impacto significativo en el crecimiento de las plántulas de plátano barraganete (*Musa AAB*) durante la fase de vivero, ya que no se encontraron diferencias significativas en la altura de las plantas ni en el número de raíces entre los diferentes tratamientos aplicados ($p > 0,05$). Esto sugiere que, en las condiciones evaluadas, la inoculación con HMA no mejora el crecimiento de las plántulas en comparación con el testigo.

La evaluación de la tasa de emisión foliar en las plántulas de plátano inoculadas con HMA reveló que, aunque se observaron tendencias en el crecimiento foliar, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Esto sugiere que la inoculación con HMA no tuvo un efecto notable en la producción de hojas en las plántulas durante la fase de vivero.

RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar estudios adicionales con diferentes dosis de HMA y en condiciones ambientales variadas para evaluar si existen efectos positivos en el crecimiento de las plántulas de plátano en otros contextos. Además, se recomienda investigar otros factores que puedan influir en el crecimiento, como la calidad del sustrato y la composición de la solución nutritiva.

Se recomienda llevar a cabo un seguimiento a largo plazo de la tasa de emisión foliar en condiciones de campo, así como realizar estudios que incluyan diferentes especies de HMA y su interacción con otros factores agronómicos. Esto podría proporcionar una comprensión más completa de cómo la inoculación con HMA puede influir en el desarrollo foliar y, en consecuencia, en la productividad del cultivo de plátano.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, E. L., León, S. A., Sánchez, M. L., & Cusme, B. L. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of business and entrepreneurial studie*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>
- Arango, M. J. (2017). *Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos* [Grado]. http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2036/1/Abonos_organico_s_alternativa_conservacion_mejoramiento_suelo.pdf
- Bernal, M., & Cabrales, E. M. (2022). Respuesta del banano clon Valery en alta densidad a la inoculación con micorrizas y fósforo en Apartadó—Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 25(2), 1–9. <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.1659>
- Castaño, Á. M., Aristizabal, M., & González, H. (2012). Requerimientos hídricos del plátano dominico- hartón (Musa aab simmonds) en la región Santágueda (Palestina, Caldas). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 331–338.
- Cedeño, G., Guzmán, Á., Zambrano, H., Vera, L., Valdivieso, C., & López, G. (2020). Efecto de la densidad de siembra y riego complementario en la morfo-fenología, rendimiento, rentabilidad y eficiencia de la fertilización del plátano. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 483–492. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.03>
- FAO. (2020). *EST: Banana facts* [ONG]. Banana facts and figures. <https://www.fao.org/economic/est/est-commodities/oilcrops/bananas/bananafacts/en/#.ZFRiS3bMJD8>
- FAO. (2021). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura—Sistemas al límite* (p. 86). <https://www.fao.org/3/cb7654es/cb7654es.pdf>

- FAOSTAT. (2022, mayo 1). *Cultivos y productos de ganadería* [FAOSTAT]. fao.org.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018).
 Propagación del banano: Técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones.
Revista Brasileira de Fruticultura, 40(4). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- García, G. A. C., Cedeño, S. del R. V., Cedeño, B. A. A., Chávez, J. E. C., & Álava, G. A. L.
 (2021). BIOESTIMULANTE EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE
 PLÁNTULAS DE PLÁTANO EN FASE DE VIVERO. *Revista ESPAMCIENCIA*,
 12(2), 124–130.
- Garzón, L. P. (2016). Importancia de las micorrizas arbusculares (ma) para un uso sostenible
 del suelo en la Amazonia colombiana. *Revista Luna Azul*, 42, 217–234.
- Gómez, M. F. (2017). *Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (Musa
 acuminata AAA) en dos zonas productoras distintas*. [Grado, Universidad Católica de
 Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7714>
- González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. *Biblioteca del
 Congreso Nacional de Chile, Marzo 2019*, 5.
- Guerrero, S. P. (2016). *Características morfológicas de cultivares de musáceas establecidos
 en la finca Experimental "La María"*. [Grado, Universidad Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3259>
- Hidalgo, S., Díaz, N., Icaza, M., Etchegaray, J., & Rey, C. (2019). *Innovaciones para la
 adaptación de la agricultura familiar al cambio climático en América Latina y el
 Caribe: Estudios de casos de éxito | Publications* (Primera).
[https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Innovaciones-para-la-
 adaptacion-de-la-agricultura-familiar-al-cambio-clim%C3%A1tico-en-Am%C3%A9rica-
 Latina-y-el-Caribe-Estudios-de-casos-de-exito.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Innovaciones-para-la-adaptacion-de-la-agricultura-familiar-al-cambio-clim%C3%A1tico-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-Estudios-de-casos-de-exito.pdf)
- Lin, J., Li, D., Pan, Z., Feng, D., & Xuan, W. (2022). *Effect of the Floating Seedling Technique
 on Banana Seedling Growth*. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16303-21>

- MAGAP. (2017). *Boletín Situacional—Platano 2017* (p. 8) [Boletín anual]. MAGAP.
<https://online.fliphtml5.com/ijia/echm/#p=1>
- Mora, A., Naranjo, J., Albiño, A., Flores, J., Oviedo, R., Galarza, L., Vera, M., & Barcos, M. (2021). Optimización en la aclimatación de plántulas micropropagadas de banano (*Musa* sp.) utilizando tres insumos orgánicos. *Bionatura*, 6, 1452–1461.
<https://doi.org/10.21931/RB/2021.06.01.3>
- Naciones Unidas. (2017). *Facilitación del acceso a los mercados mundiales de los pequeños productores y elaboradores de productos básicos de los países en desarrollo*. UNCTAD. https://unctad.org/es/system/files/official-document/c1em32d2_sp.pdf
- Noda, Y. (2009). *Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos*. 32, 1–1.
- Osorio, C. E. U., Sánchez, D. A. C., & Molano, A. E. F. (2008). Multiplicación de hongos micorriza arbuscular (H.M.A) y efecto de la micorrización en plantas micropropagadas de banano (*Musa* AAA cv. Gran Enano) (Musaceae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), Article 1.
- Ramos, D., Terry, E., Soto, F., Cabrera, A., Martín, G. M., & Fernández, L. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 165–174.
- Requena, N., Serrano, E., Ocón, A., & Breuninger, M. (2007). Plant signals and fungal perception during arbuscular mycorrhiza establishment. *Phytochemistry*, 68(1), 33–40.
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.09.036>
- Restrepo, K. J., Montoya, M. I., Henao, P., Gutiérrez, L. A., & Molina, L. P. (2019). Caracterización de hongos micorrízicos arbusculares de suelos ganaderos del trópico alto y trópico bajo en Antioquia, Colombia. *Idesia (Arica)*, 37(1), 35–44.
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292019005000301>
- Rodríguez, G. A., Becerra, J. J., Betancourt, M., Miranda, T. C., Alzate, S. V., Pisco, Y. C., & Sandoval, H. A. (2019). *Modelo productivo para la producción de plátano en los Llanos*

- Orientales*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA.
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7402674>
- Rodríguez, Y., Noval, B. de la, Fernández, F., & Rodríguez, P. (2004). Estudio comparativo del comportamiento de seis cepas de hongos micorrízicos arbusculares en su interacción con el tomate (*Lycopersicon esculentum* M. var “Amalia”). *Ecología Aplicada*, 3(1–2), 162–171.
- Tumbaco, A., Patiño, M., Tumbaco, J., & Ulloa, S. (2015). *Manual para el cultivo de plátano de exportación*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1337.4243>
- USAID. (2007). *BOLETÍN TÉCNICO DE PRODUCCIÓN: Siembra y manejo de viveros de plátano Junio, 2007* (p. 6) [Boletín técnico]. USAID.
https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/353/boletin_tecnico_de_produccion_siembra_y_manejo_de_viveros_de_platano.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vivas, J. S., Lazo, Y., González, I., & Robles, J. O. (2018). Hongos micorrizicos arbusculares en el cultivo de plátano en viveros. *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 3–15.

ANEXOS

Anexo 1. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 1.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	60,25	2	30,13	0,5	0,6219 ns
Dosis de HMA	412,59	5	82,52	1,36	0,3152 ns
Error	604,71	10	60,47		
Total	1077,56	17			
CV	26,38				

Anexo 2. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	283,42	2	141,71	3,33	0,078 ns
Dosis de HMA	180,55	5	36,11	0,85	0,5463 ns
Error	425,93	10	42,59		
Total	889,91	17	0		
CV	15,31				

Anexo 3. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 3.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	50,59	2	25,3	0,59	0,5745 ns
Dosis de HMA	121,79	5	24,36	0,56	0,7258 ns
Error	431,52	10	43,15		
Total	603,91	17			
CV	14,64				

Anexo 4. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 4.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	98,05	2	49,02	1,03	0,3904 ns
Dosis de HMA	328,2	5	65,64	1,39	0,3083 ns
Error	473,7	10	47,37		
Total	899,95	17			
CV	14,39				

Anexo 5. ADEVA de la altura de planta del plátano en fase de vivero en la semana 5.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	887,42	2	443,71	4,5	0,0404 *
Dosis de HMA	182,49	5	36,5	0,37	0,8578 ns
Error	985,72	10	98,57		
Total	2055,62	17	0		
CV	18,05				

Anexo 6. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 1.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,12	2	0,06	0,81	0,47 ns
Dosis de HMA	0,41	5	0,08	1,13	0,4037 ns
Error	0,72	10	0,07		

Total	1,24	17
CV	14,72	

Anexo 7. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,07	2	0,04	0,79	0,4799 Ns
Dosis de HMA	0,43	5	0,09	1,81	0,1984 Ns
Error	0,47	10	0,05		
Total	0,98	17			
CV	9,28				

