

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 16 de noviembre del 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad: Neiva

El (Los) suscrito(s):

Carlos Alberto Garzón Pajoy , con C.C. No.1.080.265.728,

Autor de trabajo de grado investigativo modalidad pasantía.

Titulado: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICORRIZAS ARBUSCULARES (*Glomus* Sp) EN VIVERO DURANTE LA ETAPA EN ALMÁCIGO DEL CAFÉ (*Coffea arábica* L.) VARIEDAD CENICAFÉ UNO EN VEREDA EL BATÁN DEL MUNICIPIO DE HOBO – HUILA. Presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Carlos Alberto Garzón Pajoy

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA					   	
	GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 4

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICORRIZAS ARBUSCULARES (*Glomus* Sp) EN VIVERO DURANTE LA ETAPA EN ALMÁCIGO DEL CAFÉ (*Coffea arábica* L.) VARIEDAD CENICAFÉ UNO EN VEREDA EL BATÁN DEL MUNICIPIO DE HOBO - HUILA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Garzón Pajoy	Carlos Alberto

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Polania Montiel	Diana Carolina

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRICOLA

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA O POSGRADO: PREGADO-INGENIERIA AGRIOCOLA

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2022

NÚMERO DE PÁGINAS:

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías (X) Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general (X) Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas (X) Música impresa___ Planos (X) Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas
o Cuadros(X)

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA						
	GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 4

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Microsoft office, Adobe Acrobat

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN *(En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):*

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Micorrizas	Mycorrhizae
2. Almacigo	Seedler
3. Esporas	Spores
4. Inoculación	Inoculation
5. Rendimiento	Performance

RESUMEN

La pasantía se realizó en convenio con la Universidad Surcolombiana sede Neiva y la empresa Cadefihulla, en donde se aplicó un trabajo investigativo y demostrativo de los efectos de la inoculación en almacigos de café con la variedad cenicafe 1. Se decidió evaluar dos tratamientos de micorriza con concentraciones de 5 (T1) y 10 cm³ (T2) por litro de agua, aplicando 40 cm³ de esta solución por planta y un tratamiento testigo (T3) en el cual no se agregaron micorrizas, pero se le dio el manejo técnico descrito por (Mej el tratamiento (T1) fue el que tuvo mayor porcentaje de rendimiento general a los 105 días con un 53.27 % respecto al tratamiento testigo(T3). ía, 2021). Los datos finales fueron evaluados con un Análisis de Varianza (ANOVA) y método de rangos múltiples para observar y verificar si hubo diferencias significativas del tratamiento de acuerdo con la producción estándar de almacigo que se nombró en la investigación como el testigo. Se obtuvieron datos de rendimiento general final a los 105 días de 53,27% para el tratamiento 1, para el tratamiento 2 un rendimiento general de 23,41% esto implicó la elección del tratamiento 1 ya que presentó las mejores características y se encuentra dentro del costo rentable menor a 600 pesos de acuerdo con el precio comercial de venta de la región de Huila.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



ABSTRACT:

The internship was carried out in agreement with the Universidad Surcolombiana, Neiva headquarters and the company Cadefihuila, where an investigative and demonstrative work was applied on the effects of inoculation in coffee seedlings with the cenicafé 1 variety. It was decided to evaluate two mycorrhizal treatments with concentrations of 5 (T1) and 10 cm³ (T2) per liter of water, applying 40 cm³ of this solution per plant and a control treatment (T3) in which mycorrhizae were not added, but the technical management described by (The best treatment (T1) was the one with the highest percentage of general performance at 105 days with 53.27% compared to the control treatment (T3). ía, 2021). The final data were evaluated with an Analysis of Variance (ANOVA) and multiple range method to observe and verify if there were significant differences of the treatment according to the standard seedling production that was named in the investigation as the control. Final general performance data was obtained at 105 days of 53.27% for treatment 1, for treatment 2 a general performance of 23.41%, this implied the choice of treatment 1 since it presented the best characteristics and is within of the profitable cost of less than 600 pesos according to the commercial sale price of the Huila region.



APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: Nadia Brigitte Sanabria

Firma:

Nombre Jurado: Luisa Marcela Cerquera Barrera

Firma:

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICORRIZAS ARBUSCULARES
(*Glomus* Sp) EN VIVERO DURANTE LA ETAPA EN ALMÁCIGO DEL CAFÉ (*Coffea arábica*
L.) VARIEDAD CENICAFÉ UNO EN VEREDA EL BATÁN DEL MUNICIPIO DE HOBO -
HUILA**

Trabajo de grado presentado al Programa de Ingeniería Agrícola
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Autor

CARLOS ALBERTO GARZON PAJOY COD. 20151138917

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Agrícola
Neiva, Huila, Colombia. 2022

Firma 

Director: Diana Carolina Polania Montiel

Firma 
Supervisor: Boris Silva Pérez

Firma: 
Jurado: Nadia Brigitte Sanabria Mendez

Firma

Jurado: Luisa Marcela Cerquera Barrera

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICORRIZAS ARBUSCULARES (*Glomus* Sp) EN VIVERO DURANTE LA ETAPA EN ALMÁCIGO DEL CAFÉ (*Coffea arábica* L.) VARIEDAD CENICAFÉ UNO EN VEREDA EL BATÁN DEL MUNICIPIO DE HOBO - HUILA

RESUMEN

La pasantía se realizó en convenio con la Universidad Surcolombiana sede Neiva y la empresa Cadefihuila, en donde se aplicó un trabajo investigativo y demostrativo de los efectos de la inoculación en almácigos de café con la variedad cenicafé 1, generando capacitaciones demostrativas a sus asociados en un vivero experimental que fue ubicado en la vereda el batán – Hobo - Huila, en donde se cuenta con más de 17 familias de asociados a la empresa, realizando acompañamiento a profesionales de asistencia técnica y sostenibilidad de la empresa. Para empezar la evaluación, se diseñó un vivero estacionario experimental, donde se desarrolló la etapa de germinación de las semillas certificadas, en el cual, se realizó el germinador tradicional en arena como lo especifica el autor Maldonado (1978). Durante el tiempo de germinación se realizó la selección y adecuación de la zona de trasplante en el vivero buscando cercanía a fuentes hídricas y al lote de siembra, se preparó el terreno para la construcción del vivero y se empleó el mismo suelo para el llenado de las bolsas, el vivero se construyó con guadua de la zona y techo plano de polisombra. En la investigación se implementaron dos tratamientos en almácigo, en donde se agregaron dos dosis diferentes de micorrizas *Glomus* Sp de marca comercial Biofermex, teniendo en cuenta los autores (Rivillas et al. 2019). La cantidad posible para café en almácigo oscila entre 5 a 15 gr/planta lo cual es equivalente a 60 y 120 esporas, respectivamente. Se decidió evaluar dos tratamientos de micorriza con concentraciones de 5 (T1) y 10 cm³ (T2) por litro de agua, aplicando 40 cm³ de esta solución por planta y un tratamiento testigo (T3) en el cual no se agregaron micorrizas, pero se le dio el manejo técnico descrito por (Mejía, 2021). Los tratamientos obtuvieron efectos benéficos adicionales con respecto a la producción estándar de almacigo ya que las micorrizas fortalecieron la raíz haciendo que las disponibilidades de nutrientes de la planta aumentaran gradualmente y como resultado un mayor crecimiento de la planta en donde el tratamiento (T1) fue el que tuvo mayor porcentaje de rendimiento general a los 105 días con un 53.27 % respecto al tratamiento testigo (T3). Se obtuvo diferencia en la velocidad visible de los efectos benéficos de cada tratamiento, debido a la cantidad de esporas o dosis con las que fueron inoculados inicialmente haciendo que la velocidad de propagación del hongo *Glomus spp* en la raíz fuera mayor como sucedió con el tratamiento (T1) respecto al tratamiento (T2). Los datos finales fueron evaluados con un Análisis de Varianza (ANOVA) y método de rangos múltiples para observar y verificar si hubo diferencias significativas del tratamiento de acuerdo con la producción estándar de almacigo que se nombró en la investigación como el testigo. Se obtuvieron datos de rendimiento general final a los 105 días de 53,27% para el tratamiento 1, para el tratamiento 2 un rendimiento general de 23,41% esto implicó la elección del tratamiento 1 ya que presentó las mejores características y se encuentra dentro del costo rentable menor a 600 pesos de acuerdo con el precio comercial de venta de la región de Huila.

Palabras claves: micorrizas, almácigo, inoculación, esporas.

INTRODUCCIÓN

En el departamento del Huila el café es uno de los productos agrícolas más cultivados y que sostienen económicamente a 16.528 familias, hoy en día Cadefihuila cuenta con más de 3.992 caficultores asociados de los cuales vela por su sostenibilidad y desarrollo social. Hoy los productores asociados producen café de forma tradicional, pero por falta de asesoría técnica e investigación se da, cambiar la idea sobre nuevas prácticas que generen mayor rendimiento y menor impacto ambiental, y con el transcurso de los años, el uso de agroquímicos ha aumentado considerablemente obteniendo efectos negativos en la salud y en el ambiente (Cadefihuila, 2021). Según el sistema de información cafetera (SICA) en donde se registran actualmente 564 municipios se dice que cerca de 94% de todos los cafeteros son pequeños con menos de 5 hectáreas con bajo potencial individual competitivo en el mercado, como resultado de esto en todos los municipios y departamentos existen cooperativas que los representan, asesoran desde el punto de vista comercial y técnico. Dado que la mayoría de caficultores son pequeños, sus sistemas productivos son considerados empresas familiares por lo que las labores casi en su totalidad son realizados por ellos mismos buscando los menores costos posibles. Según el avance técnico de Cenicafé 368 una de la practicas en donde los caficultores buscan optimizar recursos es la producción de sus plántulas de siembra ya que brinda ventajas de calidad que no son brindadas por plántulas obtenidas comercialmente además de minimizar costos de transporte por lo que muchos optan con la construcción de viveros transitorios cercanos al lote de siembra donde cultivan el almacigo generalmente con labores tradicionales que no inciden en la catálisis del rendimiento. Hoy en día a través de investigaciones se ha logrado conseguir mejores resultados utilizando a microorganismos benéficos que a través de la simbiosis mejoran el rendimiento general de la planta haciendo que crezca más rápido y sana en vivero en etapa almacigo, además de utilizarse en germinadores de café como lo nombra el autor Castro (2008) en sus investigación en donde utilizo *Rhizoctonia solani* para el control de plagas como el volcamiento, principal causa de la perdida de chapolas que puede oscilar entre un 10 a 15%, esto gracias a las fitohormonas que liberan los hongos huésped haciendo que el control sea totalmente biológico y amigable con el medio ambiente. Lo beneficios de la micorrizas han sido investigados a través del tiempo se ha demostrado llegar a rendimientos de crecimiento generales que según el autor Córdova (2020) pueden variar entre el 40 a 57% utilizando micorrizas Mycoroot la cual incorpora en su mayoría el tipo *Glomus intrarradices*, estos beneficios se puede ver reflejados incluso a simple vista a partir de los 30 días ya establecidas en vivero.

A raíz de que existe y difieren diversas investigaciones y con el fin de promover y fomentar nuevas prácticas a los asociados caficultores de Cadefihuila se realizó la evaluación del efecto de la inoculación de micorrizas arbusculares (*Glomus intrarradices*) en vivero durante la etapa de almácigo del café (*Coffea arábica* L.) variedad Cenicafé uno en vereda el Batán del municipio de Hobo – Huila.

En este documento se detallará el proceso desde la recopilación de datos, diseño y montaje del proyecto, la capacitación desde el punto de vista técnico, hasta la viabilidad financiera de la instalación de un vivero transitorio para producción de almácigo de café variedad Cenicafé uno con la inoculación de micorrizas arbusculares (*Glomus intrarradices*), demostrando y transfiriendo esta técnica, generando mayor impacto sostenible el cual es uno de los pilares importantes de la empresa y requisito, ya que el 100% de los asociados se encuentran avalados por distintos sellos de producción sostenible.

Objetivo general

Evaluar los efectos de la inoculación de micorrizas arbusculares (*Glomus* Sp) en vivero durante la etapa de almácigo del café (*Coffea arábica* L.) variedad Cenicafé uno en vereda el batán del municipio de Hobo – Huila.

Objetivos específicos

- Establecer un vivero transitorio experimental de café (*Coffea arábica* L.) variedad cenicafé uno en el municipio de Hobo Huila.
- Determinar el efecto de la inoculación de dos dosis diferentes de micorrizas, 5 y 10 cm³ por litro en el rendimiento en almácigo de café variedad cenicafé uno con respecto a un tratamiento testigo.
- Realizar un estudio comparativo costo/rendimiento del uso de los dos tratamientos de manejo agronómico evaluados en el vivero experimental.

MARCO CONCEPTUAL

Micorrizas

Son relaciones simbióticas entre hongos zigomicetos y más del 90% de todas las plantas, descubierto en 1885 por Albert Bernhard Frank dándole el nombre solo desde el punto de vista morfológico sin dar énfasis fisiológica, ecológica o funcional de la relación planta-hongo, esta unión tiene la singularidad de beneficio mutuo ya que el hongo aprovecha el carbono para su desarrollo y la planta ocupa los nutrientes obtenidos por el hongo. Hoy en día las micorrizas se pueden dividir en dos grupos de acuerdo a su forma de unión morfológica a la planta, las ectomicorrizas se asocian por medio una cubierta de hifas sobre la raíz, pero no llega a penetrar sus células, estas se pueden encontrar en especies arbóreas como pinos y robles, en cambio las endomicorrizas o también llamadas arbusculares logran llegar al interior de las células de la corteza de la raíz, su uso es masivo en especial en plantas vasculares y flora agrícola. Para que se forme una micorriza es necesario la presencia de esporas del hongo ya sea que se presente de forma natural o inducida por el hombre, al momento de estar en contacto con la raíces de la planta se producen cambios bioquímicos que hacen que el hongo pueda generar estructuras vesiculares o arbusculares que faciliten el intercambio de nutrientes, el tiempo estimado de inoculación varía de acuerdo al tipo de hongo y cantidad de esporas presentes pero generalmente se estima entre 1 a 2 días (Acosta, 2016).

Micorrizas arbusculares

Según (Aguilera et al. 2007) las micorrizas arbusculares son la forma más frecuente de asociación entre hongos y raíces en la naturaleza, no desarrollan una red hifas superficiales en las raíces y colonizan la

corteza de la raíz intracelularmente a través de estructuras llamadas arbusculos, formadas por ciertos zigomicetos que actúan como vía de intercambio simbiótico de nutrientes. También existe otra estructura denominada vesícula, la cual cumple la función de almacén de nutrientes para el hongo huésped, estas principalmente formadas por grasas. Dado que todas las micorrizas arbusculares pueden generar vesículas o arbusculos, la forma general de describir la asociación simbiótica hoy en día se conoce como micorriza arbuscular (MA).

Micorriza *Glomus* Sp.

Las micorrizas pertenecientes al género *Glomus*, son arbusculares o también denominas endomicorrizas las cuales generan una simbiosis intracelular. También es conocida como *Rhizophagus irregularis* y es usado frecuentemente en el mundo de la agricultura para mejoramiento de plantas y suelos (Kruger et al,2012).

Beneficios de las micorrizas arbusculares

Una de las ventajas de la asociación de micorrizas arbusculares con plantas es la capacidad benéfica de intercambio de nutrientes en especial el aumento de disponibilidad del fósforo a la planta lo cual estimula a una mayor formación de raíces y como resultado, catálisis en el crecimiento general de la planta (Montaño et al., 2009). Las micorrizas arbusculares al estar asociadas a la planta la protegen de patógenos que quieran invadir su territorio radical gracias a la producción de fitohormonas que cambian los patrones de crecimiento de la planta y permitiendo su control. Además las micorrizas ayudan a la planta a amortiguar el estrés hídrico ya que facilitan la absorción del agua y con esto una mejor evapotranspiración (Franco Navarro, 2016).

En base a los beneficios que pueden brindar las micorrizas han resultado investigaciones que evaluaron y verificaron sus efectos benéficos en diversos cultivos, generando cúmulos de información que innovan constantemente la forma tradicional reproducción agrícola. Uno de los cultivos en el cual se ha estado investigando es en café especialmente en su etapa de germinación y almácigo obteniendo resultados positivos, según Córdova (2020) en plántulas de café con el inoculante Myco root, constituido por hongos endo y ectomicorrizas, ocasionaron mayor altura de las plantas en los días: 30, 45, 60 y 75 después del repique, con 6,95; 9,88; 11,77 y 15,10 cm/planta, generando un rendimiento que osciló entre el 40 y 57%. Además Osorio (2017) el cual analizó la “dependencia micorrizal” (concepto que relaciona el nivel de necesidad de las plantas de las micorrizas, el cual se mide en aspectos como el crecimiento), la masa seca aérea (peso de las hojas y tallos secos) y la masa seca radical (peso de las raíces secas), son diferentes por el nivel de fósforo en el suelo. La prueba tardó 144 días con las variedades Castillo Naranjal, Castillo Tambo y Tabí, que son las que actualmente implementa la Federación Nacional de Cafeteros. Las plantas de estas variedades que utilizaron 0,02 miligramos por litro lograron incrementos del 90, 93 y 83%, respectivamente, en el crecimiento de hojas, tallos, y de raíces. Las que usaron 0,1 miligramos por litro tuvieron aumentos de 22, 25 y 22%, y en las de 0,2 miligramos por litro no hubo incrementos significativos. Según (Espinoza et al.2018), en donde se investigó el uso de micorrizas en el desarrollo de las plantas en vivero de café (*Coffea arábica* L.) validando dos dosis de 5 y 10 gramos, siendo definidos como tratamientos 1 y 2 respectivamente, y nombrando un tercero como testigo con dosis de 15 gramos diluidos de fertilizante sintético 18 – 46 – 00 (decisión del productor), 100 días después de establecerse el vivero en cada una de las localidades, comprendiéndose 4 mediciones partiendo como primera medición el día de establecimiento, tomando después en cada una de las

evaluaciones, 10 plantas de manera aleatoria por cada uno de los tratamientos incluyendo al testigo y definiendo como indicadores medidos: el número de hojas y número de cruces, el largo y ancho de las hojas, largo y grosor del tallo, altura de la planta, tamaño y peso de la raíz; se concluyó que el tratamiento 2 (10 gramos micorriza/planta) predominó con los promedios más altos en la mayoría de los indicadores evaluados en ambas localidades (pág.4)

METODOLOGÍA

Localización

Con ayuda de la plataforma OasisCom® (empresa desarrolladora de Software ERP – Enterprise Resource Planning - para la gestión e integración de procesos empresariales) se logra contactar a los cafeteros asociados de la vereda el Batán y se realizó una reunión para elegir al asociado que arrendaría su terreno para el establecimiento del vivero. Según acuerdo se eligió la finca reportada en el Sistema de Información Cafetera (SICA) como El Santuario ubicada a los 1554 msnm según la base de datos en la nube del Sistema Integrado de Administración Documental (SIMAD) de la empresa. La finca se encuentra en coordenadas de acuerdo al origen nacional a 1832305 metros N° y 4728767.99 metros E° (Imagen 1), el suelo que posee es franco arenoso, además de tener un clima templado rodeada de grandes montañas y fincas cafeteras.

