

Universidad Católica del Trópico Seco
“Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda”



**Informe final de tesis para optar al título profesional de Ingeniero
Agropecuario**

**Efecto de tres niveles de fertilización y dos fuentes de micorrizas
sobre el desarrollo de (*Coffea arabica*) en etapa de vivero
Murra, Nueva Segovia 2020**

Autores

María Milagro Leiva Rizo

Alex Mauricio García Castillo

Tutor

M.Sc. Harlin Demetrio García Cruz

Asesor

M.Sc. Maura Azucena Rodríguez Flores

Estelí, octubre de 2020

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por el Departamento de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE), y aprobado por el Honorable Sínoo Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de: **INGENIERO AGROPECUARIO**

Tutor

M.Sc. Harlin Demetrio García Cruz

Asesor

M.Sc. Maura Azucena Rodríguez Flores

Sínoo Evaluador

Ing. Albert Wiliam Hernández Hernández

M.Sc. José Rubén Sanabria Rodriguez

M.Sc. Rosa Xiomara Rivera Herrera

Sustentantes:

María Milagro Leiva Rizo

Alex Mauricio García Castillo

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE ANEXOS	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
4.1 Generalidades del café	5
4.2 Variedad Catimor.....	5
4.3 Importancia del cultivo de café para la economía	5
4.4 Técnicas para el establecimiento del vivero	6
4.4.1 Establecimiento del germinador.....	6
4.4.2 Establecimiento del almácigo	6
4.4.3 Prácticas culturales en almácigo.....	7
4.4.4 Plantas listas para el trasplante al campo.....	7
4.4.5 Fertilización en etapa de vivero.....	8
4.5 Micorriza.....	8
4.6 Beneficios de la micorriza	9
4.7 Tipos de micorrizas.....	9
4.7.1 Ectomicorrizas	9
4.7.2 Ectendomicorrizas	9
4.7.3 Endomicorriza.....	10
4.8 Importancia de la micorriza en la agricultura	10
4.9 Uso de micorriza en café.....	11
4.10 Producto a utilizar en el estudio.....	12
4.10.1 MICOSAT F1.....	12
V. MATERIALES Y MÉTODOS	14

5.1 Ubicación geográfica	14
5.2 Universo o población.....	14
5.3 Muestra	15
5.4 Definición de variables y con su operacionalización.....	15
5.6 Manejo del experimento	19
5.7 Diseño experimental	20
5.8 Tratamientos	21
5.9 Procedimiento para análisis de resultados	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
6.1. Altura de la planta.....	24
6.2. Diámetro del tallo	27
6.3. Número de hojas emitidas.....	28
6.4. Biomasa seca aérea y radicular	30
6.5. Cociente de esbeltez (CE).....	33
6.6. Índice Tallo/Raiz (ITR).....	35
6.7 Índice de Calidad de Dixon (ICD).....	37
6.8. Inoculación de micorrízica de la raíz.....	39
VII. CONCLUSIONES.....	42
VIII. RECOMENDACIONES.....	43
X. BIBLIOGRAFÍA.....	44
XI. ANEXOS	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas de crecimiento de la planta de café a los 6 meses desde la siembra en almacigo.....	7
Tabla 2. Tratamientos en estudio	21
Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre altura de plántulas en el cultivo de café en etapa de vivero.	24
Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre altura de plántulas en el cultivo de café en etapa de vivero	26
Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre altura de plántulas en el cultivo de café en etapa de vivero	28
Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre distribución de biomasa seca en el cultivo de café en etapa de vivero.....	30
Tabla 7. Efecto de los tratamientos sobre el cociente de esbeltez de plántulas de cultivo de café en etapa de vivero.	32
Tabla 8. Efecto de los tratamientos sobre el índice tallo/raíz de plántulas de cultivo de café en etapa de vivero.....	34
Tabla 9. Efecto de los tratamientos sobre el índice de calidad de Dixon (ICD) de plántulas de cultivo de café en etapa de vivero	36

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diseño del experimento.....	51
Anexo 2. Hojas de campo.....	52
Anexo 3. Producto comercial MICOSAT F Uno	55
Anexo 4. Desarrollo del experimento (galería de fotos).....	56
Anexo 5. Análisis de varianza multivariado	61

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi amado Padre celestial, quien ha guiado mi camino desde mucho tiempo antes que yo lo reconociera, el que me a llenado de sabiduría y entendimiento durante todos mis años académicos para poder salir adelante, mi compañero en toda esta trayectoria.

A mi padre **Simón Leiva**, Gracias por su incansable esfuerzo y apoyo económico.

A mi madre **Zorayda Rizo**, por ese gran amor que me ha brindado desde antes que yo llegara a su vida, el mismo que me ha impulsado a seguir a delante cuando ya me he quedado sin aliento, gracias por creer en mí, cuando nadie lo hizo, por inculcarme que puedo lograr todo lo que me proponga y este es un ejemplo de ello.

A mis hermanos **María Simoneth y Elías Simón**, Porque siempre he contado con ellos.

A mi compadre y amigo **Alex García**, por ser un gran compañero y por su amistad sincera.

A mi tutor **Ing Harlin García**, por su apoyo y guiarnos en la elaboración de esta investigación y especialmente a la **Ing Maura Rodríguez** nuestra asesora de este proyecto de investigación quien nos brindó ese apoyo incondicional y su aporte en la investigación.

Al **Ing. William Pérez y PhD. Oscar Bustamante** por esa disponibilidad con que compartieron sus conocimientos profesionales durante todo mi proyecto de investigación y así contribuir a mi crecimiento académico y personal, por ese apoyo infinito de su parte y extenderme la mano cuando más lo necesitaba y recorrer esas millas extras conmigo, concluyendo así una de mis metas.

A la institución gubernamental **INTA** por habernos facilitado uno de los productos esenciales para el desarrollo de esta investigación.

A **UCATSE** por brindarme los conocimientos teóricos, prácticos durante estos cinco años y principalmente gracias por los valores que me inculcaron.

María Milagro Leiva Rizo

AGRADECIMIENTO

A mi Padre Celestial, al Forjador de mi camino, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, con mucho amor y gratitud.

A mi madre **Nora Castillo**, mi padre **Mauricio García** por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que, si caigo, tengo que levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

A **Mercedes Dormes** por su paciencia, amor y apoyo incondicional. A mi hijo **Alex Mauricio García** por ser mi inspiración.

A mi comadre y amiga **Milagro Leiva** por su amistad y compañerismo.

A mis abuelas **Leticia Mendoza**, **Alicia Pineda**, a mis suegros **Leticia Quiñonez**, **Humberto Dormes** y a mi hermano **Carlos Jesús García**.

A mis amigos del hermano País Nicaragua por su amistad y apoyo.

A quienes me formaron en el ámbito profesional en especial a mi Tutor **Ing. Harling García**, asesora **Ing. Maura Rodríguez**, **Ing. Willian Pérez**, **PhD Oscar Bustamante** y a todos los que me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Alex Mauricio García Castillo

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de tres niveles de fertilización y dos fuentes de micorrizas sobre el desarrollo de plántulas de café (*Coffea arabica*) en etapa de vivero en Murra, Nueva Segovia, con 1, 185 msnm. Las dos fuentes de micorrizas empleadas fueron una artesanal y la otra comercial. Fueron establecidos 24 tratamientos, distribuido en un diseño experimental completamente al azar (DCA) con un arreglo bifactorial. Se evaluaron variables de crecimiento vegetativo y distribución de biomasa, variables de índices de calidad de plántulas como el índice de calidad de Dixon (ICD) y porcentaje de infestación de micorrizas en las raíces. Los resultados indican que, existe un efecto significativo de las micorrizas sobre el crecimiento de plántulas de café. Los tratamientos con micorriza artesanal, presentaron mayor altura de planta (+11%), mayor hojas emitidas (+14%), mayor biomasa aérea y radicular (+37% y 42%, respectivamente), siendo el tratamiento 7 (relación 1:1 75% fertilizante + 75% micorriza), el que mostró los mejores resultados. Este incremento en el crecimiento vegetativo, mejoró los índices de calidad de plantas, siendo el ICD mayor (+30%) para las plantas con micorrizas artesanal. Para la calidad de plantas, los tratamientos 3, 7 y 10, con micorriza artesanal, mostraron valores más altos de ICD. Existió un 100% de infestación de las micorrizas, siendo los tratamientos con mayor porcentaje de fertilizante mineral y 50% de micorrizas los que mostraron mayor grado de infestación. La micorrizas artesanal se adaptó muy bien a las condiciones del estudio. Con estos resultados, se puede decir que, en el panorama de una caficultura sostenible las micorrizas nativas e introducidas pueden constituir un factor de importancia ya que no sólo puede influir positivamente en la productividad vegetal mejorando la calidad de las plantas, sino que produce beneficios ambientales.

Palabras clave: inoculación, simbiosis, biofertilizante, calidad, plántulas

I. INTRODUCCIÓN

El uso excesivo de productos químicos ha provocado daños ecológicos en los agroecosistemas, por ello la importancia de la investigación en el campo de la microbiología del suelo, como el uso de hongos micorrizógenos, por la contribución que estos realizan en la nutrición de plantas (Lumbí & Zeledón, 2015).

En la agricultura moderna se ha ido incrementando el uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal. Estos microorganismos incluyen tanto bacterias como hongos formadores de micorrizas (HFM). Los usos de estos son de gran importancia para la sustentabilidad de los ecosistemas, por ello los HFM han despertado gran interés, como insumo microbiológico y han incrementado su uso ya que facilita la captación de fósforo, además de proporcionar otros beneficios para las plantas (Beltrano, 2013).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que colonizan las raíces estableciendo una relación simbiótica con las plantas, la cual es muy importante para que estas obtengan el máximo beneficio de la asociación entre hongo y planta, ya que actúa como un complemento de la raíz (crecimiento radicular) permitiendo una mayor exploración en el suelo y captación de nutrientes, facilita la absorción de agua por la planta dando como resultado la tolerancia a condiciones de estrés como son salinidad, sequía, contaminación y ataque de nematodos, así como también mejoramiento de la calidad del suelo y productividad de la planta en un ecosistema determinado (Barea, Pozo, & Azcon, 2016).

El uso de HMA en la agricultura tiene un gran potencial biotecnológico debido a que facilita la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Las plantas micorrizadas poseen una ventaja importante con respecto a las no micorrizadas y es que las primeras forman un vínculo entre planta y el suelo al darse la asociación simbiótica entre la planta-hongo se aumenta la masa radicular, esto permite a la planta hacer uso de una manera más eficiente de los demás nutrientes presentes en el suelo, aumenta la absorción de nutrientes de poca movilidad como lo es el fósforo. Lo que reduce los problemas de contaminación por el uso excesivo de fertilizantes químicos, si hay una reducción en la aplicación de los mismos (Barrer, 2009).

La importancia de esta investigación radica en brindar una alternativa ecológica al caficultor, la cual consistía en el uso de microorganismos como los hongos formadores de micorriza, con el fin de darle a conocer los beneficios de estos, la micorriza contribuye a movilizar y reciclar nutrientes, permite un mejor aprovechamiento de la fertilidad del suelo y de esta manera se generaran mejores resultados que los obtenidos por el uso de fertilizantes convencionales y reduciendo su aplicación en gran medida.

Por lo anteriormente planeado, el propósito de este estudio fue evaluar el efecto de tres niveles y dos fuentes de micorrizas sobre el desarrollo de (*Coffea arabica*) en etapa de vivero Murra, Nueva Segovia 2020

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de tres niveles y dos fuentes de micorrizas sobre el desarrollo de (*Coffea arabica*) en etapa de vivero Murra, Nueva Segovia 2020

Objetivos Específicos

Determinar la cantidad adecuada a utilizar en la etapa de vivero, mediante la comparación de los tres niveles y dos fuentes de micorrizas sobre el desarrollo vegetativo y radicular en plántulas de café

Identificar la calidad de plántulas de café sometida a inoculación de tres niveles y dos fuentes de micorrizas

Analizar el grado de inoculación de cada fuente de micorrizas en relación a dosis aplicadas en cada tratamiento a través de análisis en laboratorio

III. HIPÓTESIS

La aplicación de micorriza A (Bioinsumo artesanal) presento un efecto positivo en la calidad de la planta, lo que a su vez se reduce el uso de fertilizante y por ende los costos económicos en comparación a la micorriza B.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Generalidades del café

Es un arbusto siempre verde originario de Etiopia sin duda hoy uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero. Pertenece al género *coffea* y de la familia *rubiaceae* existen numerosas variedades de café tenemos como *coffea arábica linneo* y *conephora pirez* (robusta). Raíz es el órgano por el cual la planta se ancla al suelo y absorbe y transporta el agua y los minerales esenciales para su crecimiento. Hojas son elípticas, levemente coriáceas con la lámina y las márgenes un poco onduladas, de un color verde claro en crecimiento y verde oscuro cuando completan su desarrollo. Flor se forman en las yemas ubicadas en las axilas foliares, en los nudos de las ramas, sin embargo, debe considerarse que la floración es un proceso de desarrollo complejo que inicia 4 a 5 meses antes de la apertura floral. Fruto es una drupa en la cual los tejidos externos en la madurez se separan por una capa mucilaginoso, del endocarpio delgado, duro y coriáceo llamado pergamino (Arcila, Farfan, Moreno, Salazar, & Hincapie, 2007)

4.2 Variedad Catimor

Es una variedad que surge del cruce del híbrido timor y caturra, el cual se originó en CIFC, Portugal en 1959, con el objetivo de crear una variedad tolerante a la roya. En el transcurso del tiempo se ha venido generando diferentes líneas como Lempira, IHCAFE 90 (Catimor T-5175) (Banegas, 2009), Costa Rica 95 conocida como Catimor T-8667 esta variedad es de porte bajo y la distancia de entre nudo es corta, se establece desde los 800 hasta los 1,400 msnm, requiere de una fuerte fertilización, es tolerante a la roya pero susceptible al ojo de pescado, la maduración es temprana y la producción es muy alta en grano (Velasquez, 2016)

4.3 Importancia del cultivo de café para la economía

A pesar de la caída de los precios internacionales y los problemas de acceso a financiamiento en el país lo que ha provocado caídas en la cosecha el café sigue representando el producto de exportación más importante del país con exportaciones que ascienden a 417 millones de dólares en lo que va del año 2019 (CETREX, 2019). Nueva Segovia es una de las regiones productoras más importantes del país con 6 mil fincas que representan un beneficio económico a más de 6 mil familias de la zona (Castillo J. , 2019)

4.4 Técnicas para el establecimiento del vivero

4.4.1 Establecimiento del germinador

Germinador es el lugar destinado para que las semillas germinen y las plantas adquieran un buen desarrollo, en este proceso es muy importante sembrar la semilla en condiciones adecuadas y así no perder el proceso minucioso que han recibido las semillas. La germinación es el conjunto de fenómenos en virtud de los cuales el embrión o la pequeña planta contenida dentro de la semilla salen de su estado de vida de reposo, para transformarse en una nueva planta capaz de vivir en el medio en el cual se encuentra. Los factores indispensables para que se dé la germinación es la presencia de cierta proporción de agua, la presencia de oxígeno y un determinado grado de temperatura. El sustrato es una capa que se prepara para que en ella se desarrollen las raicillas de las plantas. Las semillas germinan bien en varios sustratos: arena fina lavada, suelo, mezcla de suelo y arena, mezcla de suelo y pulpa de café. Al sembrar la semilla debe colocarse con cuidado y en posición ventral, es decir con la ranura hacia abajo colocándola medio clavada en la arena, luego cubrirla con una capa de dos cm y se tapa con hojas de plátano u otro material para que la lluvia no las remueva. La semilla germina aproximadamente a los 60 días, este tiempo puede ser menor si se retira con cuidado la película que cubre al grano. No debe faltar el riego para mantener húmeda la semilla, con agua limpia, cada vez que sea necesario y asegurarse que el agua penetre bien el sustrato y la semilla reciba el beneficio del agua. Al igual se debe estar pendiente de cualquier enfermedad para realizar su control con prontitud (Ramírez D. F., s.f).

4.4.2 Establecimiento del almácigo

El almácigo se debe establecer en un terreno plano de la finca, de cómodo acceso para realizar las prácticas de cultivo y cerca de la fuente de agua. El cafeto necesita sombra desde los primeros días de su desarrollo, para esto se debe hacer un cobertizo de larga duración y que a la vez le permita realizar las labores con comodidad. Según resultados experimentales se ha concluido que la cantidad de raíces de absorción en el cafeto es el resultado de dos fuerzas en equilibrio: la clase de suelo y cantidad de sombra. Cuando el almácigo no es muy grande el control de maleza se puede hacer con la mano, si es muy grande se debe aplicar productos químicos antes de realizar el trasplante. Las plantas provenientes del germinador se deben sembrar en bolsas negras de polietileno y el tamaño adecuado 17 x 23 cm y el llenado de

estas bolsas se realiza con un buen material de suelo con textura franco y buena fertilidad, el suelo se debe cernirse y mezclar con materia orgánica bien descompuesta, ya sea de pulpa de café, abono de establo o gallinaza. Una vez preparadas las bolsas para el trasplante se debe sacar las chapolas del germinador evitando el maltrato de la plántula y la exposición al sol. Las chapolas están listas para hacer trasplantadas cuando se abren completamente el par de hojas cotiledóneas, bien formadas y que tengan un sistema radicular completo y vigoroso. Las bolsas se deben regar con agua limpia antes de proceder a sembrar, para lo cual hacemos un hoyo profundo al centro de la bolsa con un palo ahoyador, a una profundidad superior a la longitud de la raíz de la chapola de manera que se entierre hasta el cuello. teniendo el cuidado de seleccionar chapolas sanas y vigorosas con un sistema radicular bien formado, desechando las plantas enfermas, amarillas, raquílicas o con mal formaciones en la raíz y toda la que se marchite después de sembrada, presenten secamiento del tallo, atacadas por insectos o cualquier anomalía deben ser reemplazadas.

4.4.3 Prácticas culturales en almácigo

Se debe desyerbar cada mes por tracción evitando la remoción frecuente del suelo para que las raíces de absorción se desarrollen tranquilamente, regar en los tiempos de verano, resembrar a los veinte días para reemplazar las chapolas muertas, controlar los animales domésticos evitando que entren al almácigo, sostenimiento del cobertizo para mantener bien regulada la sombra y prevenir los daños por insectos y enfermedades.

4.4.4 Plantas listas para el trasplante al campo

En unos 5 o 6 meses estas plantas estarán listas para ser trasplantadas del almácigo al campo. Las plantas deberán tener la raíz completa, vigorosa, bien conformada, sin pudriciones ni mal formaciones y libre de ataque por nematodos, también tiene que tener un buen desarrollo del follaje, sin mancha de hierro, sin síntoma de enanismo, toxicidad por agroquímicos y ni deficiencias nutricionales.

Tabla 1. Medidas de crecimiento de la planta de café a los 6 meses desde la siembra en almácigo

Medidas	Tipos de granos	
	Grano grande 250 mg	Grano pequeño 130 mg
Altura de la planta cm	49.70	42.00

Numero de ramas	2.35	1.15
Numero de pares de hojas	16.90	11.51
Peso seco del tallo g	3.01	1.49
Peso seco de las hojas g	5.87	3.25
Peso seco total g	8.82	4.74

Fuente: (Arcila P. , 2007)

4.4.5 Fertilización en etapa de vivero

Esta fertilización debe ser muy cuidadosa para evitar quemar las plantas. Por ello se recomienda aplicar el fertilizante junto al borde de la bolsa a dosis de 2g/bolsa. Se debe hacer a partir de que las plántulas tengan dos hojas verdaderas y después hacer una aplicación mensual con un fertilizante químico rico en fosforo como el 10-30-10 o MAP 10-50-0. Otra opción es aplicar un fertilizante de liberación lenta como el 18-6-12, a 6g/bolsa. Este tipo de fertilizante se realiza una sola aplicación y de forma espequeada (ICAFE, 2011).

También podemos usar abonos orgánicos y las aplicaciones de fosforo ante la cual las plantas responden muy bien. La fertilización con nitrógeno en esta etapa es negativa y la adición de potasio no ha tenido influencia sobre el vigor de la planta, tampoco los fertilizantes foliares sin la adición de silicio. En cambio, una mezcla de suelo y pulpa de café bien descompuesta, es suficiente para suplir todas las necesidades nutricionales en el almácigo.

4.5 Micorriza

Son microorganismos que se encuentran en diversos ecosistemas y suelos, que realizan una asociación simbiótica con la raíz de las plantas. Esta asociación hongo-planta, es una de las más extendidas y antiguas del mundo ya que están presentes en ecosistemas áridos, degradados y/o alterados por la actividad humana. La asociación simbiótica se conoce como *micorriza arbuscular*. Este hongo coloniza a las raíces de manera extra e intracelular, desarrollando una inoculación externa que rodea la raíz, esta forma una conexión continua entre el suelo y la planta, permite activar la nutrición mineral desde el suelo y a su vez facilitando su transporte a la raíz del hospedero (Seguel, 2014). A través del intercambio de nutrientes la planta le facilita carbono para que realice su metabolismo y este le suministra nutrientes que la planta requiere (Ramírez & Rodríguez, 2010).

4.6 Beneficios de la micorriza

Los hongos micorrízicos aportan en gran manera al ecosistema, ya que tienen un papel muy importante en la biorremediación del suelo agrícola. Esto se da porque los hongos generan enzimas degenerativas de compuestos orgánicos complejos en el suelo. Los hongos como los *arbusculares* que se caracterizan por hacer una asociación simbiótica con las raíces de las plantas en su periferia brindando un servicio ecológico importante, facilitando a las plantas el consumo de fósforo y aumenta de forma marcada la absorción de macro y micro nutrientes (Chanchani, Espaillat, & Lopez, 2018). También contribuye a la absorción y al transporte del agua en la planta y crea una resistencia al ataque de patógenos por la estimulación de los mecanismos de defensa bioquímica (Hernández & Chailloux, 2004).

Otro de los beneficios es que las plantas inoculadas con micorriza son más resistentes a la sequía; esto se debe a que una planta bien nutrida es más resistente y también desarrolla la capacidad de las hifas externas del hongo para captar agua más lejos de la zona donde se encuentra la deficiencia (Rodríguez M. J., 2001).

4.7 Tipos de micorrizas

4.7.1 Ectomicorrizas

Dentro de este hongo se encuentran el *arbutoides* y *monotropoides* (Camargo, Montaña, Claudia, & Montaña, 2012) los cuales se clasifican dentro de los hongos *basidomicetes* y *ascomicetes*, estos son formadores del hongo ectomicorrizas. Este hongo penetra de manera intracelular en la raíz entre las células epidérmicas y corticales, formando una red de hartig, además forma una capa de micelio (conjunto de hifas que constituyen el cuerpo del hongo) en la parte exterior de la raíz, llamada manto (Andrade, 2010). En la zona de contacto entre el hongo y las células radicales se da el intercambio de nutrientes y agua por medio del hongo y el hospedero; recibiendo azúcares y otros nutrientes a través del proceso de fotosíntesis realizado por la planta. Este hongo se puede observar a simple vista y se distribuye en zonas con clima templado y en algunas especies arbóreas tropicales (Rodríguez M. J., 2001).

4.7.2 Ectendomicorrizas

La característica principal de este tipo de micorriza es que presenta cierto grado de penetración intracelular, formando así la red de harting y manto. Se puede encontrar de manera abundantes en viveros de pinos y abetos. Crea una interacción entre los hongos que

pertenecen a los grupos *Basidiomycotina* y *Ascomycotina* (Andrade, 2010). De este tipo de hongo se sabe muy poca de sus beneficios en la supervivencia, crecimiento y nutrición de las plantas ya que este carece de estructuras de fructificación.

4.7.3 Endomicorriza

En este tipo de micorrizas se encuentran la micorriza *orquideoide*, *ericoide* y *arbuscular*, esta última es conocida como vesícula-arbuscular. Dentro de sus características es que este hongo forma una asociación simbiótica, las hifas penetran las raíces de manera intracelular e intercelular formando dos tipos de estructuras arbusculo y vesícula. Es por esta razón que no forma la red de Hartig ni el manto. Las funciones que realiza cada una de estas estructuras es transferir nutrientes desde y hacia la planta y la otra es almacenar nutrientes (Andrade, 2010). Por dichas funciones, Juega un papel muy importante en la agricultura (Asociación Vida Sana, s.f). La micorriza se encuentran en una diversidad de plantas leñosas, herbáceas, árboles, arbustos, gramíneas (Rigel, 2008) se distribuye en zonas templadas y tropicales (Camargo, Montaña, Claudia, & Montaña, 2012).

4.8 Importancia de la micorriza en la agricultura

El uso de hongos micorrizas en la agricultura es una excelente alternativa biotecnológica ya que facilita la disponibilidad de nutrientes para las plantas hospedadas. El aporte fundamental que realiza el hongo *micorriza arbuscular* en la agricultura se da por su extenso micelio extra radical, ya que se forma un puente entre la planta y el suelo, propiciando la asociación planta-hongo, por ello las plantas inoculadas por este hongo micorrizico presentan ventajas como la absorción de nutrientes móviles y pocos móviles (fosforo) en comparación a las plantas no inoculadas con micorriza (Barrer, 2009). Según Bethenfalvay & Linderman, (1992) citado por (Castillo & Gutierrez, 2019) la micorriza no solo suministra nutrientes a las plantas, ya que explora un volumen mayor del suelo que el de la raíz sola, contribuyendo a su vez con la nutrición del suelo aumentando la actividad microbiana.

A través de los análisis micológicos y ecológicos se ha podido comprobar que los hongos micorrízicos, juegan un papel importante por que intervienen en el ciclo del carbono, nitrógeno y del fosforo. Las micorrizas fusionan como reguladores dinámicos ya que estos almacenan minerales, entre ellos el carbono y los reserva en sus cavidades bajo tierra

proporcionándoselos al ecosistema por medio de rizomas, hifa de hongos o redes micorrizicas (Chanchani, Espaillat, & Lopez, 2018).

Cuando se realiza la colonización fúngica se da la liberación de exudados radicales por la planta, las cuales estimulan el crecimiento de la hifa (Barrer, 2009).

El hongo micorriza también puede ser utilizado como bioestimulante ya que descompone la materia orgánica muerta reciclando los minerales nutritivos lo que crea un suelo más productivo, proporcionándole a las plantas resistencia a diferentes situaciones adversas (Chanchani, Espaillat, & Lopez, 2018).

4.9 Uso de micorriza en café

En la etapa de germinación, la inoculación de las *micorrizas arbusculares* (MA) se realiza depositando el inoculo a tres cm por debajo del nivel de las semillas con el objetivo que, al germinar, sus raíces entran en contacto con el hongo. Para aplicar fórmulas comerciales en esta fase del cultivo es necesario que el inoculo esté libre de nematodos y estructuras de hongos patógenos. Debido a que la chapola tarda en su crecimiento se da la necesidad de colonizar la semilla de café con *micorriza arbuscular* a medida que avanza el proceso de germinación. Los cafetos inoculados con MA tienden a mostrar mayor crecimiento en la etapa de almácigo y una muy buena adaptación a las condiciones naturales del campo después de los 12 meses del trasplante (CENICAFE, s.f).

Angarita, (2000) citado por (CENICAFE, s.f) realizo un estudio comparativo con diferentes compuestos orgánicos como: pulpa de café descompuesta, cenichaza, lombri compuesto y gallinaza, con el objetivo de determinar en cuál de estos sustratos o compuestos orgánicos se encontraba mayor presencia de esporas/gr de suelo, concluyendo que en el lombri compuesto se obtuvo la mayor cantidad de esporas del hongo micorriza y en menor cantidad en la cenizacha. Con respecto a los minerales se observó que con la adicción de pulpa de café se incrementa notoriamente el contenido de potasio en el suelo, en una alta proporción de cenichaza aumenta el pH y el contenido de fosforo.

Independientemente de la presencia de micorriza en el suelo o en los compuestos orgánicos utilizados en el almácigo se recomienda una aplicación adicional de MA al momento de la siembra, es un método que potencializa el beneficio que estos microorganismos le brindan a

la planta (Rivillas, 1995) citado por (CENICAFE, s.f). Las dosis del hongo micorriza utilizadas en la etapa de almácigo son de 12.5, 25 y 50gr/chapola las cuales se pueden reducir siempre que se utilice inóculos de buena calidad.

Al aplicar *micorrizas arbusculares* en el vivero a dosis de 10-20 gr/bolsa, se logra obtener dos resultados muy favorables como son la absorción de fósforos y de otros nutrientes y a su vez la colonización de estos hongos en las raíces evitan el ataque por patógenos tales como nematodos y hongos (Gaitan, Villegas, Rivillas, Hincapie, & Arcila, 2011).

4.10 Producto a utilizar en el estudio

4.10.1 MICOSAT F1

Es un producto dirigido al suelo a colonizar la raíz de la planta, actúa como un fertilizante y un pesticida aunque no es el uno ni el otro, y estimula la raíz y las hojas, previene, protege y defiende a la planta contra patógenos y enfermedades, ejerce biocontrol sobre algunos insectos, plagas y enfermedades, potencia el sistema radicular y la absorción de nutrientes por lo que vuelve más eficiente la fertilización del suelo, desintoxica el suelo de pesticidas residuales regula ph y recupera la vida biológica del mismo (Agrobiologicos Profysa, 2016).

Este producto está conformado por:

Bacteria rizosfera: vive en armonía con la raíz y tiene un alto poder de control de hongos y de otras bacterias dado que se alimenta de estas provocando antibiosis.

Hongos saprófagos: se alimentan de materia orgánica muerta como resto de planta e incluso cadáveres de insectos los cuales después son transformado en humus.

Micorrizas: son hongos que trabajan en simbiosis con la planta, es decir ambos viven en ayuda mutua y continúa, donde el hongo percibe de la planta su alimento (azúcares) y este a cambio proporciona a las plantas nutrientes y agua.

En el caso de MICOSAT F1 las micorrizas presentes en el son endomicorrizas las cuales tiene contacto directo con el núcleo de la célula vegetal y permiten cubrir las necesidades de las plantas de una forma más dirigida, garantizando una eficiencia de fertilizante en 100% de la planta.

Levadura: son importantes en el proceso de la descomposición de toda materia orgánica, en el caso de MICOSAT F la *Pichia pastoris* pp59, es una levadura que se alimenta de aquellos

desechos tóxicos difíciles degradar. En 100g 40% de micorriza y un 18.6 de bacteria rizosfera (Agrobiológicos Profysa, 2016).

5.3 Muestra

De cada tratamiento, se tomaron 10 plántulas de café como muestra, siendo la muestra total de 720 plántulas en toda la unidad experimental.

5.4 Definición de variables y con su operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Indicadores	Medida de Expresión	Fuente	Instrumento
Altura de Planta	La altura de la planta, es la distancia existente, desde la base del tallo, hasta el nudo donde se forma la primera hoja.	Cantidad de centímetros por planta	Centímetro (cm)	Unidad experimental	Hoja de campo y Regla graduada
Diámetro del tallo	El diámetro es el segmento de recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de la circunferencia formada por el tronco, su medición se hace para ver la contextura del sistema vegetativo y así también ayuda a poder analizar los posibles resultados de la producción.	Cantidad de milímetro del diámetro del tallo a una altura de la planta de 10 cm	Milímetro (mm)	Unidad Experimental	Hoja de campo y Pie de rey
Número de hojas	Esta variable se refiere a la cantidad	Cantidad de hojas por planta	Unidad	Unidad experimental	Hilo de color

	de hojas que la planta tiene en un intervalo de tiempo determinado. Esta variable ayuda a determinar la emisión foliar.				Hoja de campo
Biomasa seca aérea y radicular	Peso después de la pérdida de humedad de la misma	Peso de la biomasa seca aérea y radicular	Gramos (g)	Unidad experimental	Horno Industrial Balanza eléctrica
Índice Tallo-Raíz	Es relación de los pesos secos de cada una de las partes, es decir, de parte aérea y radicular.	Fórmula matemática ITR = Peso seco biomasa aérea (gr) / Peso seco de raíz (gr)	Número	Unidad experimental	Hoja de campo Fórmula matemática
Cociente de Esbeltez	Es la relación entre la altura de la planta (cm) y su diámetro (mm), siendo un indicador de la densidad del cultivo.	Fórmula matemática IE = Altura (cm) / Diámetro (mm)	Número	Unidad experimental	Fórmula matemática Hoja de campo
Índice de calidad de Dickson	Es la relación entre el peso seco total de la planta (gr) y la suma de la esbeltez y el índice Tallo-Raíz	Se medirá con la fórmula indicada	Número	Unidad experimental	Hoja de campo Fórmula matemática

Inoculación micorrítica de la raíz (IMR)	Se refiere a la presencia de estructuras de micorrizas arbuscular en la raíz.	Se realizará mediante técnica de laboratorio	Porcentaje	Raíces y suelo	Porta objeto Microscopio 45x
--	---	--	------------	----------------	------------------------------

Altura de la planta: La altura de la planta, es la distancia existente, desde la base del tallo, hasta el nudo donde se forma la primera hoja, es decir, hasta la última bandola. Esta variable se midió haciendo uso de una regla graduada cada dos semanas, después de que la planta emitió el primer par de hojas verdaderas. La emisión de la primera bandola fue considerada cuando el 50% de las plántulas del tratamiento la emitieron.

Diámetro del tallo: El diámetro es el segmento de recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de la circunferencia formada por el tronco, su medición se hace para ver la textura del sistema vegetativo y así también ayuda a poder analizar los posibles resultados de la producción. Esta variable se midió con un vernier o pie de rey graduado en mm. Las mediciones se realizaron cada dos semanas, después de que la planta emitió el primer par de hojas verdaderas. Todas las mediciones se realizarán a una altura del tallo de 10cm para mantener homogeneidad en las mediciones.

Número de hojas: Esta variable se refiere a la cantidad de hojas que la planta tiene en un intervalo de tiempo determinado. Esta variable ayuda a determinar la emisión foliar. Cada dos semanas, después de que haya emitido el primer par de hojas verdaderas, se midió esta variable a través de un conteo de las hojas que emitió la planta hasta ese momento. La última hoja emitida, se marcó con un con hilo de color, la cual fué el punto de partida de la próxima medición, ósea que el número de hojas emitidas a las dos semanas fueron las que están arriba de la última hoja marcada.

Biomasa fresca-seca aérea y radicular: Se extrae la planta de la bolsa de vivero y posteriormente se deshidrata, a través del calentamiento realizado en condiciones de laboratorio. Esta variable se determinó al final del experimento, previo al trasplante a campo.

Todas las 10 plantas de la muestra por tratamiento fueron extraídas y separadas la parte aérea y radicular hasta formar una sola muestra por repetición. Posteriormente, cada muestra se pesó en una balanza de precisión (± 0.1 mg) para obtener el peso fresco. De cada muestra compuesta y de cada parte de la planta (raíz y tallo) por repetición, se tomó una muestra de 300 gramos y se transportó en bolsas de papel al laboratorio de UCATSE e inmediatamente fueron colocadas en un horno industrial a una temperatura de 70°C hasta obtener peso constante. La unidad de medida de esta variable es gramos.

Cociente de esbeltez: Es la relación entre la altura de la planta (cm) y su diámetro (mm), siendo un indicador de la densidad del cultivo (Thompson, 1985). Se calculará a través de la siguiente ecuación:

$$\text{IE} = \text{Altura (cm)} / \text{Diámetro (mm)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Como vemos en la fórmula, las variables para aplicar esta ecuación, es decir, altura y diámetro de las plántulas, se calcularon como se explicó anteriormente. Esta variable fue determinada al final del experimento, después de las mediciones de altura y diámetro. Esta variable es adimensional.

Índice Tallo-Raíz: Es relación de los pesos secos de cada una de las partes, es decir, de parte aérea y radicular. Para medir esta variable se utilizó la metodología de Thompson (1985), citado por (Arizaleta, Pire, & Pire, 2002), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{ITR} = \text{Peso seco biomasa aérea (gr)} / \text{Peso seco de raíz (gr)} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Índice de calidad de Dickson. Es la relación entre el peso seco total de la planta (gr) y la suma de la esbeltez y el índice Tallo-Raíz (Birchler, Rowse, & Pardos, 1998). Esta variable, fue el resultado de los pesos secos totales de parte aérea y radicular y los índices de esbeltez y relación tallo-raíz.

$$\text{ICD} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)} + \text{peso seco aéreo (g)}}{\text{Diámetro (mm)} * \text{peso seco radical (g)}}$$

(Ecuación 3)

Inoculación micorrítica de la raíz (IMR): Se refiere a la presencia de estructuras de micorrizas arbusculares en la raíz. Esta variable se midió al final del experimento, previo al trasplante a campo, para ello, se tomaron cinco plantas de las 10 que quedaron después de haber tomado muestra. De cada punto cardinal, se tomó una planta, excepto del lado norte, de donde se tomaron 2 plantas para completar la muestra. De cada planta, se cortó la parte aérea, y se vaciaron las bolsas de las 5 plantas. El suelo con todo el material radical fue tamizado (0,2 cm), lavada con agua y las raíces recuperadas. Estas fueron secadas al aire (± 25 °C, 72 horas), y teñidas (Phillips, 1970). Se estimó el grado de micorrización y de arbusculos por el método de la cuadrícula de Giovanetti & Mosse (1980), Para ello, las raíces fueron cortadas en segmentos de 1 cm, colocadas en un porta objeto y mediante observación microscópica (45x) se determinó el porcentaje de infección de micorrizas por repetición.

5.5 Selección y aplicación de las técnicas o instrumentos para la recolección de datos

Para la toma de datos se usó la técnica de observación, con la aplicación de una hoja de campo, pie de rey para medir el diámetro en el tallo de la planta, regla graduada para medir altura de la planta, balanza electrónica en gramos para determinar los pesos de biomasa fresca y seca, horno industrial y para las variables índice tallo-raíz, cociente de esbeltez y índice de calidad de Dickson se hizo uso de fórmulas matemáticas que se registraron en la hoja de campo, la variable inoculación micorrítica de la raíz se reflejó mediante técnicas de laboratorio. Inmediatamente después de tomar los datos, se introdujeron éstos a una base de datos elaborada en el programa Excel.

5.6 Manejo del experimento

Germinador: Este fue construido de madera el cual tuvo las siguientes medidas: largo de 2 mt con un ancho de 1 mt a una altura de 0.75 mt. Aquí se puso a germinar la semilla de Café, para ello, se utilizó un sustrato de arena fina lavada y se aplicó riego cada vez que fue necesario (anexo 4).

Preparación de la tierra y llenado de bolsas: Estas una de las primeras actividades que se realizaron. Primeramente, se preparó la tierra, esto consistió en extraerla y luego fue cernida, una vez lista se procedió al llenado de bolsas de polietileno para vivero 6x8 pulgadas.

Inoculación de micorriza y siembra: Los tratamientos en estudio, fueron el resultado de la combinación de tres niveles de fertilizante mineral y tres niveles de bioinsumos a base de micorrizas de dos diferentes fuentes. Para evitar errores, cada tratamiento (mezcla) fue preparado de forma individual y aplicado en su repetición respectiva. La inoculación se realizó a la mitad de profundidad de cada bolsa que se llenó con sustrato, es decir, cada bolsa se llenó hasta la mitad con sustrato, posteriormente se aplicó la dosis de micorrizas, luego se sembró la chapola de café directamente a la bolsa con el fin que las raíces entraran en contacto con la micorriza. La dosis de micorrizas fue de 10 gramos por bolsa, y a partir de esta dosis, se calcularon los otros porcentajes de las otras dosis (anexo 4).

Fertilización: La fertilización se realizó de acuerdo al tratamiento. Antes de realizar la aplicación se disolvió una libra de fertilizante (18-46-0) en 20 litros de agua, dejándolo de 24 horas y posteriormente se aplicó 25cc por planta al drench. Los otros tratamientos combinados con micorrizas, se prepararon de acuerdo al porcentaje del mismo (anexo 4).

Control de plagas y enfermedades: en la etapa de vivero las afectaciones más comunes son por enfermedades fúngicas tales como *Rhizoctonia solani* y Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y para su control se hizo uso de Caldo Sulfocálcico y Caldo bórdales, para el control de nematodos se utilizará PA-ECO (*Paecilomyces lilacinus*).

Riego del experimento: el riego estuvo en dependencia de las condiciones climáticas de la zona.

5.7 Diseño experimental

En el experimento se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con un arreglo bifactorial, tres réplicas y 12 tratamientos resultantes de la combinación de tres niveles de fertilizante mineral (100%, 75% y 50%), y tres niveles de micorriza (100%, 75%

y 50%) procedentes de dos diferentes fuentes de micorrizas, MICOSAT F1 y Bioinsumo artesanal (anexo 1).

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \text{ con } i=1,\dots,a; j=1,\dots,b$$

Y_{ij} donde Y_{ij} representa la respuesta al i -ésimo nivel del factor A y j -ésimo nivel de factor B,

μ representa una media general,

α_i el efecto que produce el i -ésimo nivel del factor A (con a niveles),

β_j corresponde al efecto del j -ésimo nivel del factor B (con b niveles)

ϵ_{ij} es el término de error aleatorio

asociado a la observación ij -ésima que se supone independiente y distribuido como una Normal con esperanza cero y varianza σ^2 .

5.8 Tratamientos

Los tratamientos en estudio, fueron el resultado de la combinación de tres niveles de fertilizante mineral y dos fuentes de micorrizas. Para garantizar buena micorrización, se aplicará a razón de 10 gramo de micorrizas a cada bolsa, constituyendo el 100% de la dosis. Las demás dosis de micorrizas, serán calculadas en base al 100% de la dosis. Los tratamientos, por lo cuales, estuvo compuesto el presente experimento son:

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Micorriza A (Bioinsumo artesanal)	Micorriza B (Micorriza Comercial)
T1 - 100% de fertilizante 18-46-0 (Testigo)	T1 - 100% de fertilizante 18-46-0 (Testigo)
T2 -100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas A	T2 -100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas B
T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas A	T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas B

T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas A	T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas B
T5 - 75% fertilización 18-46-0	T5 - 75% fertilización 18-46-0
T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas A	T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas B
T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas A	T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas B
T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas A	T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas B
T9 - 50% fertilización 18-46-0	T9 - 50% fertilización 18-46-0
T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas A	T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas B
T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas A	T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas B
T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas A	T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas B

Fuente: (Cruz H. , Garcia, Leon, & Acosta, 2014)

5.9 Procedimiento para análisis de resultados

Los datos recolectados se ordenaron en una base de datos Excel 2016 y posteriormente se procesaron en el paquete estadístico InfoStat V10. Antes de realizar el análisis paramétrico se comprobaron el cumplimiento de los supuestos del ANOVA con las pruebas normalidad

y homocedasticidad de Shapiro Wilks, continuando así con el análisis de varianza (ANOVA) al 95% de confianza y de ser necesario la prueba de separación de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). A las variables que no cumplieron con una distribución normal, se les realizó un análisis de varianza no paramétrico por Kruskal Wallis.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Altura de la planta

La tabla 3, muestra la altura de plántulas de café sometidas a diferentes tratamientos relacionados a diferentes dosis de fertilización y dosis y tipo de micorrizas.

La tabla, muestra los resultados medios de la altura de plántulas. Según el análisis de la varianza multivariado (ANAVAM), existen diferencias estadísticas, principalmente por efecto del tipo de micorriza aplicado, siendo la altura para las plántulas sometidas a inoculación de micorriza artesanal, mayores en comparación con las plantas sometidas a micorriza comercial. El promedio general de altura de las plántulas con micorriza artesanal fue de 10.21 cm, y con micorriza comercial fue de 9.05 cm, lo que significa un incremento de 11.4% (116 cm) por parte de las plántulas con micorriza artesanal. Los tratamientos 7 (75% de fertilizante y 75% de micorriza) y 8 (75% de fertilizante y 100% de micorriza) de plántulas con micorrizas artesanal, fueron las que mostraron mayor altura en comparación con los otros tratamientos con promedio de 11.02 y 11.29 cm, respectivamente.

Es importante recalcar que, los tratamientos sin presencia de micorrizas, fueron los que presentaron menor altura, tal es el caso de los tratamientos 1 y 5, lo que significa que, una combinación de micorriza y fertilizante, ayudan a incrementar la altura de plántulas de café en etapa de vivero.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre altura de plántulas en el cultivo de café en etapa de vivero.

Tratamientos	Altura (cm)	
	Artisanal	Comercial
T1 - 100% de fertilizante 18-46-0	8.87 cef	8.83 cef
T2 - 100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	10.20 abde	9.61 bdef
T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	10.04 abdef	9.14 cdef
T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	9.60 bdef	9.03 cef
T5 - 75% fertilización 18-46-0	9.31 cdef	7.93 c
T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	10.53 abd	8.64 cf
T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	11.02 ab	9.65 bdef
T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	11.29 a	9.33 cdef
T9 - 50% fertilización 18-46-0	10.08 abdef	9.38 cdef
T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	10.46 abd	9.13 cdef
T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	10.08 abdef	8.70 cf
T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	10.89 ab	9.17 cdef
ANDEVA		
Tratamientos (T)		*
Micorrizas (M)		***
CV		9.35

NS, *, **, *** = No significativa, Significante a $p < 0.05$; a $p < 0.01$; y a $p < 0.001$, respectivamente. Medias con una letra común en el tratamiento, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al analizar el coeficiente de variación de los datos de altura, se observa que, el conjunto de medias de esta variable en los diferentes tratamientos, es bien compacta y está dentro del rango aceptable (Di Rienzo, 2011), demostrando que una aplicación entre el 75 y 100% de micorriza artesanal combinada con fertilizantes completo 18-46-00, provoca un incremento en la altura de plántulas de café

Las investigaciones sobre micorrizas arbusculares en café demuestran el alto grado de micotrofia de esta planta y su asociación con estos hongos (Sanchez, 1999), (Bolaños, Rivillks, & Suarez, 2000). Esta asociación beneficia a la planta de café no sólo en su crecimiento y desarrollo, nutrición y mayor sobrevivencia a condiciones de estrés, sino que pueden también controlar patógenos radicales individualmente o interactuando con otros microorganismos. (Parra, Sánchez, & Sieverding, 1990.), indican que en café (*Cofea arabica*) el efecto de las MA sobre el crecimiento de las plantas, especialmente se hace notorio a partir de los tres meses después de la inoculación. En el presente experimento, se evaluaron 3 meses a partir de la germinación de las semillas, notando una diferencia significativa por el efecto de las micorrizas y fertilizantes en las variables de crecimiento vegetativo.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, coinciden con los obtenidos por (Saggin, 2001) en Brazil, quien evaluó la simbiosis de las micorrizas y el café, realizado en almácigos encontrando que la ausencia de las micorrizas restringe el desarrollo de las plántulas en 20%, aún con dosis de superfosfato. También en este mismo país se ha trabajado con plantas cosecheras donde se muestran incrementos de altura de 200 cm a 240 cm, y en la producción de grano entre 6 y 17 %, frente a plantas no micorrizadas (Lumbí & Zeledón, 2015).

En otro estudio realizado por (Lumbí & Zeledón, 2015), en la comunidad de los Robles, Jinotega, la aplicación de micorrizas incrementó la altura de las plantas, el diámetro y la emisión foliar, coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio.

En plantas de aguacate se obtuvo respuesta a la inoculación con las diferentes especies de HMA, el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento fue evidente comparado contra el control, alcanzando un mayor crecimiento de las plantas en los tratamientos donde se aplicaron las cepas de hongos micorrízicos (Fundora, Rivera, Martín, & Calderón, 2011).

6.2. Diámetro del tallo

La tabla 4, muestra el diámetro del tallo de plántulas de café bajo diferentes dosis de fertilización, y tipo de micorrizas. Según el ANAVAM, no existe diferencia estadística entre los tratamientos, ni entre los tipos de micorrizas, por lo tanto, el diámetro del tallo, no se ve influenciado por las dosis, ni tipo de fertilización y micorrizas.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre altura de plántulas en el cultivo de café en etapa de vivero

Tratamientos	Diámetro tallo	
	Artisanal	Comercial
T1 - 100% de fertilizante 18-46-0	2.00 a	2.00 a
T2 -100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
T5 - 75% fertilización 18-46-0	2.00 a	2.00 a
T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
T9 - 50% fertilización 18-46-0	2.00 a	2.00 a
T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	2.00 a	2.00 a
ANDEVA		
Tratamientos (T)		NS
Micorrizas (M)		NS
CV		0

NS, *, **, *** = No significativa, Significante a $p < 0.05$; a $p < 0.01$; y a $p < 0.001$, respectivamente. Medias con una letra común en el tratamiento, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Un factor clave para mejorar la calidad del suelo es favorecer el desarrollo de las poblaciones microbianas que habitan en él, y esto puede lograrse mediante la apropiada combinación de

prácticas culturales, entre ellas, la inoculación o estimulación natural de poblaciones micorríticas del suelo. En el suelo las poblaciones de microorganismos pueden verse favorecidas e incrementar su número mediante el adecuado manejo de los sistemas agrícolas (Perez, Huidobro, Diez, Toncovich, & Ledesma, 2010).

En un estudio realizado en la UNAN-León, (Gómez, 2016) encontró diferencias estadísticas en la altura y diámetro de *Glericidia sepium* sometido a diferentes concentraciones de micorrizas y diferentes sustratos. Estos resultados, por lo tanto, no coinciden con los del presente estudio, donde no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos, concluyendo que las micorrizas no afectaron el grosor del tallo.

6.3. Número de hojas emitidas

La tabla 5, muestra el número de hojas emitidas por el cultivo de café, bajo diferentes tratamientos a lo largo del experimento. Según el análisis de la varianza multivariado (ANAVAM), existen diferencias significativas entre los tratamientos y dosis de micorrizas. A diferencia de la superioridad que mostró la micorriza artesanal sobre la altura y diámetro del tallo, con micorrizas artesanal un promedio de 6.64 hojas, lo que significa un incremento del 14% (1.09 hojas). Estos promedios generales de emisión de hojas significan que, las plantas con micorriza comercial, emitieron 0.64 hojas por semana, y plantas con micorriza artesanal, emitieron 0.55 hojas por semana, considerando que el experimento duró 3 meses (12 semanas). Los tratamientos 8, 9 y 10, fueron los que mostraron mayor número de hojas emitidas, para plantas con micorriza comercial, con valores de 8.4, 8.1, y 8,30 hojas, respectivamente. En cambio, para plantas con micorriza artesanal, el tratamiento 7, fue el que mostró mayor número de hojas emitidas con promedio de 7.73 hojas.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre altura de plántulas en el cultivo de café en etapa de vivero

Tratamientos	Hojas emitidas	
	Artesanal	Comercial
T1 - 100% de fertilizante 18-46-0	6.43 abc	6.83 de
T2 - 100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	6.90 bc	7.90 de
T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	6.17 bc	7.33 de
T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	4.5 a	7.80 de
T5 - 75% fertilización 18-46-0	6.30 abc	7.5 de
T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	7.27 c	7.80 de
T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	7.73 d	7.87 e
T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	7.10 c	8.40 e
T9 - 50% fertilización 18-46-0	5.90 ab	8.10 de
T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	7.53 c	8.30 e
T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	7.13 c	6.85 de
T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	6.7 bc	8.03 de
ANDEVA		
Tratamientos (T)		*
Micorrizas (M)		***
CV		28.44

NS, *, **, *** = No significativa, Significante a $p < 0.05$; a $p < 0.01$; y a $p < 0.001$, respectivamente. Medias con una letra común en el tratamiento, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El presente estudio, coincide con (Castillo, Gutiérrez, Hernandez, Molieri, & Bustamante, 2019), quienes en un estudio realizado en Esteli, plántulas de tabaco fertilizadas con 75% de fertilizante mineral + 75% AM (0.7-1 gr / plántula) mostraron la misma altura de plántula (11.81 ± 0.59 cm), diámetro del tallo ($0.75 \pm 2E-3$ mm), número de hojas (6 ± 0.2) y área foliar (45.3 ± 3 cm²) en comparación con el fertilizante de las plantas con 100% de fertilizante minera. Estos resultados revelaron un papel importante de la micorriza arbuscular en la fertilización de las plántulas de tabaco. Con la aplicación de AM en las plántulas de

tabaco es posible reducir el 25% de la aplicación de fertilizantes minerales, disminuir los costos de producción de las plántulas y ser un efecto positivo para el medio ambiente.

Nuestros resultados también coinciden con (Lumbí & Zeledón, 2015), quienes en un estudio realizado en Jinotega, la relación simbiótica de leguminosas como el Helequeme, provocó mayor número de bandolas en el cultivo de café, comparada con guaba, poró y musáceas.

Las micorrizas mostraron una fuerte influencia en la altura y diámetro de las plántulas, por lo tanto, se puede decir que, plantas más gruesas y más altas, se obtienen con las aplicaciones de micorrizas comercial y artesanal.

6.4. Biomasa seca aérea y radicular

La tabla 6, muestra la distribución de biomasa seca de los diferentes tratamientos. Según el análisis de la varianza multivariado (ANAVAM), existen diferencia estadística, principalmente por efecto del tipo de micorriza. El promedio general de biomasa seca de la parte aérea para plántulas con micorriza artesanal fue de 1.28 gr, y con micorriza comercial fue de 0.81 gr, lo que significa un incremento en la conversión de biomasa de 37%. En cuanto a la biomasa de la raíz, las plántulas con micorriza artesanal mostraron un promedio general de 1.8 gr, y con micorriza comercial de 1.05, para un incremento de 42%. En resumen, las plantas con micorriza artesanal mostraron un incremento del 37% y 42% de biomasa aérea y radicular, respectivamente, con respecto a las plantas con micorriza comercial. Los tratamientos 3 y 7 con micorriza artesanal, mostraron la mayor biomasa seca aérea de todo el experimento, con 1.54 y 1.51 gr, respectivamente. De igual manera, las plantas con micorriza comercial, los tratamientos 3 y 7, fueron los que mostraron la mayor acumulación de biomasa seca aérea con 0.89, dentro de los tratamientos.

En cuanto a la acumulación de biomasa seca en la raíz, el tratamiento 7 con micorriza artesanal, fue el que mostró la mayor biomasa seca radicular con un promedio de 2.24, representando un incremento del 55% con respecto a las plantas con micorriza comercial. Es importante también destacar que, la acumulación de biomasa en la raíz, fue mayor que la parte aérea.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre distribución de biomasa seca en el cultivo de café en etapa de vivero.

Tratamientos	Biomasa seca aérea		Biomasa seca raíz	
	Artesanal	Comercial	Artesanal	Comercial
T1 - 100% de fertilizante 18-46-0	1.12 abcde	0.82 e	1.40 acdfg	0.94 g
T2 - 100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	1.32 abd	0,8 e	1.69 abcde	1 fg
T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	1.54 d	0.89 ce	1.66 abcdef	0.98 fg
T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	0.98 abce	0.76 e	1.31 cdefg	0.989 g
T5 - 75% fertilización 18-46-0	1.25 abcd	0.72 e	2.03 ab	1 fg
T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	1.32 abd	0.8 e	1.95 abe	0.89 g
T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	1.51 d	0,81 e	2.24 b	1.01 cfg
T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	1.38 bd	0.89 ce	1.93 abe	0.93 g
T9 - 50% fertilización 18-46-0	0.9 ace	0.79 e	1.46 acefg	1.15 cdfg
T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	1.42 d	0.84 ce	2.33 b	1.31 cdfg
T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	1.24 abcd	0.77 e	1.40 abde	1.04 cfg
T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	1.34 bd	0.84 ce	1.79 abde	1.28 cdfg
ANDEVA				
Tratamientos (T)	NS		NS	
Micorrizas (M)	***		***	
CV	24.52		29.08	

NS, *, **, *** = No significativa, Significante a $p < 0.05$; a $p < 0.01$; y a $p < 0.001$, respectivamente.

Medias con una letra común en el tratamiento, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con coeficientes de variación entre 20 a 30%, se puede afirmar que los datos son compactos y el resultado del ANAVAM, es más robusto. Aunque la micorriza comercial superó a la micorriza artesanal en la emisión foliar, no fue así con la acumulación de biomasa aérea ni radicular. Estos resultados pueden estar relacionados con la existencia de una buena colonización de la micorriza artesanal que favoreció la nutrición mineral de las plantas, al

aumentar la superficie de absorción radical y la exploración del suelo, lo que provoca un mayor desarrollo de las mismas (Cruz H. , Garcia, Leon, & Acosta, 2014).

Las plántulas mejor nutridas acumulan mayor contenido de materia seca aspecto que las favorece durante el período del semillero y las hace más resistentes al estrés pos trasplante. En plantas de pimiento los beneficios de la simbiosis micorrízica, permitió una mayor absorción de agua y nutrientes y contribuyó más eficientemente a su funcionamiento (Montero, Duarte, Cun, & Cabrera, 2010), especialmente, a un incremento en la acumulación de biomasa en la planta.

En cuanto a la acumulación de materia seca, el presente estudio coincide con (Cruz, García, & León, 2016), quienes en un estudio realizado en Cuba en el cultivo de tabaco, encontraron que los tratamientos 7 (75 % de fertilizante mineral + 0,50 kg de HMA.m²) y 15 (50 % de fertilizante mineral +1,25 kg de HMA.m²) tuvieron mayor acumulación de materia seca total (+1,25 kg de HMA.m²). Los resultados obtenidos en el presente estudio, también coinciden con (Castillo, Gutiérrez, Hernandez, Molieri, & Bustamante, 2019), quienes encontraron que la mezcla de 75% de fertilizantes mas 75% de micorrizas en etapa de vivero en tabaco, incrementa la acumulación de biomasa, tanto aérea como radicular. Estos resultados pueden estar dados por los efectos positivos de las micorrizas en la toma de nutrientes de las plantas, mediante el aumento de la superficie del área de absorción, las raíces micorrizadas pueden obtener más nutrientes que las raíces no micorrizadas, resultados similares se alcanzaron cuando se inocularon plantas de begonia, donde se observó respuesta del cultivo a la aplicación del biofertilizante micorrizógeno (Morales, Calaña, & Corbera, 2011). En el presente estudio, se inocularon 2 tipos de micorrizas, una artesanal y otra comercial, siendo la primera, la que influyó mejor en la acumulación de la biomasa aérea y radicular. Esta influencia de la micorriza artesanal, puede estar relacionada al origen de la misma, la cual proviene de ecosistemas naturales existentes en nuestro país (Pérez, Huidobro, Diez, Toncovich, & Paoli, 2010). La inoculación de las especies nativas *G. manihotis*, *G. fistulosum* y *E. colombiana* durante la fase de almácigo produjo niveles de crecimiento en las plantas comparables con los obtenidos con la adición de compuestos orgánicos (lombricomposto, pulpa de café, cenichaza, gallinaza, etc) (Rivilla, 1999), por lo tanto, en el estudio de la biota nativa de los suelos, es más importante considerar el estímulo y funcionalidad que pueden tener los microorganismos nativos antes que indiscriminadamente

incorporar otros cuyo nivel de adaptación y competencia con los nativos puede ser bajo. Es indiscutible que la adición de microorganismos benéficos para las plantas constituye una opción importante, pero no en todos los casos producirán los mismos efectos. Además, con la adición generalizada de productos químicos se afectan y a veces se eliminan microorganismos que pueden potencialmente favorecer a las plantas en su crecimiento, desarrollo y en las relaciones con otras plantas u otros organismos (Rivilla, 1999).

Los resultados del presente estudio, coinciden también con los encontrados por (Cruz C. J., 2017) en un estudio realizado en la costa atlántica de Nicaragua en el cultivo de cacao, encontrado diferencias estadísticas entre los tratamientos en el número de hojas verdaderas, área foliar y peso seco mostraron diferencias significativas.

El otro estudio realizado en el cultivo de frijol en campo abierto, Blandón & García, (2017), encontraron diferencias estadísticas en el rendimiento y biomasa seca del frijol, cuando este fue inoculado con micorrizas.

6.5. Cociente de esbeltez (CE)

La tabla 7, muestra el efecto de los tratamientos sobre la variable cociente de esbeltez. Según el análisis de la varianza multivariado (ANAVAM), existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. A nivel general, las plantas con micorriza artesanal, presentaron mayor cociente de esbeltez, respecto a las plantas con micorriza comercial. De manera general, plantas con micorriza artesanal mostraron un incremento de 11% de CE comparadas con las plantas con micorriza comercial. Los tratamientos con mayor índice de esbeltez fueron el 8 y 7 con micorriza artesanal, con valores de 5.64 y 5.51, respectivamente. Por otro lado, los tratamientos con ausencia de micorrizas (1, 5 y 9), fueron los que mostraron los valores más bajos de CE en comparación con los tratamientos con micorrizas inoculadas.

Tabla 7. Efecto de los tratamientos sobre el cociente de esbeltez de plántulas de cultivo de café en etapa de vivero.

Tratamientos	Cociente esbeltez	
	Artesanal	Comercial
T1 - 100% de fertilizante 18-46-0	4.44 cef	4.42 cef
T2 -100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	5.15 abde	4.81 bdef
T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	5.02 bdef	4.57 cdef
T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	4.8 bdef	4.52 cef
T5 - 75% fertilización 18-46-0	4.66 abd	3.97 c
T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	5.27 abd	4.32 cf
T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	5.51 ab	4.82 bdef
T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	5.64 a	4.67 cdef
T9 - 50% fertilización 18-46-0	5.04 abdef	4.69 cdef
T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	5.23 abd	4.57 cdef
T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	5.04 abdef	4.35 cf
T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	5.44 ab	4.59 cdef
ANDEVA		
	Tratamientos (T)	*
	Micorrizas (M)	***
	CV	9.02

NS, *, **, *** = No significativa, Significante a $p < 0.05$; a $p < 0.01$; y a $p < 0.001$, respectivamente. Medias con una letra común en el tratamiento, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Existe una relación directamente proporcional entre la altura de la planta y el índice de esbeltez. Plantas más altas, tendrán un índice mayor. El cociente de la altura sobre el diámetro da el índice de robustez o esbeltez, como un indicador de resistencia de la planta, para lo cual, Rodríguez (2008) propone valores menores a seis, ya que valores superiores disponen a la planta a daños por viento, sequías, esto es debido a la desproporción que hay entre la altura y el diámetro, lo que indica que las plantas con diámetros muy delgados no tendrán la capacidad de sostener un tallo elongado lo cual lo hace más propenso a doblarse. Por otra parte, es importante mencionar que valores altos de CE resulta ventajoso económicamente

para el productor ya que el objetivo es obtener plantas con ciertas alturas en el menor tiempo posible, para así llevarla al lugar de plantación y reducir costos; y dado que el café se establece asociado con árboles y otros cultivos como musáceas, los daños físicos en las plántulas serán menores. En el presente estudio, todos los valores estuvieron por debajo de 6, por lo tanto, las plantas en general, tuvieron rangos de altura deseables en vivero. Estos resultados, nos demuestran que, la calidad de plántulas de café se ve influenciada por la presencia de micorrizas. Existe una relación directa entre la altura de la planta y el coeficiente de esbeltez (ver ecuación 1), por lo tanto, plántulas más altas, tendrán mejor CE. En el presente estudio, plántulas con micorriza artesanal, fueron más altas (tabla 3), y con CE más altos que las plantas con micorriza comercial.

En un estudio realizado por (Úbeda, 2019), los valores para cociente de esbeltez tienden a ser menores a medida que se aumenta la concentración de suero en el fertilizante, aunque, esta relación no está muy clara, ya que el R^2 fue de sólo 3%.

6.6. Índice Tallo/Raiz (ITR)

La tabla 8, muestra las medias del índice tallo/raiz (ITR) de plántulas de café sometidas a diferentes niveles de fertilización y dos tipos de micorrizas. Según el análisis de la varianza multivariado (ANAVAM), no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados, es decir, que, según el análisis, las micorrizas combinadas con fertilización 18-46-00, no influye en el ITR.

Tabla 8. Efecto de los tratamientos sobre el índice tallo/raíz de plántulas de cultivo de café en etapa de vivero

Tratamientos	Índice tallo/raíz	
	Artesanal	Comercial
T1 - 100% de fertilizante 18-46-0	0.80 a	0.80 a
T2 - 100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	0.78 a	0.86 a
T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	0.99 a	0.92 a
T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	0.77 1	0.79 a
T5 - 75% fertilización 18-46-0	0.62 a	0.72 a
T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	0.71 a	0.90 a
T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	0.69 a	0.75 a
T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	0.78 a	1.02 a
T9 - 50% fertilización 18-46-0	0.65 a	0.70 a
T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	0.61 a	0.66 a
T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	0.72 a	0.75 a
T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	0.75 a	0.66 a
ANDEVA		
Tratamientos (T)	NS	
Micorrizas (M)	NS	
CV	23.69	

*NS, *, **, *** = No significativa, Significante a $p < 0.05$; a $p < 0.01$; y a $p < 0.001$, respectivamente. Medias con una letra común en el tratamiento, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

Con respecto al índice tallo/raíz, el promedio de los tratamientos fue menor a 1, inferiores a los recomendados por García (2014). Julca et al. (2015) mencionan que esta variable indica la relación entre la parte transpirante y la parte absorbente de la planta, por lo tanto, mejor calidad de planta se obtiene cuando la parte aérea es relativamente pequeña y la raíz es grande, lo que puede garantizar una mayor supervivencia ya que se evita que la transpiración exceda la absorción de agua. Es de destacar que estos autores no encontraron equilibrio entre la biomasa aérea y radicular en plantas de vivero de café, coincidiendo con los resultados de este estudio.

Según Rodríguez (2008), una relación igual a uno, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea, por lo que una buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2.5 ya que valores mayores indican desproporción en un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta. El cociente de ésta relación no debe ser mayor a 2.5, particularmente cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación (García, 2014). En el presente estudio, a pesar que la biomasa radicular fue ligeramente mayor que la biomasa de la parte aérea, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

También se puede indicar que los valores de tallo son superiores a los de raíces, creando un desbalance en la relación. A pesar de esto, (Villar, 2003), menciona que hay una tendencia a que plantas con partes aéreas más grandes sean las que sobreviven y crecen más tras la plantación, y que no necesariamente presentan mayor mortalidad que las plantas pequeñas. Este resultado indica que es necesario ahondar en mayores estudios científicos para determinar con certeza la participación de estos factores en la calidad de la planta.

6.7 Índice de Calidad de Dixon (ICD)

La tabla 9, muestra el índice de calidad de Dixon (ICD) de plántulas de café sometidas a diferentes tratamientos. Según el análisis de la varianza Multivariado, existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados.

A nivel general, las plantas con micorriza artesanal, presentaron mayor índice de calidad de Dixon con un valor general de 0.20. Plantas con micorriza artesanal mostraron un incremento de 30% en el índice de calidad de Dixon, con respecto a las plantas con micorriza comercial. Los tratamientos con mayor ICD fueron 5, 7 y 10, con valores medios de 0.22 para los dos primeros, y 0.23 para el tratamiento 10.

Tabla 9. Efecto de los tratamientos sobre el índice de calidad de Dixon (ICD) de plántulas de cultivo de café en etapa de vivero

Tratamientos	Índice calidad Dixon	
	Artisanal	Comercial
T1 - 100% de fertilizante 18-46-0	0.19 abcdefg	0.14 fg
T2 -100% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	0.20 abcdeg	0.13 f
T3 - 100% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	0.21 abcd	0.14 efg
T4 - 100% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	0.16 bcdefg	0.14 f
T5 - 75% fertilización 18-46-0	0.22 ab	0.15 defg
T6 - 75% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	0.20 abcdeg	0.14 fg
T7 - 75% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	0.22 abc	0.14 efg
T8 - 75% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	0.20 abcdeg	0.14 fg
T9 - 50% fertilización 18-46-0	0.17 bcdefg	0.15 defg
T10 - 50% fertilizante 18-46-0 + 50% de Micorrizas	0.23 a	0.16 bdefg
T11 - 50% fertilizante 18-46-0 + 75% de Micorrizas	0.20 abcde	0.15 efg
T12 - 50% fertilizante 18-46-0 + 100% de Micorrizas	0.20 abcdeg	0.16 cdefg
ANDEVA		
Tratamientos (T)		*
Micorrizas (M)		***
CV		20.34

NS, *, **, *** = No significativa, Significante a $p < 0.05$; a $p < 0.01$; y a $p < 0.001$, respectivamente. Medias con una letra común en el tratamiento, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El índice de calidad de Dickson, es uno de los mejores índices y más complejos para indicar la calidad de planta, ya que integra todos los parámetros de los demás índices calculados (Dickson, Leaf, & Hosner, 1960)

Según (Birchler, Rose, Royo, & Pardos, 1998) el Índice de Calidad de Dickson (ICD), se ha usado con éxito para predecir el comportamiento en campo de varias especies de coníferas, también puede ser usada para evaluar plántulas de café. Oliet, (2000) señala que un aumento en el valor de este índice representa plantas de mejor calidad, lo que implica que ha habido

un crecimiento equilibrado de la parte aérea y radicular de la planta. Dado la anterior, se confirma que, todos los tratamientos presentaron valores de ICDs dentro del rango de planas de buena calidad, siendo los tratamientos 10, 7 y 5 con micorriza artesanal, lo que mostraron un ICD mayor que el resto de los tratamientos. Según los resultados encontrados en el presente estudio, las plantas con micorriza artesanal, presentaron en general, la mejor calidad de plantas de café en etapa de vivero

En un estudio realizado en cacao, las variables peso fresco de raíz, peso seco de raíz, área foliar e índice de calidad de Dickson analizado para *T. grandis* se muestran diferencias significativas no así para el índice de Esbeltez; con probabilidades de 0.0145, 0.0150, <0.0001, 0.0064 y 0.2927 respectivamente (Cruz C. J., 2017), coincidiendo con los resultados presente en el presente estudio.

Los resultados del presente estudio coinciden con Julca *et al* (2015), quienes encontraron diferencias significativas entre los tratamientos al evaluar diferentes abonos orgánicos aplicados de forma foliar, encontrando valores de hasta 0.33 de ICD, siendo el tratamientos lactofermentado uno de los mejores. En el presente estudio, los valores promedio del ICD fueron de 0.20, correspondiente a las plantas con micorriza artesanal. Por otro lado, Arizaleta & Pire (2008), encontraron en café ICD iguales a los encontrados en este ensayo, lo que probablemente se debe a la aplicación de fertilizantes inorgánicos en dicho estudio. Los valores encontrados de ICD del presente estudio, están dentro del rango de los valores indicado para plantas de calidad (García , 2007).

6.8. Inoculación de micorrítica de la raíz

La figura 1, muestra os porcentaje de inoculación micorrítica en las raíces de plántulas de cultivo de café. De manera general, se puede decir que, todos los tratamientos a los que se le agregó micorrizas, presentaron algún grado de infestación. En los tratamientos 1 y 10, las plantas con micorriza comercial, presentaron mayor porcentaje de infestación con respecto a las plantas con micorriza artesanal. El tratamiento 2 con micorriza comercial, presentó 4% más infestación que la micorriza artesanal, de igual manera, el tratamiento 10 con micorriza comercial, presentó 11% más infestación que con micorriza artesanal. Por otro lado, los

tratamientos 4, 7, 8, 11 y 12, presentaron mayor infestación con micorriza artesanal que con comercial. El promedio de infestación mayor en estos tratamientos con micorriza artesanal fue de 19% con respecto a la micorriza comercial.

Es importante señalar que, los tratamientos a los que se le aplicó mayor porcentaje (100%) de fertilización, fueron los que mostraron mayor infestación micorrítica, lo que demuestra una relación directa entre infestación y cantidad de fertilizante aplicado.

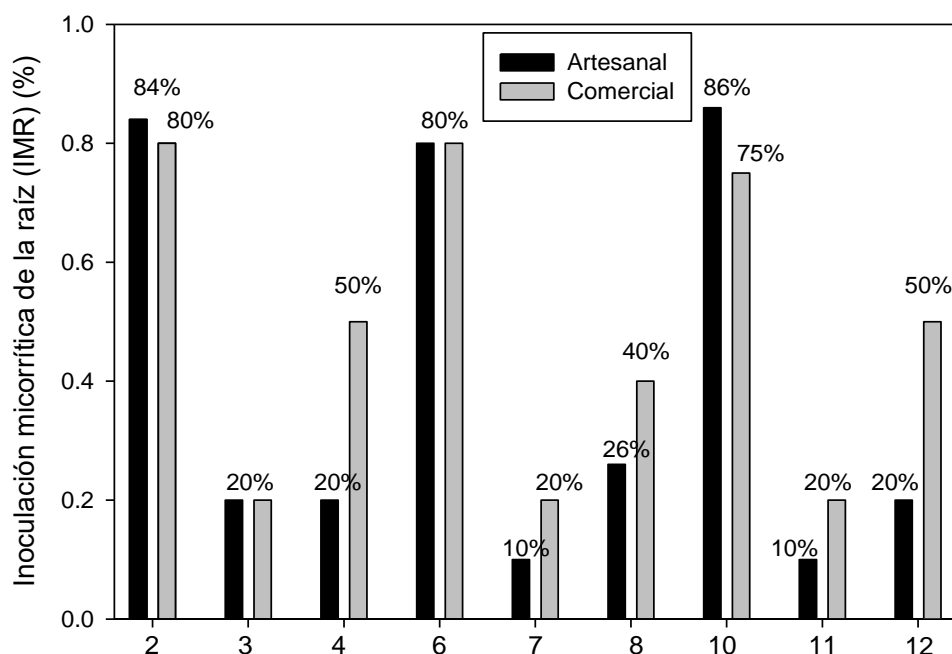


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre inoculación micorrítica de la raíz en el cultivo de café en etapa de vivero.

En Colombia, se han aislado diferentes especies de micorrizas, con el fin de utilizar solo especies nativas e la producción de café, ya que en los suelos cafetaleros, las micorrizas se encuentran de forma nativa. Estas especies de micorrizas nativas presentaron niveles de colonización de raíces de café entre el 25% y 92%. En la figura 1, se observa que, los niveles de colonización de las micorrizas artesanal y comercial, fue de 80%, el cual, está dentro del rango obtenido en suelos colombianos.

En otro estudio realizado en Colombia, la colonización natural por especies nativas de los géneros *Gigarpora*, *Sderocystis*, *Glomus* y *Araulaspora*, alcanzó niveles del 47% en plantas de almácigo sembradas en suelo + pulpa (relación 3:1) (Rivilla, 1999)

Se ha demostrado que empleando un inóculo completo (esporas del hongo y fragmentos de raíz colonizados) se producen respuestas similares en el crecimiento de las plantas de café y en los niveles de colonización, al comparar dosis de 12,5; 25 y 50g/chapola (Rivillas, 1995).

Experimentalmente, el sistema de inoculación de plantas de café con un variado número de esporas de *Glomus manihotif* (desde 500 hasta 4.000), fue eficiente para lograr niveles de colonización, en promedio, del 38% e incrementar sustancialmente el crecimiento y desarrollo de las plantas en relación con las plantas en ausencia de MA.

Plantas de almácigo inoculadas con micorrizas arbusculares (MA), comparadas con almácigos comerciales (gallinaza + productos químicos) mostraron la presencia de esporas de los géneros *Gigaspora*, *Sclerocystú*, *Glomus* y *Acaulospora* tanto en las plantas inoculadas como en las pertenecientes al almácigo comercial. La producción de esporas fue más alta en las plantas que tuvieron la inoculación con las MA introducidas. La colonización radical con las especies nativas fue alta (46%) y no mostró diferencias con las especies introducidas, lo cual confirma que las plantas de café desde el almácigo son colonizadas por especies nativas de MA. En el presente estudio, se obtuvo 100% de infestación con micorrizas artesanal y comercial, posiblemente, debido a que la micorriza se inoculó desde la puesta de la semilla, logrando un tiempo prolongado de exposición de las raíces al hongo. Estos resultados coinciden también con Castillo, *et al.* 2019) y (Cruz, *et al.* 2012), quienes encontraron buenas colonización en raíces del cultivo de tabaco.

VII. CONCLUSIONES

De manera general, hubo influencia significativa de las micorrizas sobre las variables de crecimiento vegetativo (altura, número de hojas) y de calidad de plántulas (coeficiente de esbeltez e índice de calidad de Dixon)

Plantulas con micorriza artesanal, fueron más altas y emitieron más hojas con respecto a las plantulas con micorriza comercial. Así mismo, Plantulas con micorriza artesanal mostraron los mejores índice de calidad (cociente de esbelte e índice de calidad de Dixon).

Cuando se aplicó 75% de micorriza artesanal, más 75% de fertilizantes, las plantulas fueron más altas, emitieron más hojas, y se incrementó el índice de calidad de Dixon, mostrando plántulas de mejor calidad.

De manera general, todos los tratamientos, mostraron algún grado de infestación de micorrizas en las raíces. La mayor infestación de micorrizas en las raíces de las plántulas de cultivo de café, se mostró, en los tratamientos con mayor fertilización y 50% de micorriza, es decir, en los tratamientos 2, 6 y 10.

VIII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los presentes resultados, se recomienda:

Aplicar micorriza artesanal o comercial al momento de establecer vivero de café con el fin de mejorar la calidad de plántulas.

Para tener plántulas de café de mejor calidad al momento del trasplante, es necesario aplicar 75% de micorriza artesanal, más 75% de fertilizante. Es decir, aplicar 7.5 gramos de micorriza artesanal y el correspondiente al 75% de fertilización, de acuerdo a la recomendación para cada sitio.

Realizar más investigaciones utilizando micorriza artesanal nativa de las zonas cafetaleras de Nicaragua, desde la etapa de vivero hasta producción para ver el efecto sobre los rendimientos del café.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Agrobiologicos Profysa. (2016). *MICOSAT*. Obtenido de <https://www.yumpu.com/en/document/read/55968223/catalogo-2016-eng>
- Andrade, T. A. (Octubre-Diciembre de 2010). Micorriza: antigua interacción entre plantas y hongos. *Revista Ciencia*, 87-88. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_4/PDF/11_MICORRIZA_S.pdf
- Arcila, P. (2007). Establecimiento y administracion del cafetal . En P. J. Arcila, V. F. Farfan, B. A. Moreno, G. F. Salazar, & G. E. Hincapie, *Sistema de produccion de cafe en colombia* (pág. 93). Chinchina, Colombia: Cenicafe. Obtenido de <file:///C:/Users/admin/Downloads/LibroSistemasProduccionCapitulo4.pdf>
- Arcila, P. J., Farfan, V., Moreno, .. A., Salazar, .. F., & Hincapie, .. (2007). Sistemas de Produccion de café en Colombia. En P. J. Arcila, *Crecimiento y desarrollo de la plantula de cafe* (págs. 22-37). Colombia: Cenicafe. Recuperado el 16 de Septiembre de 2019, de <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>
- Arizaleta, M., Pire, R., & Pire, J. (2002). Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el contenido foliar y el crecimiento del cafeto (*Coffea arabica* L.) en la etapa de vivero, en la población de Villanueva, estado Lara, Venezuela. *Rev. Café Cacao.*, 57-61.
- Asociación Vida Sana. (s.f). Microorganismos del suelo y biofertilización. Europa. Obtenido de http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=CROPS-FOR-BETTER-SOIL_formation-5.pdf
- Banegas, R. Y. (2009). *Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad de café (Coffea arabica) en los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras*. Tesis , Escuela de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Recuperado el 12 de Septiembre de 2019

- Barea, J., Pozo, M., & Azcon, A. C. (2016). *Significado y aplicacion de las micorrizas en la agricultura*. Microbiologia del suelo, Zaidin, Granada. Recuperado el 29 de Agosto de 2019
- Barrer, B. S. (Enero - Junio de 2009). El uso de hongos Micorrizicos Arbusculares como una alternativa para la agricultura. *VII(1)*, 10. Recuperado el 20 de Agosto de 2019, de file:///G:/v7n1a14.pdf%20mrpsh.pdf
- Beltrano, J. (2013). El uso de micorrizas en cultivos intensivos. Un recurso microbiologico en la agricultura sostenible. En S. e. belleza, *Mitidieri, M.; Francescangeli, N.* (págs. 61-62p). San Pedro, Buenos Aires: INTA.
- Birchler, T. R., Rowse, A., & Pardos, M. (1998). La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Inv. Agr. Sist. Recur. For.*, 7(1-2), 109-121.
- Birchler, T., Rose, R., Royo, A., & Pardos, M. (1998). *La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica*. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, 7, 109-121.
- Blandon, D. M., & Garcia, C. M. (2016). *Micorrizas y rhizobium: opciones agroecológicas para la nutrición del frijol (Phaseolus vulgaris L.)*, Managua-Ticuantepe 2016. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agropecuaria, Managua, Ticuantepe. Recuperado el 14 de Agosto de 2019, de file:///G:/CAFE/tesis%20en%20frijol.pdf
- Bolaños, M., Rivillks, C., & Suarez, V. (2000). Identificación de micorrizas arbusculares en suelos de la zona cafetalera Colombiana. *Cenicafé 51(4): 245-262. 2000.*
- Camargo, S. L., Montaña, N., Claudia, J., & Montaña, A. A. (1 de Julio de 2012). Micorriza: Una gran union debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria, XIII(7)*. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/>
- Carosio, M. E. (S.F). *Relación de los hongos formadores de micorrizas respecto de las variables fisicoquímicas de suelos de Mendoza cultivados con tomate para industria.*

- Tesis, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias. Recuperado el 21 de Agosto de 2019, de <http://www.tesis-irnr-carosio-mara-emilia-2018.pdf>
- Castillo, H. M., & Gutierrez, R. J. (2019). *Evaluación de aplicación de micorriza y la reducción de aplicación de fertilizantes mineral en plántulas de Nicotiana tabacum en Estelí 2019*. Tesis de grado, Universidad Católica del Tropicó Seco UCATSE, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Estelí. Recuperado el 14 de Agosto de 2019, de <file:///G:/CAFE/Tesis%20MicoFert%20Tabaco.pdf>
- Castillo, J. (1 de Abril de 2019). Caficultura con la peor crisis de todos los tiempos. *ABC Stereo Estelí Nicaragua*. Obtenido de <https://www.radioabcstereo.com/noticia.php?ID=15948>
- Castillo, M., Gutiérrez, J., Hernández, A., Molieri, E., & Bustamante, O. (2019). Evaluation of Micorrhyza Application and Reduction of Mineral Fertiliser in Tobacco Seedlings. *Tropentag, September 18-20, 2019, Kassel*. "Filling gaps and removing traps. for sustainable resource management", 1-Resumen.
- CENICAFE. (s.f). Enfermedades del cultivo de café en Colombia. En O. C. Rivillas, *Las micorrizas arbusculares en el cultivo del café* (págs. 67-71p). Colombia: Cenicafe. Recuperado el 5 de Septiembre de 2019
- CETREX. (Enero-Septiembre de 2019). Estadística de exportación actuales Enero a Septiembre. *Principales productos Exportación*. Nicaragua. Obtenido de <https://www.cetrex.gob.ni/website/servicios/estadisticas.jsp>
- Chanchani, V. A., Espaillat, P. R., & Lopez, J. (19 de Septiembre de 2018). El efecto y la aplicación de micorriza en el desarrollo de cultivos agrícolas. *Perspectivas en Asuntos Ambientales*, VI, 37. Recuperado el Agosto de 30 de 2019, de <https://www.researchgate.net/publication/329786435>
- Cruz, C. J. (2017). *Respuesta de Cacao (Theobroma cacao L.) y Teca (Tectona grandis L.f) a la micorrización durante la etapa de vivero, Kukra Hill, RACCN, Nicaragua*. Managua: Universidad Nacional Agraria.

- Cruz, H. J., Garcia, R. M., & Leon, G. Y. (2012). *Influencia de las micorrizas arbusculares en Colombia con diferentes dosis de fertilizantes mineral en algunas características morfológicas de las plántulas de tabaco*. Pinar del Rio. Recuperado el 10 de Junio de 2019
- Cruz, H. Y., García, R. M., & León, G. Y. (2016). Influence the application of arbuscular mycorrhiza and the reduction. *Cultivos tropicales*, 35(1), 21-24.
- Cruz, H., Garcia, R., Leon, G., & Acosta, A. (Enero-Marzo de 2014). Influencia de la aplicacion de micorriza arbusculares y la reduccion de fertilizante mineral en plantula de tabaco. *Cultivos Tropicales*, XXXV(1), p 21-24. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n1/ctr03114.pdf>
- Dickson, A., Leaf, A. L., & Hosner, J. F. (1960). *Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries*. For. Chron. 36:10-13.
- Gaitan, .. A., Villegas, .. C., Rivillas, .. C., Hincapie, .. E., & Arcila, .. J. (2011). Almacigo de cafe: calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Colombia: Cenicafe. Recuperado el 5 de Septiembre de 2019
- Gamper, H., Hartwig, V. A., & Leuchtman, A. (2007). *Mycorrhizas improve nitrogen nutrition of Trifolium repens after eight years of selection under elevated atmospheric mycorrhiza interfaces*. New Phytologist.
- García, M. (2014). *Fisiología Vegetal. (En línea) Argentina, AR*. Consultado 24 de sep. 2019. Obtenido de <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1¬e=125>
- Hernández, M. I., & Chailloux, M. (2004). Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizozferas como alternativa a la nutrición mineral del tomate. *Cultivos Tropicales*, XXV(2), 5-12. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1932/193217832001>
- ICAFFE. (2011). Guía Técnica para el Cultivo del Café. Heredia, Costa Rica: ICAFFE, CICAFFE. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019

- