

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 aplicados a *Musa* AAB (Fase de
vivero)”**

AUTOR: Jandry Alexander Zambrano Cevallos

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

El Carmen, octubre del 2023

	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 del estudiante Zambrano Cevallos Jandry Alexander, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024(1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “Hongos Micorrízicos arbusculares aplicados a Musa AAB (fase de 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, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

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

El Carmen, 23 de julio del 2024.

Lo certifico,



Ricardo Paul González Dávila MC.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

TÍTULO:

Hongos Micorrízicos Arbusculares Aplicados a *Musa* AAB (Fase De Vivero)

AUTOR: Jandry Alexander Zambrano Cevallos

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

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

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. López Mejía Francel, Ph.D.



Ing. De La Cruz Chicaiza Marco, Mg



Ing. Vivas Cedeño Jorge, Mg.

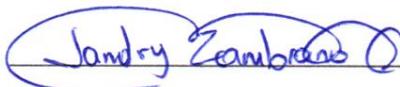


DECLARACIÓN DE AUTORÍA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **JANDRY ALEXANDER ZAMBRANO CEVALLOS** con cédula de ciudadanía 131366754-3, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” De Manabí, Extensión El Carmen, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en las aplicaciones de los diferentes instrumentos de investigación que están resumidos en las recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema: “**A Hongos Micorrízicos Arbusculares Aplicados a *Musa* AAB (Fase De Vivero)**”, son información exclusiva de su autor, apoyados por el criterio de profesionales de diferentes índoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Jandry Zambrano" with a stylized flourish at the end. The signature is written over a horizontal line.

Zambrano Cevallos Jandry Alexander

El Carmen, 20 de diciembre de 2023

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está dedicado a mis padres Benito Zambrano y Zenaida Cevallos, por su sacrificio que me han permitido alcanzar mis metas y cumplir este objetivo.

A mí hermana Angi Zambrano por ser una inspiración y un apoyo emocional en mi vida, a mi querida sobrina Samantha Zambrano por ser una luz en mi vida y recordarme la importancia de la felicidad y la curiosidad. Su sonrisa y energía han sido un motivante para mí en momentos difíciles.

Este trabajo es el resultado de un esfuerzo conjunto y de inspiración que he recibido de cada uno de ustedes. Les agradezco de corazón su apoyo incondicional que la vida nos permita seguir cosechando muchos éxitos más y retribuir todo lo que han hecho por mí, espero este logro les haga sentir orgullosos.

Con todo mi cariño y gratitud, Jandry Zambrano Cevallos

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de esta tesis.

Quiero expresar mi agradecimiento a mi tutor Ing. Paúl González, *M.C*, por su paciencia, sabiduría y apoyo durante todo este proceso.

También agradecer a mis padres por su amor y sacrificio que me han permitido alcanzar mis metas y cumplir mis sueños.

A mis amigos y compañeros de universidad por su apoyo en todo este proceso.

Gracias a todos ustedes por hacer posible este logro.

ÍNDICE

TÍTULO	I
CERTIFICACIÓN	2
TRIBUNAL DE TITULACIÓN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE ANEXO	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
i. Problema científico.....	15
ii. Objetivo general	16
iii. Objetivos específicos.....	16
iv. Hipótesis	16
CAPÍTULO I	17
1 MARCO TEÓRICO	17
1.1 Introducción a los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA)	17
1.1.1 Definición y características de los HMA.....	17
1.1.2 Beneficios de la simbiosis planta-HMA.....	17
1.2 Cultivo de Musa AAB en Viveros.....	18
1.2.1 Relevancia de la fase de vivero en el cultivo de Musa AAB	18

1.2.2	Descripción de la planta de Musa AAB	18
1.2.3	Métodos de propagación en vivero.....	20
1.3	Importancia de los HMA en la Fase de Vivero de <i>Musa</i> AAB	20
1.3.1	Rol de los HMA en el crecimiento y desarrollo de las plántulas	21
1.3.2	Efectos en la absorción de nutrientes y resistencia a enfermedades.....	22
1.4	Especies de HMA y su Aplicación en Viveros de <i>Musa</i> AAB	22
1.4.1	Tipos de HMA comunes.....	23
1.4.2	Selección y aplicación de especies de HMA específicas	24
CAPÍTULO II		26
2. INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		26
CAPÍTULO III		28
3 MATERIALES Y MÉTODOS		28
	Localización de la unidad experimental	28
	Caracterización agroecológica de la zona.....	28
	Variables independientes	28
	<i>Métodos</i>	28
	Variables independientes	29
	Unidad Experimental	29
	Tratamientos	29
	Diseño Estadístico.....	29
	Instrumentos de medición	30

<i>Materiales y equipos de campo</i>	30
<i>Materiales de oficina y muestreo</i>	30
Manejo de ensayo	30
Preparación del sustrato	30
Inoculación de micorrizas en sustrato.....	30
Siembra de colinos.....	30
Medición de variables	31
<i>Altura de planta</i>	31
<i>Número de hojas</i>	31
<i>Longitud de las raíces</i>	31
<i>Área foliar</i>	31
<i>Conteo de nódulos</i>	31
CAPÍTULO IV	33
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1 Altura de la planta	33
4.2 Numero de hojas.....	33
4.3 Longitud de las raíces	34
4.4 Diámetro de pseudotallo.....	34
4.5 Área foliar.....	35
4.6 Numero de nódulos.....	35
CAPÍTULO V	37
CONCLUSIONES	37

CAPÍTULO VI.....	38
RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXXV
ANEXOS	XLII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Condiciones agroecológicas del lugar donde se realizará la investigación....	28
Tabla 2: Grados de libertad	29
Tabla 3: Efecto de la Micorriza Comercial en la Altura de la Planta.....	33
Tabla 4: Efecto de la Micorriza Comercial en el Número de Hojas.....	33
Tabla 5: Efecto de la Micorriza Comercial en la longitud de las raíces.....	34
Tabla 6: Efecto de la Micorriza Comercial en el Diámetro del Pseudotallo	34
Tabla 7: Efecto de la Micorriza Comercial en el área foliar	35
Tabla 8: Efecto de la Micorriza Comercial en el número de nódulos	35

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Mezcla de sustratos (tierra, viruta, micorrizas)	XLII
Anexo 2: Desinfección de cormos de plátano.....	XLII
Anexo 3: Toma de datos de largo de la hoja.....	XLIII
Anexo 4: Toma de datos de el ancho de la hoja.....	XLIII
Anexo 5: Toma de datos del largo de las raíces.....	XLIV
Anexo 6: Raíces de las plantas.....	XLIV

RESUMEN

El desarrollo de nuevas tecnologías que beneficien la multiplicación y desarrollo inicial de plantas de plátano barraganete se ha convertido en una necesidad primordial para la renovación y establecimiento de nuevos cultivos en la región. Por ello, el objetivo de la investigación fue evaluación del uso de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en la fase de vivero de la planta *Musa* AAB (plátano). La investigación se realizó en El Carmen, provincia de Manabí, utilizando tres dosis de HMA (100%, 75% y 50%). Los dos sustratos fueron compuestos de viruta de balsa y tierra de montaña; grado de simbiosis, crecimiento vegetativo, beneficios de la asociación simbiótica. El análisis estadístico demostró diferencias significativas entre los tratamientos el tratamiento del 100 % de HMA demostró mejores respuestas en el grado de simbiosis, crecimiento vegetativo, beneficios de la asociación simbiótica demostrado así que la implementación de HMA en la fase de vivero de *Musa* AAB puede ser una técnica efectiva para mejorar la calidad de las plántulas, su desarrollo y resistencia, contribuyendo así a una agricultura más sostenible y productiva.