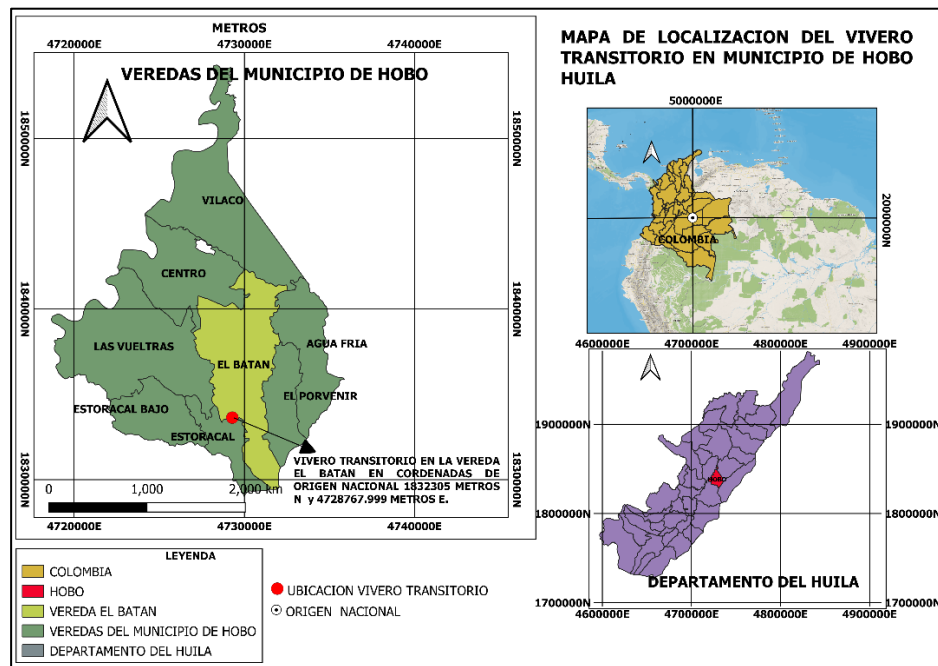


Imagen 1. Mapa de localización del vivero transitorio

Diseño de germinador

Se definieron los criterios que debe tener el germinador de acuerdo al avance técnico de Cenicafé 368 para una buena emergencia y desarrollo de las chapolas:

- El germinador debe estar lo más cerca posible al vivero
- El germinador debe tener una profundidad de sustrato de 20 cm
- El sustrato del germinador debe ser preferiblemente arena de río, este permite que la planta germine más rápido y gastando menos energía, además de brindar fácil y sana formación de raíces.
- El germinador debe estar cubierto por material que brinde sombra y evite que la humedad se pierda con el sol, se pueden usar materiales orgánicos generalmente de origen vegetal e inorgánicos como cubiertas plásticas, polisombra.
- El germinador debe brindar el espacio necesario para la germinación, en donde la máxima cantidad de semillas es 1kg por metro cuadrado

Para la cantidad de plantas que se llevaron al vivero se realizó el cálculo básico para conocer las dimensiones del germinador.

Inicialmente se conocieron las características que podía tener una bolsa de semillas certificadas para café para realizar una buena elección y así construir el germinador. Las bolsas tuvieron las siguientes características:

- Cantidad de semillas promedio: 4000 unidades
- Porcentaje de germinación promedio: del 75%
- Variedad: cenicafé uno
- Humedad del grano: entre el 11 y 12%

El vivero se diseñó con una capacidad de albergar 1200 plantas de café, lo cual equivale a 1500 semillas en el germinador, teniendo en cuenta el porcentaje de germinación promedio calculando el porcentaje que no germinarían y así las semillas necesarias, para ello se utilizaron las Ecuaciones (1) y (2).

$$\% \text{ no germinación} = 100\% \text{ germinación} - \% \text{ germinación de semilla} \quad (1)$$

$$\text{Semillas necesarias} = \frac{(\text{chapolas necesarias} * (\%100 + \% \text{ de no germinación}))}{100} \quad (2)$$

Ya conociendo la cantidad de semilla a utilizar se calculó la masa aproximada de las semillas, sabiendo que la bolsa tiene una masa de 1 kg, con lo cual se estima una masa de 0,00025 kg para cada semilla, con lo cual la masa de las 1500 semilla sería 0,375 kg.

Teniendo la masa aproximada para las semillas se calcula el área necesaria del germinador sabiendo que para 1kg de semillas se sugiere 1 m² de germinador, por lo que para 0,375 kg el área necesaria de germinador sería 0,375 m².

Generalmente los germinadores son de forma cuadrada o rectangular para ello como es un área pequeña se elige su forma cuadrada, entonces para saber la medida de los lados del germinador se calcula la raíz cuadrada del área requerida, siendo de $0,612 \text{ m}^2$, aproximadamente 62 cm^2 . La profundidad del germinador debía ser de mínimo 20 cm para una buena formación de raíces.

Luego de la construcción del germinador fue necesario desinfectar arena de río ya que existen hongos como el *Rhizoctonia solani* que causan mortalidad de chapolas, por lo anterior muchos asociados en la actualidad realizan prácticas de desinfección como la aplicación de agua caliente a la arena, pero esto no es recomendable ya que hongos patógenos como el mencionado tienen resistencia a las altas temperaturas, por consiguiente se opta por un control químico con fungicida Mertect® con una dosis según la ficha técnica del producto de 5ml por litro de agua. En la imagen 2 puede apreciarse el germinador desarrollado.



Imagen 2. (a) Instalación del germinador de acuerdo con las medidas establecidas. (b) Llenado de germinador con arena de río.

Diseño de vivero

El vivero fue construido con techo plano cubierto con polisombra al 60% utilizando como soporte una cuerda sintética que conectó las columnas con facilidad de retirarlo cuando se requiriera. Para las columnas se utilizó guadua con 1.9 metros de longitud ya que este material se encontraba cerca de la zona de elaboración. El diámetro aproximado de la bolsa de chapola llena es de 17 cm. Las pilas de bolsas de chapolas fueron diseñadas cuadradas de 10 bolsas por lado para 100 bolsas por pila, un total de 12 pilas (1200 chapolas). Las calles que separan las pilas se diseñaron aproximadamente de 40 cm para una mejor ergonomía de las labores, además de facilitar las mediciones y selección de las plantas a evaluar. En la imagen 3 puede apreciarse el diseño 3D realizado con AutoCAD® del vivero antes de su montaje.

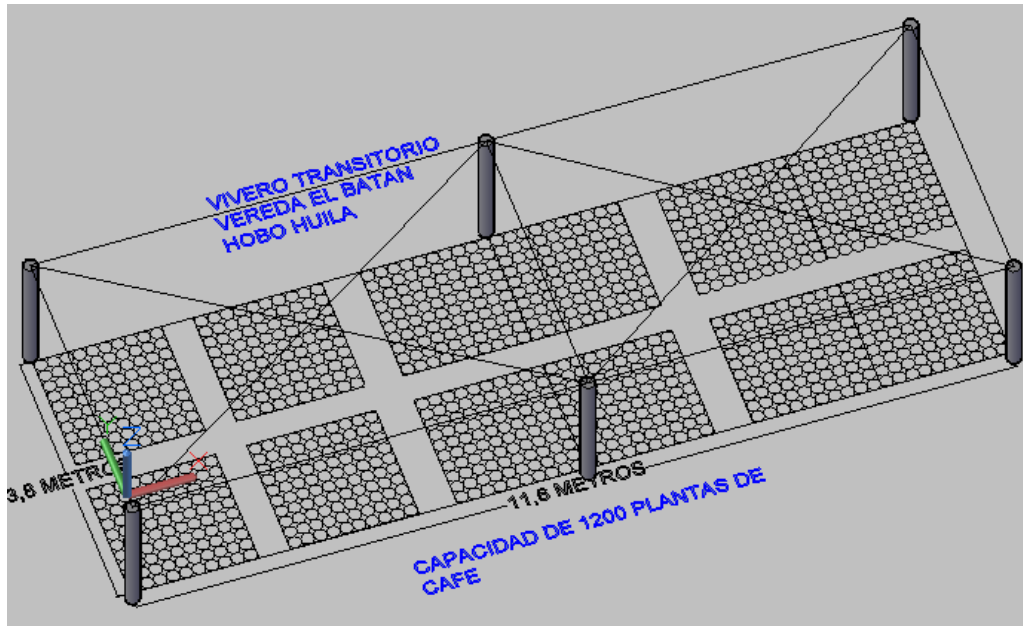


Imagen 3. Plano de vivero transitorio.

Diseño experimental

En la investigación se tuvieron tres muestras de café en etapa almacigo en donde dos de estas fueron sometidas a tratamientos de micorriza con diferente dosis y por ultimo una muestra testigo con tratamientos de producción tradicional como lo describe (Mejia,2021). Cada tratamiento conto con tres repeticiones para cada variable dependiente, de altura de la planta, longitud del tallo (L tallo), ancho del tallo (A tallo), longitud de raíz (L raíz principal), tramos secundarios de raíz (N° raíces secundarias) y masa seca total.