Anexo 8. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 3.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,19	2	0,1	0,48	0,632 Ns
Dosis de HMA	0,64	5	0,13	0,63	0,6786 Ns
Error	2	10	0,2		
Total	2,83	17			
CV	17,16				

Anexo 9. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 4.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,08	2	0,04	0,34	0,7185 Ns
Dosis de HMA	0,94	5	0,19	1,52	0,2668 Ns
Error	1,23	10	0,12		
Total	2,25	17			
CV	12,71				

Anexo 10. ADEVA del perímetro de pseudotallo del plátano en fase de vivero en la semana 5.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,26	2	0,13	0,81	0,471 Ns
Dosis de HMA	0,28	5	0,06	0,35	0,8706 Ns
Error	1,62	10	0,16		
Total	2,17	17			
CV	14,15				

Anexo 11. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 1.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,1	2	0,05	0,5	0,6233 Ns
Dosis de HMA	0,87	5	0,17	1,69	0,2251 Ns
Error	1,03	10	0,1		
Total	2	17			
CV	53,83				

Anexo 12. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 2.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,07	2	0,04	0,18	0,8378 Ns
Dosis de HMA	0,62	5	0,12	0,6	0,7025 Ns

Error	2,08	10	0,21
Total	2,77	17	
CV	28,98		

Anexo 13. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 3.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	1,11	2	0,56	1,38	0,2959 Ns
Dosis de HMA	2,43	5	0,49	1,2	0,3748 Ns
Error	4,04	10	0,4		
Total	7,58	17			
CV	34,01				

Anexo 14. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 4.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,08	2	0,04	0,15	0,8664 Ns
Dosis de HMA	1,2	5	0,24	0,87	0,5336 Ns
Error	2,77	10	0,28		
Total	4,05	17			
CV	19,58				

Anexo 15. ADEVA del número de hojas del plátano en fase de vivero en la semana 5.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	1,01	2	0,5	1,51	0,2678 Ns
Dosis de HMA	3,9	5	0,78	2,34	0,1183 Ns
Error	3,34	10	0,33		
Total	8,25	17			
CV	17,63				

Anexo 16. ADEVA del número de raíces del plátano en fase de vivero.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,87	2	0,43	0,13	0,8813 Ns
Dosis de HMA	11,51	5	2,3	0,68	0,6505 Ns
Error	33,97	10	3,4		
Total	46,34	17			
CV	27,75				

Anexo 17. ADEVA de la longitud de las raíces del plátano en fase de vivero.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	117,02	2	58,51	0,98	0,4081 Ns
Dosis de HMA	106,99	5	21,4	0,36	0,8652 Ns
Error	596,06	10	59,61		
Total	820,06	17			
CV	29,07				

Anexo 18. *Crecimiento de las plantas en funda.*



Anexo 19. *Conteo del número de hojas.*



Anexo 20. *Desarrollo inicial del plátano en fase de vivero*



Anexo 21: Etapa de crecimiento



Anexo 22: Chequeo de planta con inoculación hma





COMPILATO CESAR CALDAS

9%
Textos
sospechosos

- 8% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
- < 1% Idiomas no reconocidos
- 33% Textos potencialmente generados por la IA (Ignorado)

Nombre del documento: COMPILATO CESAR CALDAS.docx
ID del documento: 67e60bf77dde65d4f9959ace57618326115b3bd8
Tamaño del documento original: 3,39 MB

Depositante: Jose Cedeño Zambrano
Fecha de depósito: 6/8/2025
Tipo de carga: Interface
Fecha de fin de análisis: 6/8/2025

Número de palabras: 6187
Número de caracteres: 38.057

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.scielo.cl Caracterización de hongos micorrízicos arbusculares de suelos g... https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292019000100035 2 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (128 palabras)
2	JANDRY ALEXANDER ZAMBRANO CEVALLOS.docx JANDRY ALEXANDE... #292571 Viene de de mi grupo 24 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (102 palabras)
3	Tesis Jandri Mendoza HIMA.docx Tesis Jandri Mendoza HIMA #a57cd2 Viene de de mi grupo 24 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (99 palabras)
4	Tesis ERWIN MENDOZAV final.docx Tesis ERWIN MENDOZAV final #a9b3a9 Viene de de mi grupo 24 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (80 palabras)
5	www.redalyc.org Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en lo... https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119695001.pdf 1 fuente similar	1%		Palabras idénticas: 1% (67 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dialnet.unirioja.es https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6560197.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	dspace.utb.edu.ec Efectos de las micorrizas en cultivo de maní (Arachis hipogae... http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/11336/3/E-UTB-FACIAG-ING AGRON-000375.pdf.bt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)
3	Documento de otro usuario #9a7b9 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
4	Tesis Meil Moreira.docx Tesis Meil Moreira #1b77c1 Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
5	dx.doi.org Efecto de la inoculación con tres especies de hongos micorrízicos vesf... http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv7n1-058	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)