Palabras clave: Micorrizas, arbusculares, simbiosis, plátano, viruta de balsa.

ABSTRACT

The development of new technologies that will benefit the multiplication and initial and initial development of barraganete banana plants has become a primary need for the and establishment of new crops in the region. region. For this reason, the objective of the research was to evaluate the use of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the nursery stage of Musa AAB (plantain). The research was conducted in El Carmen, province of Manabí, using three doses of AMF (100%, 75% and 50%). The two substrates were The two substrates were composed of balsa chips and mountain soil; degree of symbiosis, vegetative growth, benefits of the symbiotic association. Statistical analysis statistical analysis showed significant differences between the treatments. treatment showed better responses in the degree of symbiosis, vegetative growth, and benefits of the vegetative growth, benefits of the symbiotic association, thus demonstrating that the implementation of AMF in the viability of AMF at the nursery stage of Musa AAB can be an effective technique to improve seedling to improve seedling quality, development and resistance, thus contributing to a more sustainable and productive agriculture.

Key words: Mycorrhizae, arbuscular, symbiosis, banana, balsa wood chips.

INTRODUCCIÓN

En la producción de plátanos y bananos (*Musa AAB*), la fase de vivero es crucial para el desarrollo inicial de las plántulas, que son altamente sensibles a estrés abiótico, deficiencias nutricionales y enfermedades. Se ha investigado el uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), simbioses naturales de las raíces de las plantas, para potenciar el crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Musa AAB* (Barrera-Violeth et al., 2012).

Investigaciones previas han revelado los múltiples beneficios de los HMA en otras especies vegetales, como *Annona muricata* L. En este contexto, nuestra atención se dirige ahora a la evaluación de consorcios de HMA para medir su influencia en el crecimiento inicial y la fisiología de portainjertos de guanábana. Es relevante destacar el tratamiento T3Nat debido a su diámetro óptimo y destacado desempeño en términos de crecimiento y colonización micorrízica (Cristóbal-Alejo et al., 2022).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son organismos simbióticos que establecen una asociación mutualista con las raíces de las plantas, proporcionándoles beneficios nutricionales y contribuyendo al desarrollo saludable de las mismas (Barrera, 2009). En el caso específico de la especie *Musa AAB* (banano tipo *Cavendish*), la fase de vivero desempeña un papel crucial en la producción de plántulas de calidad que luego serán trasplantadas al campo.

Nuestros propios resultados muestran que la incorporación del 25% y 35% de HMA en sustratos enriquecidos con humus conduce a mejoras significativas en la supervivencia, desarrollo y colonización micorrízica de las plántulas de plátano barraganete. Estos descubrimientos enfatizan la considerable promesa de la inoculación de cormos con HMA para estimular la producción temprana de estas plántulas, contribuyendo así a cerrar brechas en la investigación actual en este campo (Vivas-Cedeño et al., 2018).

i. Problema científico

Esta investigación busca promover el uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el cultivo de *Musa AAB* durante la fase de vivero. Los HMA son simbioses fúngicos que

establecen una relación mutualista con las raíces de las plantas, mejorando la absorción de nutrientes y la tolerancia a estreses.

El objetivo es evaluar el impacto de la aplicación de HMA en parámetros clave del desarrollo y crecimiento de plántulas de *Musa* AAB en la etapa de vivero, y determinar si esta implementación puede mejorar significativamente la productividad y resiliencia de las plantas.

¿La aplicación de hongos micorrízicos arbusculares en la fase de vivero de *Musa* AAB mejora de manera significativa la productividad y sostenibilidad del cultivo en comparación con los sistemas tradicionales?

ii. Objetivo general

- Evaluar la influencia de los hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo de plantas de *Musa* AAB, fase de vivero

iii. Objetivos específicos

- Evaluar el grado de simbiosis de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el sistema radicular de las plantas de *Musa* AAB durante la fase de vivero y su impacto en el crecimiento y desarrollo del plátano.
- Determinar el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento vegetativo de las plántulas de *Musa* AAB en condiciones de vivero.
- Analizar los beneficios de la asociación simbiótica entre los hongos micorrízicos arbusculares y las plantas de *Musa* AAB en términos de absorción de nutrientes y resistencia a condiciones de estrés en la fase de vivero.

iv. Hipótesis

H₀: Los hongos micorrízicos arbusculares no influyen significativamente en el desarrollo de las plantas de *Musa* AAB, fase de vivero

H_a: Los hongos micorrízicos arbusculares influyen significativamente en el desarrollo de las plantas de *Musa* AAB, fase de vivero

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción a los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA)

En la revisión planteada por González-Chávez et al. (2004), subraya la importancia de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en la formación y estabilidad de agregados en el suelo. Se enfatiza el papel crítico del micelio externo de los HMA en la unión de partículas para la formación y estabilidad de los agregados. Esta simbiosis ejerce una influencia significativa en la conservación del suelo y la absorción de carbono, representando un componente esencial en la regulación de los ecosistemas terrestres.

Por lo que mencionan Restrepo et al. (2019), los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) desempeñan un papel crucial en la liberación de nutrientes en suelos desafiantes, como los de los sistemas ganaderos que, al estar en constante uso, sufren pérdida de nutrientes. En este contexto, se observó que el género *Glomus* fue predominante. Estos hallazgos subrayan la importancia de los HMA en la nutrición y resistencia de los ecosistemas.

1.1.1 Definición y características de los HMA

Según lo mencionado por Barrera (2009), los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) establecen una relación beneficiosa con la mayoría de las plantas, facilitando la absorción de nutrientes y protegiendo contra patógenos. Esta simbiosis implica cambios en ambas partes. En agricultura, comprender su respuesta al suelo es vital, pero en monocultivos, la diversidad de HMA puede ser limitada.

1.1.2 Beneficios de la simbiosis planta-HMA

Según menciona Ramos et al. (2013), al combinar Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) con biofertilizantes, se logró una mejora significativa en diversas variables de rendimiento, permitiendo una reducción del 25% en la fertilización mineral y ofreciendo una respuesta económica más favorable.

Los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) desempeñan un papel crucial en el crecimiento de plantas, como el girasol ornamental. Su influencia en aspectos como el tamaño de la flor y el tiempo de floración varía según la especie de HMA y la planta hospedera. Este estudio evaluó el efecto de diferentes inóculos de HMA en el crecimiento de variedades ornamentales de girasol, destacando el estimulante impacto del consorcio CM en la variedad gigante simple amarillo (GSA) (Vital-Vilchis et al., 2020).

1.2 Cultivo de *Musa* AAB en Viveros

Al analiza la influencia de los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en el cultivo de plátano (*Musa* AAB) en viveros controlados. Se constato que la dosis óptima fue de 120 g de micorriza, y la incorporación de fertilizante fosforado incrementó el área foliar. Estos hallazgos resaltan la importancia de la simbiosis HMA en el cultivo de *Musa* AAB en viveros (Meza, 2023).

1.2.1 Relevancia de la fase de vivero en el cultivo de *Musa* AAB

De acuerdo a lo que menciona Loor (2023), la fase de vivero en el cultivo de *Musa* AAB desempeña un papel crítico al establecer las bases para el crecimiento saludable de las plantas. Su manejo adecuado contribuye a desarrollar raíces fuertes y hojas robustas, elementos esenciales para la resistencia a estrés ambiental y plagas, lo que finalmente mejora la calidad y la productividad de los plátanos.

1.2.2 Descripción de la planta de *Musa* AAB

La planta de *Musa* AAB, conocida comúnmente como plátano, pertenece al género *Musa* y es una de las principales fuentes de alimento en muchas partes del mundo, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. Esta especie de plátano pertenece al subgrupo AAB de la clasificación de cultivares de plátano y banano según la nomenclatura de Simmonds y Shepherd (1955).

El *Musa* AAB es una planta herbácea perenne que crece a partir de un rizoma subterráneo. Las hojas son grandes, de forma alargada y de color verde intenso, dispuestas en

forma de espiral alrededor del tallo central, creando una estructura característica similar a un tronco. Esta disposición de hojas es conocida como espiralamiento distiquial (Sandoval y Muller, 1999).

La planta de *Musa* AAB puede alcanzar alturas que oscilan entre los 2,43 y 4,65 metros, dependiendo de las condiciones de crecimiento y del cultivar específico. El tronco central, también llamado pseudotallo, está formado por la superposición de bases foliares que envuelven el tallo principal. A medida que las hojas más antiguas se marchitan y caen, el pseudotallo se forma y continúa su crecimiento vertical (Valencia et al., 2002).

La inflorescencia de *Musa* AAB es una estructura compuesta conocida como racimo. Cada racimo puede contener una gran cantidad de flores individuales, que se desarrollan en grupos de brácteas. Estas brácteas protegen las flores en desarrollo y se desprenden a medida que las flores se abren. Las flores de *Musa* AAB son hermafroditas, lo que significa que tienen órganos masculinos (estambres) y órganos femeninos (ovarios) en la misma flor (Morales, 2010).

El fruto de *Musa* AAB es una baya alargada y curvada que varía en tamaño y color según la variedad. A menudo, los plátanos maduros son de tonalidad amarilla, aunque existen variedades con tonos rojizos o verdosos en su madurez. Son una rica fuente de potasio y se consumen globalmente frescos o procesados. Durante su desarrollo, el fruto se forma a partir del ovario de una flor pistilada y los canales de látex se desactivan a medida que madura (López, 2002).

El cultivo de *Musa* AAB es vital para la seguridad alimentaria en zonas tropicales y subtropicales, además de representar una fuente de ingresos significativa para los agricultores. Sin embargo, enfrenta desafíos, como la susceptibilidad a enfermedades como el mal de Panamá y la sigatoka negra. Esto resalta la necesidad de investigaciones y prácticas agrícolas sostenibles para asegurar la salud y productividad de estos cultivos (Pérez, 2009).

1.2.3 Métodos de propagación en vivero

La fase de vivero es esencial para el desarrollo inicial de cultivos, incluyendo *Musa* AAB (plátano). Se debe seleccionar el método de propagación adecuado en el vivero para garantizar un crecimiento saludable y establecimiento óptimo de las plántulas. La elección del método de propagación en el vivero influye en la calidad y uniformidad de las plántulas producidas, según Aguirre (2015).

La propagación a través de rizomas, un método comúnmente utilizado, implica la separación y replante de rizomas sanos y vigorosos de plantas madre previamente seleccionadas (Villaverde, 2018). Estos rizomas, cortados en secciones con al menos un brote, se trasplantan en sustrato adecuado en el vivero. Esta técnica ha demostrado ser efectiva para conservar las características genéticas deseables de la variedad *Musa* AAB.

Además, la propagación por micropropagación de plantas de *Musa* spp. (Plátano var. Manzano AAB) a partir de meristemas florales masculinos ha cobrado relevancia en Venezuela. Este método implica la multiplicación de plantas en condiciones de laboratorio controladas, ofreciendo ventajas como uniformidad genética y producción de plántulas libres de patógenos (Molina et al., 2006).

La propagación vegetativa es el principal método para el cultivo comercial de plátanos, específicamente la variedad *Musa* AAB. Sin embargo, en algunos casos, la obtención de semillas puede introducir variabilidad genética. Esto, aunque prometedor, puede llevar a una mayor diversidad en las características de las plántulas, según investigaciones previas (Becerra et al., 2019).

1.3 Importancia de los HMA en la Fase de Vivero de *Musa* AAB

En el cultivo de *Musa* AAB en viveros, la simbiosis entre las plántulas y los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) desempeña un papel crucial. Esta asociación, subrayada por Ochoa et al. (2010), favorece la absorción de nutrientes esenciales y promueve el desarrollo de un sistema radicular vigoroso en las etapas iniciales de crecimiento. Esta simbiosis,

caracterizada por la colonización de las raíces de la planta por el micelio de los HMA, facilita la captación de nutrientes esenciales, como fósforo y micronutrientes, que son de particular relevancia en el establecimiento temprano de las plántulas.

La importancia de esta relación simbiótica también se refleja en el aumento de la resistencia de las plántulas a condiciones adversas y patógenos. Según los estudios de Johnson y Graham (2013), la presencia de HMA en el sistema radicular de las plántulas de *Musa* AAB puede conferir una mayor resistencia a enfermedades comunes del vivero y a situaciones de estrés abiótico, como sequías o suelos pobres en nutrientes.

Además, investigaciones recientes de Rodríguez-Romero et al. (2005) han demostrado que la aplicación controlada de especies específicas de HMA en la fase de vivero puede resultar en un incremento significativo en la tasa de supervivencia y crecimiento inicial de las plántulas de *Musa* AAB, lo que tiene un impacto directo en la productividad final en etapas posteriores del cultivo.

1.3.1 Rol de los HMA en el crecimiento y desarrollo de las plántulas

Los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) desempeñan un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, estableciendo una simbiosis mutualista con las raíces de las plantas. Según Smith y Read (2008), esta asociación simbiótica es esencial para el óptimo desarrollo de las plantas, ya que los HMA facilitan la absorción de nutrientes esenciales, como fósforo y micronutrientes, que pueden ser limitantes en el suelo. Además, los HMA contribuyen a la mejora de la resistencia de las plántulas frente a condiciones adversas como sequías y suelos de baja fertilidad (Bonfante y Genre, 2010).

La colonización de las raíces de las plántulas por los HMA es un proceso altamente especializado. Según Giovannetti y Mosse (1980), los HMA penetran las células de la raíz, formando estructuras altamente ramificadas llamadas arbusculos, que permiten el intercambio de nutrientes entre el hongo y la planta. Esta interconexión micorrízica aumenta significativamente la superficie de absorción de la raíz, lo que a su vez mejora la capacidad de

la plántula para adquirir nutrientes del suelo.

Estudios recientes también han demostrado que los HMA pueden modular la expresión de genes relacionados con el crecimiento y desarrollo de las plantas (Liu et al., 2017). Este impacto a nivel genético tiene implicaciones significativas en la mejora de la adaptación de las plántulas a condiciones ambientales cambiantes.

1.3.2 Efectos en la absorción de nutrientes y resistencia a enfermedades

La simbiosis entre hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las plantas, como *Musa* AAB, tiene un impacto sustancial en la absorción de nutrientes y la resistencia a enfermedades en la fase de vivero. Según Smith y Read (2008), la presencia de HMA mejora significativamente la capacidad de las plantas para adquirir nutrientes esenciales, especialmente fósforo y nitrógeno. Esta asociación simbiótica incrementa el área de absorción radicular efectiva, facilitando la captación de nutrientes del suelo y mejorando la eficiencia en la utilización de estos elementos.

Además, la colonización de las raíces de *Musa* AAB por los HMA ha demostrado tener un efecto positivo en la resistencia a enfermedades. Investigaciones realizadas por Jaizme-Vega et al. (1998) evidencian que la presencia de HMA induce respuestas de defensa en las plantas, fortaleciendo la activación de mecanismos de resistencia ante patógenos. Esta interacción planta-HMA estimula la producción de fitoalexinas y la expresión de genes relacionados con la inmunidad vegetal, lo que resulta en una mayor capacidad de las plántulas para resistir ataques de patógenos.

1.4 Especies de HMA y su Aplicación en Viveros de *Musa* AAB

La selección adecuada de especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) desempeña un papel crucial en la optimización del crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Musa* AAB en la fase de vivero. Diferentes especies de HMA muestran variaciones significativas en su capacidad para establecer simbiosis beneficiosas con las raíces de las plantas y mejorar la absorción de nutrientes. Investigaciones recientes han resaltado la

importancia de esta elección específica en el contexto de la producción de plántulas de *Musa* AAB.

El estudio evaluó el efecto de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) en el crecimiento y producción de plátano Hartón. Se utilizó un diseño experimental en condiciones de campo, inoculando las plantas con dos especies de HMA introducidos y aislados de HMA nativos. Los HMA introducidos, especialmente *Scutellospora heterogama*, demostraron mayor eficiencia en el crecimiento y producción de frutos que los HMA nativos. Se observó un aumento en la absorción de nitrógeno, pero no en fósforo ni colonización micorrízica. Se recomienda su uso para aumentar la producción de plátano Hartón y reducir la dependencia de fertilizantes químicos.

La adaptabilidad de ciertas especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) a condiciones específicas del suelo y factores ambientales debe ser cuidadosamente considerada. Estudios de campo han demostrado que la eficacia de diferentes especies de HMA puede variar en función de la composición del suelo y la disponibilidad de nutrientes. Esta variabilidad subraya la importancia de seleccionar especies de HMA compatibles con las condiciones particulares del vivero de *Musa* AAB, resaltando la influencia significativa de los HMA en el cultivo de estas plantas (Jiang et al., 2017).

1.4.1 Tipos de HMA comunes

Los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) son un grupo de hongos simbioses del suelo que establecen una relación mutualista con las plantas, facilitando la absorción de nutrientes, especialmente fósforo. Entre los tipos de HMA comunes se encuentran las especies del género *Glomus*, *Rhizophagus* y *Funneliformis*. Estos géneros son reconocidos por su amplia distribución y su capacidad de formar micorrizas arbusculares con una variedad de plantas hospedadoras.

El género *Glomus* comprende diversas especies con afinidades específicas hacia distintos tipos de plantas. Investigaciones, como las de Mena et al. (2013), han identificado

preferencias por gramíneas y plantas de hojas anchas en ciertas especies de *Glomus*. Este conocimiento es fundamental para la selección adecuada en aplicaciones agrícolas y horticultura.

El género *Rhizophagus*, anteriormente conocido como *Glomus intraradices*, es otro grupo de HMA importante en la formación de micorrizas arbusculares. Esta especie ha sido ampliamente estudiada en relación con su papel en la promoción del crecimiento de plantas y su contribución a la absorción de nutrientes (Aguirre-Medina et al., 2019).

Por su parte, el género *Funneliformis*, antes clasificado como *Glomus mosseae*, es otro representante significativo de los HMA comunes. Investigaciones de Gianinazzi et al. (2010) han resaltado la capacidad de *Funneliformis* para mejorar la resistencia de las plantas a condiciones adversas, como sequías y suelos salinos .

Estos tipos de HMA comunes han sido objeto de numerosos estudios debido a su relevancia en la mejora de la absorción de nutrientes y el crecimiento de plantas en una variedad de ecosistemas y sistemas de cultivo. Comprender las características y las interacciones específicas entre estos hongos y las plantas hospedadoras es crucial para optimizar su aplicación en prácticas agrícolas sostenibles.

1.4.2 Selección y aplicación de especies de HMA específicas

La elección de especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) juega un papel crucial en la eficacia de la simbiosis con las plantas de *Musa* AAB durante la fase de vivero. Diferentes especies de HMA poseen variabilidades en su capacidad de colonización y beneficios para las plantas hospederas. Según Johnson et al. (1997), la selección adecuada de especies de HMA puede maximizar la absorción de nutrientes esenciales y mejorar la resistencia a patógenos en las plántulas de *Musa* AAB.

La especie *Glomus intraradices* ha sido identificada como una de las más prometedoras para la simbiosis con *Musa* AAB en viveros (Vivas-Cedeño et al., 2018). Investigaciones de Vivas-Cedeño y colaboradores han demostrado que *G. intraradices* promueve un aumento

significativo en la absorción de fósforo, un nutriente crítico para el crecimiento inicial de las plántulas de *Musa* AAB. Esta especie de HMA también ha mostrado una alta tasa de colonización en las raíces de *Musa* AAB, lo que indica una compatibilidad eficaz.

Por otro lado, estudios recientes de Veresoglou et al. (2017) han destacado la eficacia de *Rhizophagus irregularis* en la mejora del crecimiento y desarrollo de plántulas de *Musa* AAB en viveros. Esta especie de HMA ha demostrado una notable capacidad para aumentar la absorción de nutrientes, incluido el nitrógeno, esencial para la formación de biomasa y el desarrollo foliar.

La aplicación de especies de HMA específicas debe considerar las condiciones específicas del vivero y las características del suelo. Es importante realizar pruebas de compatibilidad y colonización antes de la aplicación a gran escala. Además, se debe tener en cuenta la diversidad de especies de HMA en el suelo circundante, ya que esto puede influir en la colonización y beneficios potenciales.

CAPÍTULO II

2. INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La aplicación de hongos micorrízicos arbusculares (AMF) en plátanos reduce significativamente la severidad de la enfermedad de la Sigatoka negra causada por *Mycosphaerella fijiensis*, según un estudio in vitro. La colonización por AMF disminuyó el índice de gravedad en más de un 80% y el área bajo la curva de progreso de la enfermedad en un 59%, sugiriendo su potencial como agente de biocontrol en un enfoque integrado (Anda et al., 2015).

- Sahodaran et al., (2019), llevó a cabo un experimento para evaluar los beneficios de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) nativos para las plantas de plátano cv. 'Nendran'. Las especies de HMA aplicadas fueron *Funneliformis mosseae* y *Glomus microcarpum*, las cuales fueron identificadas como los asociados radiculares más comunes de *Musa* spp. en campos de monocultivo tradicional de plátano. Se observó una colonización radicular superior al 80% en todas las plantas inoculadas, y se encontraron incrementos significativos en el contenido de clorofila y las concentraciones foliares de N, P y K.
- En su estudio "**Greenhouse response of micropropagated bananas inoculated with in vitro monoxenically produced arbuscular mycorrhizal fungi**", Declerck et al., (2002) demostraron que la aplicación de microorganismos incrementa el peso seco de las raíces y mejora la concentración de fósforo (P). Esto facilita que, al ser trasladadas al campo, las plantas formen mejores asociaciones con los microorganismos del suelo, favoreciendo su crecimiento y desarrollo.
- Jefwa et al., (2010) mencionan que la asociación con hongos micorrízicos

arbusculares (HMA) beneficia la productividad de plátanos y bananas (*Musa spp.*) mejorando el acceso a nutrientes, agua y suprimiendo plagas. Estudios en macetas muestran que los HMA estimulan el crecimiento y controlan nematodos, aunque sus beneficios en campo aún se investigan. En África, hasta 20 especies de HMA se han asociado a plantaciones de plátano, destacando la variabilidad y sensibilidad de los HMA a las prácticas de manejo del suelo.

- Rui et al., (2021) demostraron que los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) benefician al cultivo de *Musa spp.*, mejorando la absorción de fósforo (P) y estimulando el crecimiento. Este estudio evaluó diversas especies de HMA y dosis de P en plantas micropropagadas, encontrando que dosis bajas de P favorecen la colonización micorrícica. La combinación de HMA y P incrementó la fotosíntesis y el crecimiento, destacando *G. clarum*, *C. etunicatum* y *G. margarita* como las más efectivas.
- Carina et al., (2016) constataron que la coinoculación de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y *Azospirillum* en plántulas de plátano micropropagadas mejoró significativamente su desarrollo. Las dosis altas demostraron mayor efectividad, con un crecimiento notable en altura, perímetro, área foliar y biomasa, en comparación con el control. Este efecto se atribuye a la cooperación sinérgica entre HMA y *Azospirillum*, promoviendo una óptima absorción de fósforo y nitrógeno, vital para el desarrollo vegetal.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la unidad experimental

La presente investigación se realizará, en los predios de la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, lugar que se encuentra ubicada en las coordenadas UTM; X=674967, Y=9971156 y Z=266msnm. La evaluación se realizará en los primeros 100 días de crecimiento de las plantas de *Musa* AAB.

Caracterización agroecológica de la zona

Tabla 1: *Condiciones agroecológicas del lugar donde se realizará la investigación*

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

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

Variables independientes

Micorrizas

Métodos

Las Micorrizas empleadas en el estudio necesitaron ser introducidas en un sustrato estándar que carecía de cualquier otro componente adicional. El frijol se utilizó como planta anfitriona para facilitar la colonización simbiótica de estas.

Variables dependientes

- ❖ Altura de planta (cm).
- ❖ Número de hojas.
- ❖ Longitud de raíces (cm).
- ❖ Área foliar (cm).
- ❖ Nódulos micorrícicos

Unidad Experimental

Las unidades experimentales constarán de 16 plantas, que dan un total de 256 plantas requeridas para todo el estudio. Cada planta será sembrada en suelo inoculado con micorrizas que estará ubicado en fundas de vivero de 20 x 20 cm.

Tratamientos

T0 = Testigo

T1 = Micorriza comercial al 100%

T2 = Micorriza comercial al 75%

T3 = Micorriza comercial al 50%

Diseño Estadístico

Se establecerá un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; los promedios de los tratamientos se compararán con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 2: *Grados de libertad*

Fuentes de variación	gL
Total	15
Tratamiento	3
Repetición	3
Error	9

Instrumentos de medición

Materiales y equipos de campo

- ❖ Cocina industrial
- ❖ Agua
- ❖ Cormos de *Musa* AAB
- ❖ Machete
- ❖ Micorrizas
- ❖ Tierra de montaña
- ❖ Aserrín de balsa
- ❖ Fundas de
- ❖ Frejol

Materiales de oficina y muestreo

- ❖ Computadora portátil
- ❖ Libreta

Manejo de ensayo

Preparación del sustrato

Los componentes de suelo se mezclarán en proporción 2:1, combinando suelo franco arenoso con aserrín de balsa. Esta elección de materiales es adecuada debido a su capacidad para proporcionar los nutrientes necesarios y crear condiciones óptimas para el crecimiento de las plántulas. La preparación del sustrato se convierte así en un paso crítico que ejerce una influencia significativa en la salud y el desarrollo de las plantas durante su fase en el vivero.

Inoculación de micorrizas en sustrato

Durante este proceso, se mezclarán las micorrizas con el sustrato para permitir la colonización de las raíces de las plantas. La inoculación es esencial para establecer la simbiosis entre los hongos y las plantas, lo que podría tener un impacto en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Siembra de colinos

Durante la siembra, se establecerán los colinos en el sustrato de manera cuidadosa, asegurando que las raíces estén en contacto directo con el sustrato y las micorrizas presentes. Este paso es fundamental para observar cómo la simbiosis influye en el crecimiento inicial y establecimiento de las plántulas.

Medición de variables

Altura de planta

Para evaluar esta variable, se medirá con precisión la altura de cada planta a intervalos regulares de tiempo (por ejemplo, semanalmente) a partir del momento de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares. Esto permitirá rastrear el crecimiento de las plantas a lo largo de la fase de vivero y determinar si la presencia de los hongos micorrízicos influye en su altura.

Número de hojas

Para medir esta variable, se contará el número de hojas individuales en cada planta a intervalos específicos después de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares. Esta medición periódica permitirá comparar la tasa de producción de hojas en las plantas inoculadas y no inoculadas, lo que ayudará a identificar cualquier impacto en el desarrollo foliar.

Longitud de las raíces

Para medir esta variable, se tomarán muestras de raíces de plantas seleccionadas y se medirá la longitud de las mismas en cada muestra. Estas mediciones se realizarán en intervalos específicos después de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares, lo que permitirá entender cómo la colonización micorrízica afecta el desarrollo del sistema radicular.

Área foliar

Para evaluar esta variable, se utilizará un método de medición de área foliar que podría involucrar la digitalización de las hojas y el análisis de imágenes. Se realizarán mediciones a intervalos predefinidos después de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares para determinar si existe una relación entre la simbiosis micorrízica y la expansión de las hojas.

Conteo de nódulos

Para medir esta variable, se examinarán las raíces de cada planta y se contará el número de nódulos formados. Estas mediciones se realizarán en momentos específicos después de la

inoculación con el objetivo de entender la relación entre los hongos y la formación de nódulos radicales.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de la planta

Tabla 3: Efecto de la Micorriza Comercial en la Altura de la Planta

Tratamiento	Medias	
Micorriza comercial al 100%	49,94 cm \pm 0,77	a
Control	45 cm \pm 1,26	b
Micorriza comercial al 75%	39,38 cm \pm 1,19	c
Micorriza comercial al 50%	39,31 cm \pm 1,47	c
P valor		<0,0001
Desviación Estándar		3,07

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

Se observa una diferencia significativa con un valor de $P < 0,0001$ y una desviación estándar de 3,07%. El tratamiento con un 100% de micorrizas presenta los mejores resultados, alcanzando una media de 49,94 cm \pm 0,77. Llor (2023), menciona que al suplementar un conjunto de micorrizas y *Trichoderma spp.*, se obtuvieron valores máximos de 20,98 cm, siendo estos menores a los expuestos en el estudio. No obstante, esto puede deberse al mayor tiempo que se tomó para recopilar los datos.

4.2 Número de hojas

Tabla 4: Efecto de la Micorriza Comercial en el Número de Hojas

Tratamiento	Medias	
Micorriza comercial al 100%	4,94 \pm 0,27	a
Control	4,88 \pm 0,26	a
Micorriza comercial al 75%	4,75 \pm 0,23	a
Micorriza comercial al 50%	4,56 \pm 0,22	a
P valor		0,6988
Desviación Estándar		1,06

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

Los resultados presentados en la Tabla 2 no revelan una disparidad estadísticamente significativa entre los grupos. Sin embargo, el tratamiento con un 100% de micorrizas exhibió

la media más alta, alcanzando un valor de $4,94 \pm 0,27$. En contraste, los resultados obtenidos por Pérez (2017) mostraron un valor de 5,61 a los 42 días, siendo este mayor al obtenido en nuestro estudio. Esto puede deberse, en gran medida, a la utilización de dos tipos de micorrizas por parte de Pérez.

4.3 Longitud de las raíces

Tabla 5: Efecto de la Micorriza Comercial en la longitud de las raíces

Tratamiento	Medias	
Micorriza comercial al 100%	43,62 cm \pm 3,9	a
Control	42,25 cm \pm 2,44	a
Micorriza comercial al 75%	37,81 cm \pm 1,9	a
Micorriza comercial al 50%	36,44 cm \pm 3,17	a
P valor		0,2601
Desviación Estándar		15,58

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

Los resultados presentados en la Tabla 3 no revelan una disparidad estadísticamente significativa entre los grupos. A pesar de ello, todos los tratamientos mostraron valores similares en comparación con el tratamiento de 100% de micorrizas, alcanzando un valor excelente de $43,62 \pm 3,9$, y el control, con un valor de $42,25 \pm 2,44$. Barrera-Violeth et al. (2012) demostraron que el tratamiento de control obtuvo mejores resultados, alcanzando 22,7 cm en comparación con los tratamientos con micorrizas. Esto sugiere que existe una baja relación entre el uso de micorrizas y la longitud del suelo.

4.4 Diámetro de pseudotallo

Tabla 6: Efecto de la Micorriza Comercial en el Diámetro del Pseudotallo

Tratamiento	Medias	
Micorriza comercial al 100%	3,76 cm \pm 0,05	a
Micorriza comercial al 75%	3,73 cm \pm 0,08	a
Control	3,63 cm \pm 0,08	a
Micorriza comercial al 50%	3,51 cm \pm 0,12	a
P valor		0,1825
Desviación Estándar		0,18

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

Los resultados presentados no revelan una disparidad estadísticamente significativa entre los grupos. Sin embargo, el tratamiento con micorrizas al 100% mostró un desempeño destacado, con valores de $3,76 \text{ cm} \pm 0,05$. En contraste, Conrado (2015) demostró que una inoculación directa de micorrizas produjo valores superiores de $4,35 \text{ cm}$, lo cual sugiere que la metodología de inoculación puede influir significativamente en los resultados.

4.5 Área foliar

Tabla 7: Efecto de la Micorriza Comercial en el área foliar

Tratamiento	Medias		
Micorriza comercial al 100%	$1039,44\text{cm}^2 \pm 33,71$	a	
Micorriza comercial al 75%	$935,69 \text{ cm}^2 \pm 54,17$	a	b
Control	$916,69 \text{ cm}^2 \pm 53,31$	a	b
Micorriza comercial al 50%	$866,88 \text{ cm}^2 \pm 59,88$		b
P valor			0,0438
Desviación Estándar			134,86

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

Se observa una diferencia significativa con un valor de P de 0.0438 y una desviación estándar del 134.86%. El tratamiento con un 100% de micorrizas presenta los mejores resultados, alcanzando una media de $1039.44 \text{ cm}^2 \pm 33.71$. Barrera-Violeth et al. (2012) presentaron resultados con la aplicación de micorrizas, utilizando una mezcla de *Glomus*, *Acaulospora* y *Scutellospora*, obteniendo un promedio de 1368 cm^2 , que es un valor superior al de esta investigación.

4.6 Numero de nódulos

Tabla 8: Efecto de la Micorriza Comercial en el número de nódulos

Tratamiento	Medias	
Micorriza comercial al 100%	$6,44 \pm 0,13$	a
Micorriza comercial al 75%	$5,50 \pm 0,13$	b
Micorriza comercial al 50%	$4,50 \pm 0,13$	c
Control	$3,56 \pm 0,13$	d
P valor		<0,0001
Desviación Estándar		0,51

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

Se observó una diferencia significativa con un valor de $P < 0,0001$ y una desviación estándar del 0.51%, demostrando así la efectividad del uso de micorrizas al 100%, con una media de 6.44 ± 0.13 . En contraste, la investigación de Liriano et al. (2012) mostró que la aplicación de micorrizas en el cultivo de frijol fue significativa, obteniendo una media de 7.95, la cual es inferior a la observada en el presente estudio.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se pueden derivar las siguientes conclusiones:

- El grado de simbiosis en el sistema radicular fue más alto con la utilización del 100% de micorrizas, obteniendo mejoras significativas en el crecimiento y desarrollo de las plantas de *Musa* AAB durante la fase de vivero. Este tratamiento fue el más efectivo, destacando la importancia de esta práctica para el desarrollo óptimo de las plantas.
- El crecimiento vegetativo de las plántulas de *Musa* AAB bajo el tratamiento T1 mostró mejoras en varias variables: una altura de 49.94 cm, un número de hojas de 4.94, una longitud de raíces de 43.62 cm, un diámetro del pseudotallo de 3.76 cm y un área foliar de 1039.44 cm². Estos resultados destacan la efectividad del tratamiento T1 en el desarrollo general de las plántulas, independientemente de la significancia estadística de algunos resultados.
- La aplicación de hongos micorrízicos arbusculares en las plantas de *Musa* AAB mostró resultados positivos, mejorando tanto la absorción de nutrientes como la resistencia al estrés. Estos hallazgos subrayan la efectividad de las micorrizas en el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas.

CAPÍTULO VI.

RECOMENDACIONES

Se recomienda extender la investigación a fases posteriores del desarrollo de las plantas de *Musa* AAB para evaluar la efectividad de las micorrizas en todo el ciclo de vida de la planta.

Comparar los efectos de las micorrizas en *Musa* AAB con otros cultivos similares para generalizar los resultados y desarrollar prácticas agrícolas más efectivas que puedan aplicarse a una variedad más amplia de plantas.

Explorar los efectos de diferentes combinaciones de especies de micorrizas para identificar mezclas que puedan ofrecer beneficios adicionales en términos de crecimiento y resistencia de las plantas.

Implementar programas de capacitación para agricultores sobre los beneficios y técnicas de aplicación de hongos micorrízicos arbusculares, para promover su uso y maximizar el impacto positivo en la producción de plátano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre Quintero, B. A. (2015). «*Método alternativo de propagación de plántulas de plátano con alta homogeneidad sanidad y potencial productivo*». [Bachelor Thesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4289>

Aguirre-Medina, J. F., Iñiguez, J. C., Zebadúa, M. E. V., y Arrazate, C. H. A. (2019). INFLUENCIA DE *Rhizophagus intraradices* (Schenck y Sm.) Walker y Schüßler EN EL RENDIMIENTO DE MAIZ. *Interciencia*, 44(5), 274-279.

Anda, C. C. O., Boulois, H. D. D., y Declerck, S. (2015). The arbuscular mycorrhiza fungus *Rhizophagus irregularis* MUCL 41833 decreases disease severity of Black Sigatoka on banana c.v. Grande naine, under in vitro culture conditions. *Fruits*, 70, 37-46. <https://doi.org/10.1051/FRUITS/2014041>

Barrera B, S. E. (2009). EL USO DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA AGRICULTURA. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 123-132.

Barrera-Violeth, J. L., Oviedo-Zumaque, L. E., y Barraza-Álvarez, F. V. (2012). Evaluación de micorrizas nativas en plantas de plátano Hartón (*Musa AAB Simmonds*) en fase de vivero. *Acta Agronómica*, 61(4), 315-324.

Becerra Campiño, J. J., Rodríguez Yzquierdo, G. A., Alzate Henao, S. V., Miranda Salas, T. C., Tibaduiza Castañeda, L. P., y Cañar Serna, D. Y. (2019). *Manual técnico para la producción de semilla de plátano Hartón Llanero en los Llanos Orientales*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403206>

Bonfante, P., y Genre, A. (2010). Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/ncomms1046>

Carina, V. T., Emilia, M., Miguel, U. S., Ortiz, D., Manjunatha, B., Thangaswamy, S., y Mulla, S. (2016). Effect of Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and Azospirillum on growth and nutrition of banana plantlets during acclimatization phase. *journal of applied pharmaceutical science*, 6, 131-138. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2016.60623>

Conrado Bravo, C. H. (2015). *Integración de micorrizas y nutrición temprana con fósforo sobre el desarrollo, vigor y calidad de plántulas de banano (Musa AAA) en fase de aclimatación*. [Bachelor Thesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/ce25b546-9f56-4125-81a7-911fe561aa60>

Cristóbal-Alejo, J., Burgos, A. L., Pinzón-López, L. L., Tun-Suárez, J. M., y Herrera-Parra, E. (2022). Hongos micorrízicos arbusculares aceleran el tiempo de crecimiento de portainjertos de guanábana (*Annona muricata* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.19136/era.a9n1.3226>

Declerck, S., Risède, J., y Delvaux, B. (2002). Greenhouse response of micropropagated bananas inoculated with in vitro monoxenically produced arbuscular mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae*, 93, 301-309. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)00347-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00347-8)

Gianinazzi, S., Gollotte, A., Binet, M.-N., van Tuinen, D., Redecker, D., y Wipf, D. (2010). Agroecology: The key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza*, 20(8), 519-530. <https://doi.org/10.1007/s00572-010-0333-3>

Giovannetti, M., y Mosse, B. (1980). An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytologist*, 84(3), 489-500. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb04556.x>

González-Chávez, M. C. A., Gutiérrez-Castorena, M. C., y Wright, S. (2004). Hongos micorrízicos arbusculares en la agregación del suelo y su estabilidad. *Terra Latinoamericana*, 22(4), 507-514.

INAMHI. (2017). *Anuario Meteorológico 2013* (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>

Jaizme-Vega, M. C., Sosa Hernández, B., y Hernández Hernández, J. M. (1998). INTERACTION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND THE SOIL PATHOGEN FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. CUBENSE ON THE FIRST STAGES OF MICROPROPAGATED GRANDE NAINA BANANA. *Acta Horticulturae*, 490, 285-296. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.490.28>

Jefwa, J., Vanlauwe, B., Coyne, D., Asten, P. V., Gaidashova, S., Rurangwa, E., Mwashasha, M., y Elsen, A. (2010). *Benefits and Potential Use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in Banana and Plantain (Musa spp.) Systems in Africa*. 479-486. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2010.879.52>

Jiang, J., Moore, J. A. M., Priyadarshi, A., y Classen, A. T. (2017). Plant-mycorrhizal interactions mediate plant community coexistence by altering resource demand. *Ecology*, 98(1), 187-197. <https://doi.org/10.1002/ecy.1630>

Johnson, N. C., y Graham, J. H. (2013). The continuum concept remains a useful framework for studying mycorrhizal functioning. *Plant and Soil*, 363(1-2), 411-419. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1406-1>

Johnson, N. C., Graham, J. H., y Smith, F. A. (1997). Functioning of Mycorrhizal Associations Along the Mutualism-Parasitism Continuum. *The New Phytologist*, 135(4), 575-586.

Liriano González, R., Núñez Sosa, D. B., y Barceló Díaz, R. (2012). Efecto de la aplicación de Rhizobium y Mycorriza en el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad CC-25-9 negro. *Centro Agrícola*, 39(4), Article 4.

Liu, H., Carvalhais, L. C., Crawford, M., Singh, E., Dennis, P. G., Pieterse, C. M. J., y

Schenk, P. M. (2017). Inner Plant Values: Diversity, Colonization and Benefits from Endophytic Bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.02552>

Loor Bravo, N. A. (2023). *Efecto de asociación de Micorrizas y Trichodermas spp sobre el crecimiento de plantas de plátano (Musa ABB) en la etapa de vivero*. [Thesis]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4627>

López Méndez, O. R. (2002). *Manual de producción de plátano basado en la experiencia de Zamorano*. [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2014.]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2374>

Mena Echevarría, A., Fernández, K., Olalde, V., y Serrato, R. (2013). Diferencias en la respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la inoculación con *Glomus cubense* (Y. Rodr. yamp; Dalpé) y con un conglomerado de especies de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). *Cultivos Tropicales*, 34(2), 12-15.

Meza Mecias, J. A. (2023). *Hongos micorrizicos arbusculares (hma) en la productividad del cultivo de plátano (Musa AAB)*. [Thesis]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4652>

Molina, G., Vielma T, M., Tacoronte, M., y Briceño, M. (2006). Micropropagación de *musa spp.*(plátano var. Manzano aab) a partir de meristemas florales. *Agronomía Tropical*, 56(4), 561-570.

Morales, P. por H. (2010). LA INFLORESCENCIA O RACIMO DEL PLÁTANO [Platanodelquindio]. *LA INFLORESCENCIA O RACIMO DEL PLÁTANO*. <http://www.platanodelquindio.com/2010/09/la-inflorescencia-o-racimo.html>

Ochoa Moreno, S., Leblanc Ureña, H. A., y Zambrano Montesdeoca, G. (2010). *Efecto de la inoculación de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) sobre la absorción*

de nutrientes en banano y su relación con el nemátodo *Radopholus similis*.

<https://repositorio.earth.ac.cr/handle/UEARTH/63>

Pérez González, E. F. (2017). *Evaluación del efecto agronómico de dos tipos de micorrizas en el establecimiento de cultivos meristemáticos en banano (Musa acuminata AAA) en fase de vivero, cantón Yaguachi, provincia del Guayas*. [Bachelor Thesis, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7711>

Pérez Vicente, L. (2009). Enfermedades de banano y plátano: Análisis retrospectivo y perspectivas. *Producción Agropecuaria*, 2(1), 11-18.

Ramos Hernández, L., Reyna García, Y., Lescaille Acosta, J., Telo Crespo, L., Arozarena Daza, N. J., Ramírez Peña, M., y Martín Alonso, G. M. (2013). Hongos micorrízicos arbusculares, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* y FitoMas-E: Una alternativa eficaz para la reducción del consumo de fertilizantes minerales en *Psidium guajava*, L. var. Enana Roja cubana. *Cultivos Tropicales*, 34(1), 05-10.

Restrepo Giraldo, K. J., Montoya Correa, M. I., Henao Jaramillo, P., Gutiérrez, L. A., Molina Guzmán, 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-Romero, A. S., Piñero Guerra, M. S., y Jaizme-Vega, M. del C. (2005). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria on banana growth and nutrition. *Agronomy for Sustainable Development*, 25(3), 395-399.

Rui, R. F. D., Santos, S. C., Lourente, E. P. R., Scalón, S. P. Q., Schiavo, J., y Valim, W. C. (2021). Ecophysiology, quality, and mycorrhizal dependency in *Musa* spp. (Cv. Grand naine) seedlings. *Revista Brasileira de Fruticultura*. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021097>

Sahodaran, N. K., Arun, A. K., y Ray, J. G. (2019). Native arbuscular mycorrhizal fungal isolates (*Funneliformis mosseae* and *Glomus microcarpum*) improve plant height and nutritional status of banana plants. *Experimental Agriculture*, 55, 924-933. <https://doi.org/10.1017/S0014479719000036>

Sandoval, J. A., y Muller, L. (1999). Anatomía y morfología de la planta de banano (Musa AAA) [Anatomy and morphology of the banana plant (*Musa AAA*)]. *Corbana - Revista*, 24(51), 43-59.

Simmonds, N. W., y Shepherd, K. (1955). The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 55(359), 302-312. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1955.tb00015.x>

Smith, S. E., y Read, D. (2008). INTRODUCTION. En S. E. Smith y D. Read (Eds.), *Mycorrhizal Symbiosis (Third Edition)* (pp. 1-9). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012370526-6.50002-7>

Valencia Montoya, J. A., Aranzazu Hernández, L. F., y Arcila Pulgarín, M. I. (2002). *La planta de plátano, sus variedades y propagación: Módulo II. Capacitación tecnológica para la producción del cultivo de plátano en el Eje Cafetero*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/16732>

Veresoglou, S. D., Wulf, M., y Rillig, M. C. (2017). Facilitation between woody and herbaceous plants that associate with arbuscular mycorrhizal fungi in temperate European forests. *Ecology and Evolution*, 7(4), 1181-1189. <https://doi.org/10.1002/ece3.2757>

Villaverde, J. (2018, enero 14). Rizoma. Estructura de propagación y almacenamiento. *Plantamus*. <https://plantamus.com/blog/rizoma-estructuras-de-propagacion/>

Vital-Vilchis, I., Quiñones-Aguilar, E. E., Hernández-Cuevas, L. V., Rincón-Enríquez,

G., Vital-Vilchis, I., Quiñones-Aguilar, E. E., Hernández-Cuevas, L. V., y Rincón-Enríquez, G. (2020). Crecimiento de girasol ornamental en maceta a nivel de campo por efecto de hongos micorrízicos arbusculares. *Terra Latinoamericana*, 38(3), 679-692. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.715>

Vivas-Cedeño, J. S., Lazo Roger, Y., González-Ramírez, I., y Robles-García, J. O. (2018). Hongos micorrizicos arbusculares en el cultivo de plátano en viveros. *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 3-15.

ANEXOS

Anexo 1: *Mezcla de sustratos (tierra, viruta, micorrizas)*



Anexo 2: *Desinfección de cormos de plátano*



Anexo 3: *Toma de datos de largo de la hoja*



Anexo 4: *Toma de datos de el ancho de la hoja*



Anexo 5: *Toma de datos del largo de las raíces*



Anexo 6: *Raíces de las plantas*





JANDRY ALEXANDER ZAMBRANO CEVALLOS

7%
Textos
sospechosos

7% Similitudes
< 1% similitudes entre
comillas
2% entre las fuentes
mencionadas
5% Idiomas no reconocidos
(Ignorado)

Nombre del documento: JANDRY ALEXANDER ZAMBRANO
CEVALLOS.docx
ID del documento: 2925713c0c7703c1e859b20356716eab98389eb1
Tamaño del documento original: 2,27 MB

Depositante: Ricardo González Dávila
Fecha de depósito: 28/7/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 28/7/2024

Número de palabras: 8532
Número de caracteres: 57.344

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.redalyc.org 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
2	www.academia.edu (PDF) Hongos micorrizicos arbusculares en el cultivo de plátano...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
3	repositorio.ucsg.edu.ec Repositorio Digital UCSG: Evaluación del efecto agrónomi...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
4	era.ujat.mx Hongos micorrizicos arbusculares aceleran el tiempo de crecimiento ...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
5	experts.nau.edu The continuum concept remains a useful framework for studyin...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.untrm.edu.pe	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
2	www.redalyc.org	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
3	www.scielo.cl	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
4	documento.uagm.edu	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
5	www.scielo.org.mx Efectividad de los hongos micorrizicos arbusculares introduc...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)

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

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	tesis plantas meristemáticas.docx tesis plantas meristemáticas #a6c642 El documento proviene de mi grupo	4%		Palabras idénticas: 4% (346 palabras)
2	repositorio.uileam.edu.ec	3%		Palabras idénticas: 3% (239 palabras)
3	TESIS LISBETH DAYANARA CEDEÑO ERAZO.docx TESIS LISBETH DAYANA... #4b81c3 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	3%		Palabras idénticas: 3% (216 palabras)
4	repositorio.uileam.edu.ec	2%		Palabras idénticas: 2% (220 palabras)
5	repositorio.uileam.edu.ec	2%		Palabras idénticas: 2% (174 palabras)
6	repositorio.uileam.edu.ec	2%		Palabras idénticas: 2% (162 palabras)