T1 = Tratamiento con la inoculación de 10cm^3 por litro

T2 = Tratamiento con la inoculación de 10cm^3 por litro

T3 = Tratamiento sin inoculación con labores tradicionales de producción

Para el análisis y comparación de las variables se utilizó el programa Statgraphis XVII en donde se propuso un diseño experimental ANOVA el cual comparo la media de las variables dependientes de los tratamientos adquiridos a los 105 días, rechazando o aceptando la hipótesis nula.

H_0 = Hipótesis nula

H_0 = No existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Para la discriminación de la tabla ANOVA se observó el valor p para poder aceptar o rechazar la hipótesis nula, dado que dicha hipótesis representa que no existe diferencia significativa entre los

tratamientos. El valor de p para rechazar debe ser menor que 0,05 y para aceptar la hipótesis propuesta debe ser mayor a 0,05. Juntamente con ANOVA también se utilizó el método de Duncan de rangos múltiples el cual también facilitó la discriminación y verificación de diferencia significativas entre la media de las mediciones de cada tratamiento.

El método Duncan también se utilizó para estimar el grado de diferencia entre los tratamientos de acuerdo a la siguiente relación:

- Tratamiento 1 con respecto al tratamiento 2 (T1-T2)
- Tratamiento 1 con respecto al tratamiento testigo (T1-T3)
- Tratamiento 2 con respecto al tratamiento testigo (T2-T3)

Con el método de rangos múltiples la diferencia muestral se refleja con el símbolo (*), además de verificar la homogeneidad entre las medias de los valores con la letra (X) la cual indica si hay o no diferencia significativa.

Adecuación del vivero

Primeramente, se contactó a algunos asociados de la zona para organizar una capacitación de la preparación del terreno y las características necesarias que debe tener un buen sustrato en almácigo, además algunos participaron en la preparación del terreno. El terreno fue elegido cerca al lote en donde se sembró, al igual, para que se tuviera un reservorio de agua muy cercano

Se realizó análisis de suelos en el laboratorio Agrosoil dando resultados óptimos, que, para almácigo, según el avance técnico de cenicafé 356, los parámetros más importantes que debe tener el suelo son:

Parámetro	Valor
Materia orgánica	$\geq 1.8 \%$
Fosforo	35 a 75 mg/Kg
pH	5 -6.5
Porosidad	40 a 60%

Tabla 1. Parámetros óptimos del suelo para almácigo de café

Se les explicó a los asociados cómo se interpreta un análisis de suelos y qué medidas se toman en base a este. El terreno según el propietario no ha sido cultivado desde hace 8 años. Para su preparación se retiró toda la cobertura vegetal y se hizo arado primario en el suelo como se puede observar en la imagen 4, para poder desagregar todos los terrones presentes y poder realizar el llenado de las bolsas.



Imagen 4. Preparación de terreno.

Según el análisis de suelos realizado previamente, dio como resultado un porcentaje de materia orgánica de 2.1 lo que llevo a la decisión de no mezclar el suelo con otras fuentes de materia orgánica ya que cumple con lo establecido en la tabla 1 , pero durante las capacitaciones se les dio alternativas a los asociados para crear sustratos ricos en nutrientes, utilizando uno de los subproductos que se obtienen del café, como es la cáscara, que generalmente se tiene en fosas, con una relación recomendada 2:1 (2 paladas de suelo por una de compost a base de cáscara de café). En la imagen 5(a), se observa el llenado de bolsas, que se realizó con el asociado dueño de la finca, en donde se les explicó que la dimensión óptima para las bolsas según Cenicafe son de 17 x 23 cm ya que permite un mayor espacio para la formación de raíces y más disponibilidad de nutrientes. Después del llenado de las bolsas se procedió a la organización del vivero con respecto a los tratamientos y diseño experimental, como se evidencia en la imagen 5(b).



Imagen 5. (a) Llenado de bolsas. (b) Eras listas para siembra.

Siembra e inoculación en vivero

A los 55 días que necesitó la semilla de café para la germinación (imagen 6), se procedió a la selección de las chapolas y su traslado al vivero para trasplante e inoculación de las micorrizas arbusculares.



Imagen 6. Germinación de las semillas.

Proceso de inoculación en vivero

La Inoculación con micorrizas en estado líquido se realizó después de la siembra de la chapola, el producto comercial usado es el Biofermex®, ya que la cooperativa Cadefihuila tiene al servicio de los asociados este producto. La inculcación líquida se realizó por planta de acuerdo con la conversión de dosis en donde 1 gr de micorriza en polvo equivale a $0,83 \text{ cm}^3$ de Biofermex®, de acuerdo con ello las aplicaciones de 5 cm^3 y 10 cm^3 por litro. Para el tratamiento 1 se realizó con 10 cm^3 de biofermex diluidos por litro de agua, con aplicación por planta de 40 cm^3 . Para el tratamiento 2 se realizó con 5 cm^3 de biofermex diluidos por litro de agua con aplicación por planta de 40 cm^3 . Las inoculaciones de micorriza se realizaron de forma edáfica a los 0,15,30,45,60,75,90,105 días para mantener la tasa de esporas. La totalidad de las aplicaciones equivalen a 8, por lo cual se había calculado la cantidad de micorriza necesaria para el proyecto, partiendo de que 1 litro de agua concentrada con 5 y 10 cm^3 de micorriza *Glomus* sp con una dosificación de 40 cm^3 alcanzaría para 25 chapolas, por lo que para 400 chapolas por tratamiento serían necesarios 16 litros de solución, es decir, para el T1 se requerirían 15,84 litros de agua y 0,16 litros de micorriza (160 cm^3), y para el T2 15,92 litros de agua y 0,08 litros de micorriza (80 cm^3). Teniendo en cuenta que son 8 aplicaciones se tiene que la cantidad necesaria de Biofermex® es de 1.92 litros en total (1920 cm^3).

En la imagen 7 (izquierda) se puede observar el instrumento de medida (jeringa 10 cm^3) que se utilizó para hacer la preparación de la solución para el tratamiento 1 y tratamiento 2 agregando 16 dosis de 10 cm^3 para T1 y 5 cm^3 para T2 en 16 litros de agua al momento de cada inoculación. En la imagen 7 (derecha) se observa cómo se realizó el trasplante de chapolas a las bolsas antes de iniciar la inoculación en donde se hicieron los hoyos para que las raíces de las chapolas quedaran bien distribuidas facilitando su formación.



Imagen 7. (izq) Dosis de tratamientos. (der) Siembra de la chapola e inoculación.

Muestreo y caracterización

En la imagen 8 se observan las chapolas a los 30 días y su medición con una regla común en campo eligiendo tres plantas para cada tratamiento, generando un promedio de sus mediciones y así un valor más acertado.



Imagen 8. Toma de datos y medición primeros 30 días.

Al momento de realizar la inoculación, durante los días 30, 45, 60, 75 y 90, se tomaron las siguientes mediciones de variables en tres plantas por tratamiento (imagen 8): Altura de planta, longitud del tallo (L tallo), ancho del tallo (A tallo), longitud de raíz (L raíz principal), tramos secundarios de raíz (N° raíces secundarias) y a los 105 días se tomarán dos parámetros adicionales de masa seca de raíz (gr) y masa seca área foliar (gr). Se midió la altura total de las chapolas como Altura de planta y se midió la longitud del tallo escogiendo 3 aleatoriamente, una vez selectas las chapolas se les retiró el suelo que contenían para una mejor ergonomía en la medida, el instrumento utilizado fue una regla. Para el ancho tallo de las chapolas se escogieron 3 chapolas de cada tratamiento y fueron medidas con un pie de rey. Para la medición de la L raíz principal se retiró todo el suelo que contenían, durante la medida con una regla se estiro la raíz en una hoja de papel con el objetivo de que quedará recta. Para la estimación del N° raíces secundarias se eligieron 3 chapolas para cada tratamiento, se retiró con agua todo el suelo y se colocaron en hojas de papel para el conteo. Para la determinación de masa seca de raíz y parte aérea fue necesario llevar las plantas en sus bolsas al laboratorio los más rápido posible para evitar perder

humedad y características que alterarán los resultados, en el laboratorio se retiró todo el suelo que contenían y seguidamente se pesaron en una balanza obteniendo así el peso total de la planta. En unos recipientes se colocaron 3 plantas de cada tratamiento y se ingresaron al horno a 70 °C durante un lapso de 24 horas.

Fertilización y deshierbe

En la imagen 9 se observa la fertilización que se realizó aplicando DAP (2gr/planta), ya que según los autores (Farfán & Rendón 2020) durante la etapa de vivero de café el fósforo y nitrógeno son fundamentales para un desarrollo óptimo de raíces y zona foliar.



Imagen 9. Fertilización y limpieza de almácigo

Evaluación del rendimiento

El análisis de rendimiento para los dos tratamientos se realizó teniendo como partida el rendimiento del tratamiento testigo ya que representa la forma estándar de producción de almácigo, para ello se utilizó la Ecuación (3).

$$\text{Rendimiento } Ti \text{ respecto } T3 = \frac{\text{medida } Ti \text{ (100\%)}}{\text{Medida } T3} - 100\% \quad (3)$$

Se calculó el rendimiento de los parámetros medidos en las chapolas de cada tratamiento (Ti) de acuerdo con las relaciones T1 con respecto a T3, T2 con respecto a T3 y T1 con respecto a T2. Para finalizar se estableció un parámetro de rendimiento general que se calculó con la Ecuación (4).

$$\text{Rendimiento general} = \frac{\sum_n^1 \text{parámetros de rendimiento respecto a } T3}{\text{número de parámetros}} \quad (4)$$

Tasa de crecimiento

Se calculó la tasa de formación de las raíces secundarias para cada tratamiento con la Ecuación 5

$$Tasa\ de\ crecimiento = \frac{medicion\ final}{N\ dias\ trascurridos} \quad (5)$$

Análisis costo/rendimiento

Teniendo en cuenta los tratamientos se procedió a comparar los costos de producción del cultivo de café en relación con su rendimiento durante el periodo de almácigo teniendo en cuenta los costos comerciales de la región.

RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los promedios de los parámetros evaluados durante los primeros 105 días en etapa almácigo por tratamiento. Cada tratamiento contenía 400 plantas, por esto los valores fueron resultado de la medida de 3 chapolas para cada tratamiento y parámetro, esto con el fin de obtener para cada tratamiento medidas representativas. En la tabla 3 se encuentran las relaciones de rendimiento para cada tratamiento de acuerdo con los parámetros de medida durante los 105 días en etapa almácigo, los porcentajes de rendimiento fueron hallados mediante la Ecuación (3) y las relaciones propuestas.

Tabla 2. Promedios de parámetros evaluados con cada tratamiento y testigo.

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de seguimiento en días					
		30	45	60	75	90	105
L tallo [cm]	T1	6.34	6.34	6.93	9.13	10.47	10.53
	T2	5.97	6.33	7.20	8.63	9.30	9.07
	T3	5.43	6.70	7.13	7.73	7.94	8.17
A tallo [mm]	T1	2.00	3.04	3.12	3.14	3.53	3.87
	T2	1.92	2.03	2.43	2.97	3.05	3.08
	T3	1.94	2.43	2.83	2.89	2.87	3.03
L raíz principal [cm]	T1	9.32	11.18	14.03	70.67	15.03	15.87
	T2	6.97	9.93	12.47	14.37	14.50	14.87
	T3	4.97	9.90	10.40	10.81	11.03	11.67
N° raíces secundarias	T1	21.33	43.00	70.33	82.00	85.67	90.00
	T2	17.33	40.00	63.67	66.67	71.67	79.33
	T3	14.33	35.00	50.67	53.67	55.33	62.33
Altura planta [cm]	T1	15.66	19.39	22.50	23.80	25.50	26.40
	T2	12.93	18.77	21.33	23.00	23.80	23.93
	T3	10.40	17.90	18.53	18.87	18.97	19.47

Tabla 3. Porcentajes de rendimiento para cada tratamiento

	Tratamiento/	Tiempo de seguimiento en días
--	--------------	-------------------------------

Parámetro	Relación	30	45	60	75	90	105
L tallo(%)	T1-T3	16.53	-5.32	-2.80	18.21	31.96	28.98
	T2 -T3	9.82	-5.47	0.93	11.73	17.18	11.02
	T1-T2	6.20	0.16	-3.70	5.79	12.62	16.18
A tallo(%)	T1-T3	3.09	24.93	10.24	8.64	23.26	27.58
	T2 -T3	-1.03	-16.44	-14.12	2.53	6.40	1.65
	T1-T2	4.17	49.51	28.36	5.96	15.85	25.51
L raíz principal(%)	T1-T3	87.65	12.93	34.94	35.72	36.19	36.00
	T2 -T3	40.27	0.34	19.87	32.94	31.42	27.43
	T1-T2	33.78	12.55	12.57	2.09	3.63	6.73
Nº raíces secundarias (%)	T1-T3	48.84	22.86	38.82	52.80	54.82	44.39
	T2 -T3	20.93	14.29	25.66	24.22	29.52	27.27
	T1-T2	23.08	7.50	10.47	23.00	19.53	13.45
Altura planta (%)	T1-T3	50.54	8.31	21.40	26.15	34.42	35.62
	T2 -T3	24.36	4.84	15.11	21.91	25.46	22.95
	T1-T2	21.06	3.30	5.47	3.48	7.14	10.31

Analizando los resultados de rendimiento de L tallo y A tallo del tratamiento 2 con respecto al testigo durante los días 45 y 60 fueron negativos, esto indico que el testigo estaba obteniendo un crecimiento más acelerado en su tallo, lo cual genero incertidumbre con respecto a los pronósticos, los cuales apuntaban a una mayor velocidad de crecimiento durante este periodo de tiempo para los tratamientos inoculados, pero curiosamente L raíz principal, el N° raíces secundarias, y las misma altura de la planta satisficieron siempre las expectativas de rendimiento mayor, y ese hecho de tener mayor cantidad de raíces y hojas más grandes no tardo en reflejarse en los parámetros L tallo y A tallo que resultaron positivos por encima del tratamiento testigo en los controles 75,90 y 105 días .

Crecimiento vertical de raíz

En la tabla 4 se encuentra la comparación de la media muestral para cada tratamiento de acuerdo con los datos obtenidos del crecimiento vertical de la raíz en los primeros 30 días. La prueba-F en la tabla ANOVA determinó que si existen diferencias significativas entre las medias. Las Pruebas de Rangos Múltiples indicaron que las medias son significativamente diferentes de otras ya que en los primeros 30 días se produjeron diferencias en el crecimiento radicular vertical, en donde T1 alcanzó la mayor longitud de 9.32 cm como se observa en la tabla 2 y 3 con porcentajes positivos contra T2 (6.97 cm) y testigo T3 (4.97 cm), logrando una diferencia entre T1 y T2 de 2.35 cm;T1 y T3 de 4.35 cm;T2 y T3 de 2 cm.

Tabla 4. ANOVA y Rangos Múltiples del crecimiento vertical de la raíz a los 30 días.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	28.4897	2	14.2448	334.21	0.0000
Intra grupos	0.255733	6	0.0426222		
Total (Corr.)	28.7454	8			

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	3	4.96667	X
T2	3	6.96667	X
T1	3	9.32	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	2.35333	0.41247
T1 - T3	*	4.35333	0.41247
T2 - T3	*	2.0	0.41247

* indica una diferencia significativa.

A los 105 días de acuerdo con las tablas de datos los valores finales la longitud radicular para T1 fue 15.87 cm alcanzado el mayor valor de crecimiento radicular vertical, pero sin presentar una diferencia estadística significativa con T2 con diferencia de 1 cm, evidentemente los tratamientos inoculados obtuvieron finalmente una diferencia significativa con el tratamiento testigo (tabla 5).

Tabla 5. ANOVA y Rangos Múltiples del crecimiento vertical de la raíz a los 105 días.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	28.88	2	14.44	9.52	0.0138
Intra grupos	9.1	6	1.51667		
Total (Corr.)	37.98	8			

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	3	11.6667	X
T2	3	14.8667	X
T1	3	15.8667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		1.0	2.46047
T1 - T3	*	4.2	2.46047
T2 - T3	*	3.2	2.46047

* indica una diferencia significativa.

Las inoculaciones con micorrizas ayudaron a obtener un buen desarrollo vertical, pero otro factor importante es la cantidad de partes secundarias que componen las raíces, por consiguiente, en la tabla 2 se encuentran sus cantidades por tratamientos. Para el cálculo de la tasa de formación se utilizó la ecuación 5, obteniendo una tasa de formación diaria de 0,915 partes secundarias por día para T1, 0,826 para T2 y 0,64 para el tratamiento testigo, este parámetro se discutirá a profundidad en la siguiente sección.

Los resultados obtenidos en esta investigación con respecto a la longitud de la raíz tuvieron relación con el trabajo investigativo de (Osorio, 2017) ya que la inoculación de micorrizas tuvo un rendimiento excedente en comparación con el tratamiento testigo dando por certeza un rendimiento por inoculación a los 75 días del 42,7%, similar al tratamiento con el mejor rendimiento T1 en el proyecto con 35,72% a los 75 días.

Formación de partes secundarias de raíz

De acuerdo con la tabla 6, estadísticamente, a los 105 días, las medias de cada tratamiento tienen diferencia significativa en la cantidad de raíces secundarias, entre T1 y T2 de 10.67 partes, y entre T1 y T3 de 27.66 partes secundarias. La formación de T1 con respecto al testigo T3 tuvo un incremento del 44.39% y 13.44% con respecto a T2 (tabla 3).

Tabla 6. Análisis estadístico de partes secundarias de la raíz 105 días.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1168.22	2	584.111	53.64	0.0001
Intra grupos	65.3333	6	10.8889		
Total (Corr.)	1233.56	8			

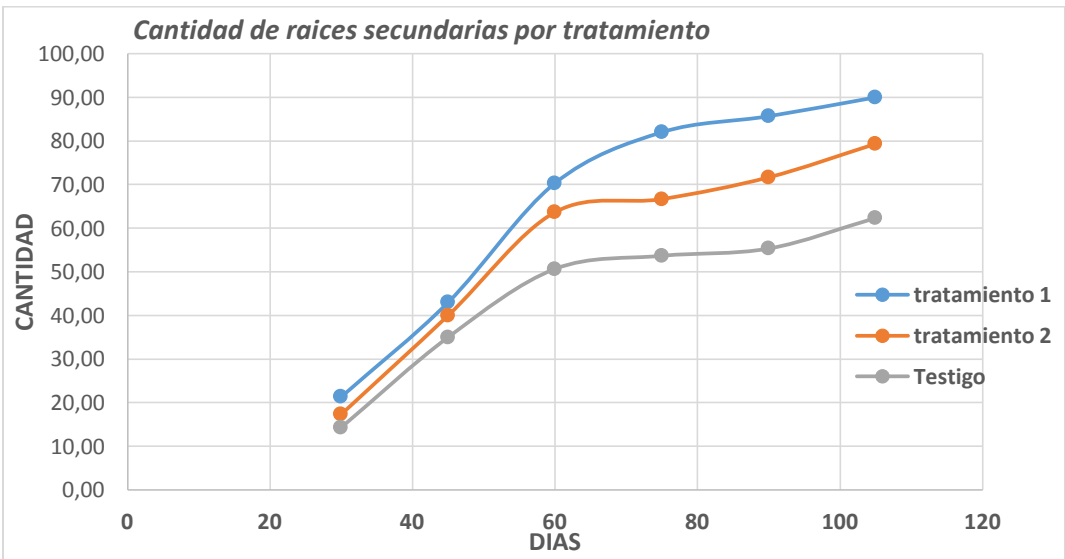
Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	3	62.3333	X
T2	3	79.3333	X
T1	3	90.0	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	10.6667	6.59273
T1 - T3	*	27.6667	6.59273
T2 - T3	*	17.0	6.59273

* indica una diferencia significativa.

En la gráfica 1 se observan las curvas de la cantidad de raíces secundarias que se formaron para cada tratamiento a través del tiempo, en donde el tratamiento 1 obtuvo la superior de tasa de formación al final de la prueba, debido a que fue el tratamiento de mayor infestación. Las curvas inicialmente tienden a crecer paralelamente, pero a partir del día 45 la diferencia de la cantidad de raíces secundarias para cada tratamiento aumenta progresivamente. La fertilización se realizó el día 60 lo cual también fue un factor clave ya que con las micorrizas se maximizó la facilidad de absorción del fósforo, elemento vital para la formación de raíces.



Gráfica 1. Numero de partes secundarias de raíz para los dos tratamientos y testigo

Ancho y Longitud del tallo

Teniendo en cuenta la tabla 7 solo existió diferencia significativa, a los 105 días, entre los tratamientos T1 y T2, y T1 y T3, ya que estadísticamente entre T2 y T3 son homogéneos sin generar diferencia significativa.

Tabla 7. Análisis estadístico del grosor del tallo de cada tratamiento 105 días
Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	3	3.03333	X
T2	3	3.08333	X
T1	3	3.87	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	0.786667	0.209118
T1 - T3	*	0.836667	0.209118
T2 - T3		0.05	0.209118

* indica una diferencia significativa.

De acuerdo con la tabla 2 se denotan las alturas del tallo para cada tratamiento evidenciando que finalmente a los 105 días T1 obtuvo mayores ganancias en longitud del tallo con una medición final de 10.5 cm, obteniendo un rendimiento con respecto al tratamiento testigo del 28,98%, T2 con respecto a T3 obtuvo un rendimiento excedente de 11,02% y entre T1 y T2 un rendimiento excedente para T1 del 16,18%. Teniendo en cuenta las medias muestrales de la longitud del tallo la hipótesis nula fue aceptada de acuerdo con la tabla 8 puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 5% de significación.

Tabla 8. Análisis estadístico de la longitud del tallo de cada tratamiento 105 días.

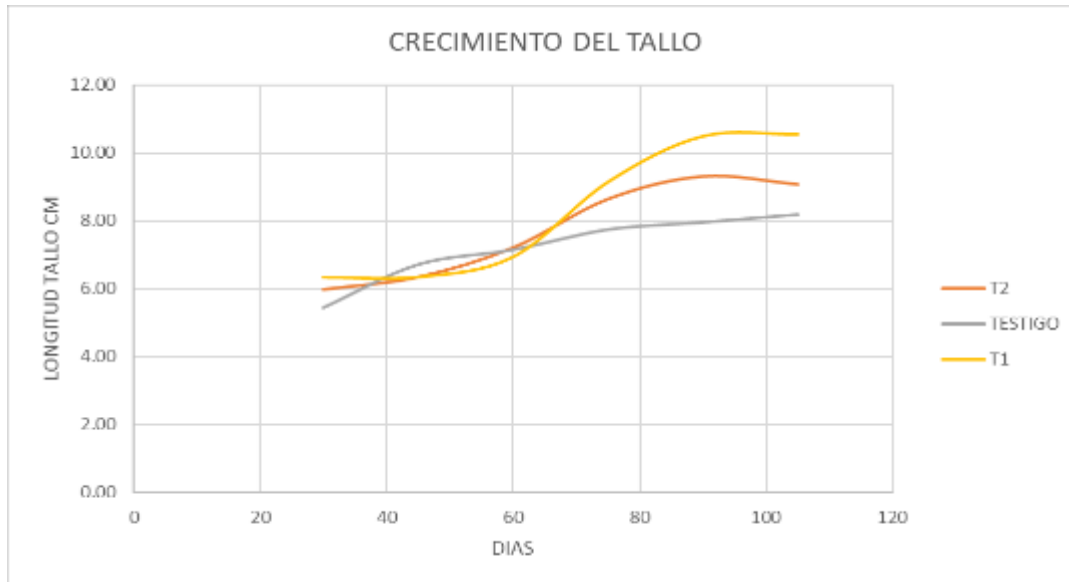
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8.56222	2	4.28111	2.17	0.1954
Intra grupos	11.84	6	1.97333		
Total (Corr.)	20.4022	8			

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	3	8.16667	X
T2	3	9.06667	X
T1	3	10.5333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		1.46667	2.80656
T1 - T3		2.36667	2.80656
T2 - T3		0.9	2.80656

* indica una diferencia significativa.

En la gráfica 2 se observa el crecimiento del tallo de los dos tratamientos y testigo obteniendo mediciones similares durante los primeros 60 días, con el detalle de relaciones negativas para T1-T3 de -2.8% y T1-T2 de -3.70% dando como resultado un menor rendimiento de T1 incluso menor que T3 Y T2 discutido en secciones anteriores, pero alrededor de los 66 días el crecimiento del tallo aumento de forma exponencial en los dos tratamientos inoculados y esto sucedió porque a los 60 días se fertilizó, proporcionado mayor disponibilidad de nutrientes que fácilmente en conjunto con la planta fueron asimilados con rapidez y eficiencia por los tratamientos inoculados.



Gráfica 2. Gráfico de crecimiento de tallo para los dos tratamientos y testigo.

Altura de la planta

De acuerdo con el análisis estadístico ANOVA y de rangos múltiples a los 105 días, el parámetro de altura total de la planta para los tratamientos y testigo si tienen diferencias significativas como se observa en la tabla 3 y 9 en donde T1 fue el que consiguió mayor rendimiento y diferencia significativa con T3 de 6.93 cm y con respecto al segundo tratamiento de 2.47 cm involucrando porcentualmente un rendimiento de 35.6% con respecto al testigo T3 y 10.3% con T2.

Tabla 9. Análisis estadístico de la altura total de la planta de cada tratamiento 105 días

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	74.1067	2	37.0533	105.20	0.0000
Intra grupos	2.11333	6	0.352222		
Total (Corr.)	76.22	8			

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Testigo	3	19.4667	X
T2	3	23.9333	X
T1	3	26.4	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	2.46667	1.18572
T1 - Testigo	*	6.93333	1.18572
T2 - Testigo	*	4.46667	1.18572

* indica una diferencia significativa.

Según (Osorio, 2017) en su investigación obtuvo a los 75 días una diferencia porcentual del 33.1% en la altura de la planta comparado con el tratamiento testigo, resultado que verifica y relaciona el resultado de mayor rendimiento T1 del proyecto investigativo con 26,15 % a los 75 días.

El crecimiento y diferencia en altura a favor de los tratamientos inoculados se puede deber a que la asociación con micorrizas promueve un mayor crecimiento y desarrollo al facilitar la asimilación de diferentes elementos (N, K, Zn, Cu, Bo y F) pues, según Valencia (1998), diversos estudios han

determinado que el Zn al igual que otros elementos menores son importantes en el crecimiento de la planta, estimulando el crecimiento de entrenudos, además es necesario para la síntesis de auxinas aumentando también la eficiencia de la acción del fósforo.

Masa seca

En la tabla 10 se muestran los datos promedio de la masa seca para cada tratamiento a los 105 días, se expresa la masa seca de la raíz, parte aérea y masa total la cual es la suma de estas.

Tabla 10. Masa seca final a los 105 días.

Parámetros	Tratamiento	105 días después de la siembra en vivero			
		X1	X2	X3	promedio
Masa total	T1	10.2	9.5	10.7	10.133
	T2	6.4	7.1	6.94	6.813
	T3	3.9	4.04	4.3	4.07
Masa raíz	T1	5.4	4.8	5.1	5.1
	T2	2.9	3.3	3.8	3.33
	T3	1.08	1.4	1.36	1.28
Masa aérea	T1	3.8	4.7	5.6	4.7
	T2	3.5	2.8	3.14	3.147
	T3	2.82	2.6	2.94	2.787
Masa s. raíz	T1	1.41	0.97	1.32	1.233
	T2	0.62	0.64	0.85	0.70
	T3	0.21	0.24	0.231	0.23
Masa s. aérea	T1	1.01	1.21	1.47	1.23
	T2	0.95	0.56	0.87	0.793
	T3	0.91	0.59	0.81	0.77

La tabla 11 descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 4.94, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es mayor que 0.05, No existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se seleccionó la Prueba de rangos múltiples.

Tabla 11. Análisis estadístico de la masa seca de parte aérea de los tratamientos
Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.402822	2	0.201411	4.94	0.0540
Intra grupos	0.244867	6	0.0408111		
Total (Corr.)	0.647689	8			

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	3	0.77	X
T2	3	0.793333	X
T1	3	1.23	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	0.436667	0.403611
T1 - T3	*	0.46	0.403611
T2 - T3		0.0233333	0.403611

* indica una diferencia significativa.

La parte aérea la componen las hojas y el tallo, parámetros que fueron medidos para observar su rendimiento. Con respecto a los tratamientos en la tabla 10 se observa la masa seca aérea de los mismos obteniendo como mayor resultado el T1 con una masa seca de 1,23 gr, T2 con 0,793 y el testigo con 0,77 en donde el rendimiento porcentual del T1 con respecto al testigo T3 fue de 59,7% y con respecto a T2 55,1%. Este resultado se dio gracias a mayor cantidad de absorción de nutrientes del suelo que catalizaron la formación de par de hojas. Según la tabla 11 con el método de rangos múltiples, el tratamiento 2 no tuvo diferencias significativas con el testigo T3 con respecto a la masa seca final de la parte aérea, pero presentó mayor catálisis en la formación de las hojas. Los resultados son corroborados con el artículo de (Aguilar et al. 2018) en donde se obtuvo rendimientos de masa seca en café arábica en etapa almácigo que fluctuaron entre el 85,51 y 201,64 % con respecto un tratamiento testigo.

En la tabla 10 se observan los datos de las masas secas de la raíz para cada tratamiento en donde se evidencia que la mayor masa seca presentada fue del tratamiento 1 con 1,23 gr, seguidamente el tratamiento 2 con 0,70 gr observándose una diferencia de incremento del 75,71 % y con respecto al tratamiento testigo un incremento de 434,78% (Ecuación 3) ya que la estimulación de la micorriza sucede principalmente en la raíz presentándose así una mayor cantidad de masa seca, lo que involucra una diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento 2 y el testigo, como puede apreciarse en la tabla 12.

Teniendo en cuenta lo anterior el rendimiento de masa seca entre los tratamientos oscila entre los 75,71% a 434,78 % en relación con el tratamiento testigo, resultado que puede ser corroborado con el autor (Aguilar et al. 2018) el cual también obtuvo rendimientos en la masa seca de la raíz con la inoculación de micorrizas en café con un rango de rendimiento del 77% a 203,88 %.

Tabla 12. Análisis estadístico de la masa seca de raíz de los tratamientos

Tabla ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.5205	2	0.76025	32.35	0.0006
Intra grupos	0.141007	6	0.0235012		
Total (Corr.)	1.66151	8			

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	3	0.227	X
T2	3	0.703333	X
T1	3	1.23333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	0.53	0.30628
T1 - T3	*	1.00633	0.30628
T2 - T3	*	0.476333	0.30628

* indica una diferencia significativa.

Rendimiento general

En la tabla 13 se observa el rendimiento promedio total de los tratamientos inoculados con respecto al tratamiento testigo durante los 105 días de la prueba , para la obtención de los valores de la tabla se utilizó los valores de la tabla 3 y la Ecuación 4 ,obteniendo solo un valor negativo de -0.49% a los 45 días para T2 con respecto a T3, lo cual indicó un mayor crecimiento del testigo, pero curiosamente a partir del día 60 la diferencia de rendimiento general se hizo más amplia dando como resultado un rendimiento del 23.41% a los 105 días y para el tratamiento 1 de 53.27%.

Tabla 13. Rendimiento general del tratamiento con respecto al testigo T3.

Rendimiento promedio general		
Días	T1 %	T2 %
30	41.35	18.87
45	12.74	-0.49
60	20.52	9.49
75	28.30	18.67
90	36.13	21.99
105	53.27	23.41

De acuerdo con la tabla 14 los rendimientos generados por los tratamientos inoculados T1 y T2 tienen diferencias significativas. Se ha colocado un asterisco junto al contraste de las muestras, indicando que a los 105 días los tratamientos tienen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95% de confianza, además de determinar que los grupos de datos de los tratamientos inoculados no son homogéneos lo cual verifica aún más la diferencia entre ellos.

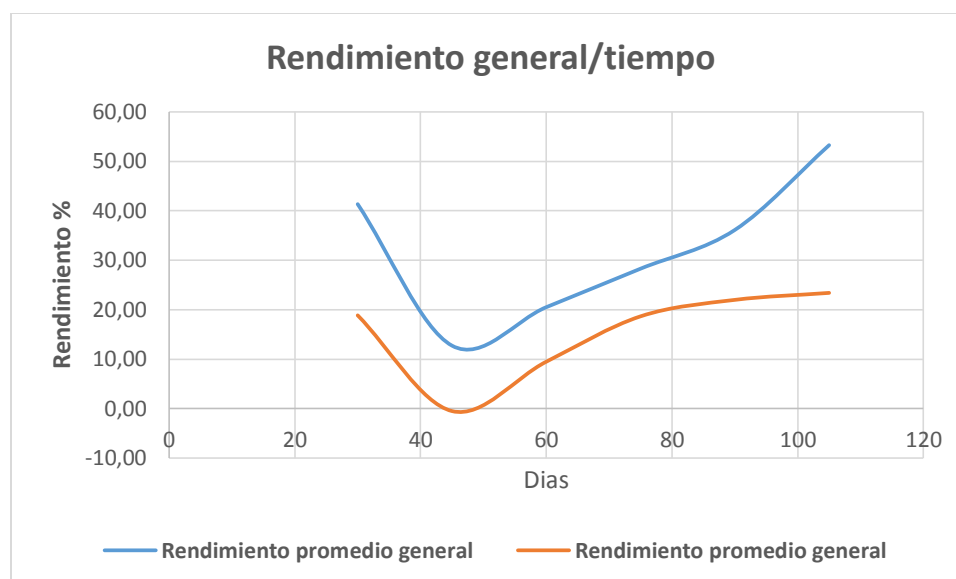
Tabla 14. Análisis estadístico prueba rangos múltiples en rendimiento general.

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	4	23.41	X
T1	4	53.27	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	29.86	0

* indica una diferencia significativa.

En la gráfica 3 se observa el rendimiento general de los tratamientos con respecto al tiempo, en donde el tratamiento 1 fue el que tuvo mayor rendimiento durante todas las mediciones, obteniendo finalmente 53.27% respecto al tratamiento testigo (T3). Durante el rango de 45 a 60 días, el tratamiento dos (T2) obtuvo un menor rendimiento, incluso menor al tratamiento testigo(T3) de -0.49%. Al final de los días de toma de datos la tendencia de las curvas para cada tratamiento cambian, ya que para (T2) tiende un rendimiento más estable y para el tratamiento (T1) a ser más creciente.



Grafica 3. Rendimiento general del tratamiento a través del tiempo.

Análisis de presupuestos unitarios

En la tabla 15 se observan los costos del proyecto de producción de 1200 plantas de café variedad cenicafe uno en un invernadero transitorio en donde los costos de la inoculación para cada tratamiento fueron la diferencia principal. En el vivero cada tratamiento contenía 400 plantas, pero a nivel de proyección se calcularon los costos totales de 1200 plantas para cada tratamiento. Teniendo en cuenta el costo de la producción de almacigo de forma tradicional, se logra evidenciar que al producir plántulas inoculadas con el tratamiento T1 aumentó su costo en 9,46% y con el tratamiento T2 del 5,02%. El costo excedente por micorriza para 1200 plantas en T1, sin tener en cuenta los demás costos, es de 25,6 pesos por planta y para el T2 un costo excedente de 12,8 pesos por planta.

Tabla 15. Análisis de costos unitarios.

MATERIAL	CANTIDAD	V.UNITARIO+ IVA	V. TOTAL
GUADUA	3	\$7,000.00	\$21,000.00
POLISOMBRA	44 m ²	\$2,500.00	\$110,000.00
PAQUETE BOLSAS PARA CAFÉ 17 X 23	1.2	\$12,000.00	\$14,400.00
BOLSA DE SEMILLA CENICAFE 1	0.375 kg	\$48,000.00	\$17,952.00
BIOFERMEX CM3 T1	1280	\$24.00	\$30,720.00
BIOFERMEX CM3 T2	680	\$24.00	\$16,320.00
CONO DE CABUYA	1	\$5,000.00	\$5,000.00
DAP	2.8 kg	\$3,680.00	\$10,304.00
MANO DE OBRA	HORAS	V UNITARIO	V.TOTAL
ELABORACION DE GERMINADOR	2	\$4,167.00	\$8,334.00
ADECUACION DE TERRENO	8	\$4,167.00	\$33,336.00
ELABORACION DEL VIVERO	4	\$4,167.00	\$16,668.00
PREPARACION DEL SUELO	4	\$4,167.00	\$16,668.00

LLENADO DE BOLSAS	8	\$4,167.00	\$33,336.00
SIEMBRA DE CHAPOLAS E INOCULACION	5	\$4,167.00	\$20,835.00
FERTILIZACION	1	\$4,167.00	\$4,167.00
LIMPIA DE VIVERO	3	\$4,167.00	\$12,501.00
VALOR POR PLANTA T1	\$296.02	VALOR T1	\$355,221.00
VALOR POR PLANTAT2	\$284.02	VALOR T2	\$340,821.00
VALOR POR PLANTA T3	\$270.42	VALOR T3	\$324,501.00

En la sección sobre Masa seca se reportó que de los porcentajes de rendimiento el mayor diferencial fue la masa seca total de la planta que es la suma de las masas secas aérea y de raíz, siendo un total de 2,463 gr para T1 contra 1 gr para T3, con un rendimiento de 146,3 %, y, más adelante, se reportó un rendimiento promedio general de 53,27% de T1 con respecto al tratamiento testigo T3 a los 105 días. Para T2 fue de 49,3 % con respecto a T3 (masa seca total de 1,493 gr), resultado del bajo rendimiento en la longitud del tallo y grosor de este durante los primeros 60 días. El rendimiento general de T1 fue 29,86% mayor que el de T2, con respecto a T3, por lo cual el tratamiento 1 fue el que más rendimiento obtuvo durante el tiempo evaluado. Los 2 tratamientos están por debajo del costo comercial de venta de la región del Huila que oscila entre los 500 y 600 pesos actualmente. Porcentualmente el tratamiento testigo obtuvo el menor costo con respecto al precio comercial de 44% y 55%, seguidamente T2 de 43.2% y 52.6%, por último, el tratamiento 1 con 40.8% y 50.6%.

CONCLUSIONES

Las micorrizas son unos seres vivos que siempre han existido en la naturaleza y que pueden convivir con nuestros cultivos como el café, consiguiendo mejores rendimientos y una coexistencia benéfica.

El uso de micorrizas arbusculares *Glosmus intrarradices* en variedad cenicafé uno durante la etapa de almácigo con una concentración de 5 cm^3 y 10 cm^3 por litro puede generar de acuerdo a la investigación realizada un rendimiento general adicional de 23.41% y 53.27%.

Uno de los factores que no se tuvo cuenta, pero se vio reflejado durante la investigación fue la menor infección de plagas fúngicas en los tratamientos inoculados generando menores pérdidas ya que la micorriza actúa como defensa contra otros hongos.

De acuerdo con los precios de zona norte del Huila, el valor promedio de venta de almácigo de café cenicafé para siembra oscila entre los 500 a 600 pesos actualmente, por lo cual la rentabilidad de las aplicaciones de micorriza con un buen manejo involucra rentabilidad y mayor rendimiento.

La vía de obtención de las plántulas para siembra son un factor clave en la rentabilidad ya que producir almacigo autónomamente de forma tradicional puede disminuir los costos entre un 44% y 55%.

Las humedades producidas por la lluvia generaron mayor proliferación de enfermedades en las cuales el tratamiento testigo se vio afectado por la ausencia de la protección fúngica que aportó la micorriza.

Con respecto a la relación costo rendimiento las dosis resultaron rentables y el tratamiento 1 de 10 cm³/L fue el de mayor rendimiento por este motivo es recomendable para almácigos de café la aplicación de esta dosis.

El tratamiento 2 también obtuvo rendimiento, pero en menos intensidad esto se debió a que la cantidad de esporas presentes eran menores que el tratamiento 1 lo que disminuía su proliferación e infección por la raíz de la planta.

Unos de los factores ambientales que incidido en los resultados fue la cantidad de precipitación elevada que hubo durante finales de 2021 e inicios de 2022.

Esta investigación beneficio a los asociados a la empresa Cadefihuila (Cooperativa Departamental de Caficultores de Huila) y caficultores en general de la región ya que se les presenta otra metodología con rendimientos efectivos y dentro de su rentabilidad económica.

Recomendaciones

Unos de los costos que incidió de manera directa fue la polisombra, pero a su vez su costo está dentro de la rentabilidad en venta de almácigo. Se recomienda también usar cubiertas de la zona como material vegetal.

Para minimizar costos en la elaboración del vivero es recomendable usar materiales de la zona o de la finca.

Para la desinfección de la arena no es recomendable usar agua hervida ya que muchos patógenos son resistentes a la temperatura por ende se recomienda el control químico para mayor seguridad o la inoculación de micorriza en germinadores como control biológico siendo más amigable con el medio ambiente.

REFERENCIAS

Aguilera Gómez, L. I., Olalde Portugal, V., Arriaga, M. R., & Contreras Alonso, R. (2007). Micorrizas arbusculares. Ciencia ergosum, 8.

Ángela castro, C. R. (2008). Germinación de café, construcción, manejo de rhizoctonia solani. Avance técnico de Cenicafe 368. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0368.pdf>

Ávila R., W.E.; Sadeghian K., S.; Sánchez a., p.m.; castro f., HE (2007). Producción de almácigos de café en el departamento de Santander con diferentes fuentes de materia orgánica y de fósforo. Avances Técnicos Cenicafe No. 356:1-12.

Acosta, J. P. (2016). Avance corporica : las micorrizas una opción sostenible de manejo de suelos y nutrición de plantas. palmira: produmedios .

- Córdova, D. a. (2020). Efecto de la inoculación de micorrizas en el desarrollo de plantas de café en etapa de vivero en san Martín de Pangoa - satipo. Jauja. Obtenido de www.repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6435/T010_45907380_T.pdf?sequence=1
- Castro T., AM; Rivillas O., CA. Biorregulación de *Rhizoctonia solani* en germinadores de café (2005). Avance técnico de Cenicafe 336.
- Farfán V. F.; Rendón S., J.R.; Salazar G., L.F.; Hincapié G., E.; Menza F., H.D.; Torres A., F.A. (2020). Centro Nacional de Investigaciones de Café. (2020). Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café. Cenicafe. Obtenido de <https://doi.org/10.38141/cenbook0002>
- Franco Navarro, J. d. (2016). Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas. Sevilla: Bioscript.
- Jiménez, V. (2009). Efecto de diferentes inoculos comerciales de hongo micorrizico arbusculares sobre "Cedrela mantana" en etapa de vivero. Trabajo de grado, Ingeniera Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Kruger, Manuela; Claudia Kruger; Cristóbal Walker; Herbert Stockinger; Arthur Schüssler (2012). "Datos filogenéticos de referencia para la sistemática y filotaxonomía de hongos micorrízicos arbusculares desde el filo hasta el nivel de especie". Nuevo fitólogo . **193** (4): 970–984. doi : [10.1111/j.1469-8137.2011.03962](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03962)
- Maldonado, J. M. (1978). Germinadores para café. Venezuela Univ. Central, Los Teques (Venezuela). Estación Experimental El Laurel.
- Mejía, C. G. (2021). Semilla, germinadores y almácigos: Prácticas clave para la producción de café en Colombia. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, Guía más agronomía, más productividad, más calidad (3a ed., pp. 45–61). Cenicafe. https://doi.org/10.38141/10791/0014_3
- Montaño, N. M., Camargo-Ricalde, S. L., García-Sánchez, R. y Monroy, A. (2009). Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos y semiáridos. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, Mundi-Prensa SA de CV, UAM-Iztapalapa, FES Zaragoza, UNAM
- Osorio, W. (2017). Evaluación de la dependencia micorrizal en variedades de café castillo naranjal, castillo tambo y tabi en etapa de vivero. Medellín, Colombia.
- Rivillas, C. A., Calle, C. M., & Ángel, C. A. (2019). Micorrizas Arbusculares. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), Aplicación de ciencia tecnología e innovación en el cultivo del café ajustado a las condiciones particulares del Huila (pp. 52–79). Cenicafe. Obtenido de https://doi.org/10.38141/10791/0005_3
- Sánchez de Prager Marina, Sieverding Ewald, & Parra Marisol. (1990). Efecto de micorriza vesículo-arbuscular en café *Coffea arabica* L. variedad Colombia en almácigo. Acta Agronómica, 40(1–2), 88–99.
- UATAS. (22 de octubre de 2021). Cadefihuila. Obtenido de cadefihuila.co/oasis

Valencia, G. 1998. Manual de nutrición y fertilización del café. Quito Ecuador, INPOFOS. p 18-26.

ACTIVIDADES ANEXAS

Durante el tiempo de espera a la toma de datos se participó en actividades anexas a la Unidad de Asistencia Técnica Agroempresarial, en donde se realizaron visitas a las 17 familias de la vereda el Batán para brindarles asistencia técnica en cultivos además de capacitarlos en buenas prácticas agrícolas en café. Capacitaciones en acompañamiento a la empresa Sygenta y a los asociados sobre el manejo seguro de agroquímicos realizado Palermo Huila. Se recibió capacitación de manejo fitosanitario de plagas y enfermedades en café por parte de Sygenta además de manejo de sus productos. Al pasante se le dio la oportunidad de ser el coordinador de municipios de Hobo y Tello, en donde se tuvo contacto directo con los asociados haciendo vistas a finca para la verificación de los criterios de evaluación de los sellos sostenibles de los asociados brindándoles asistencia técnica en adecuación de la infraestructura de acuerdo con el reglamento dado por la oficina de sostenibilidad de la empresa. La asistencia presentada a esos municipios dio salida a más divulgación de información acerca de las buenas prácticas agrícolas en almácigo y las ventajas que tenían las micorrizas en términos de rendimiento y ambientales. Se apoyó en auditorías externas de sellos rainforest, 4C, café practice, flo en donde se preparó a los asociados capacitándolos, para ello se llevó un registro por visita llamado record, en total se realizaron 76 inspecciones en municipios de Palermo, Teruel, Algeciras, la Plata y Paicol, y se realizó un informe de calificación individual de acuerdo con los ítems de evaluación de sellos de sostenibilidad para subirlos a la base de datos en OASIS. Se realizaron reuniones en compañía con el equipo de asistencia técnica en municipios de Colombia, Campoalegre, Hobo, Algeciras, Sanluis Neiva, Vegalarga, Tello, San Andrés, Rivera y Alpujarra, en donde se capacitaron e informaron de temas como:

- Elección de delegados de la empresa.
- Socialización de proyecto de secado solar en convenio con la gobernación del Huila
- capacitaciones en fertilización y opciones comerciales
- capacitación en manejo y producción de almácigo



Imagen A1. Asistencia técnica en campo (detección de palomilla).



Imagen A2. Reuniones de capacitación.



Imagen A3. Medición de parámetros a los 45 días después de la siembra



Imagen A4. Medición de parámetros a los 60 días después de la siembra



Imagen A5. Medición de parámetros a los 75 días después de la siembra



Imagen A6. Medición de parámetros a los 90 días después de la siembra T2.



Imagen A7. Medición de parámetros a los 105 días después de la siembra.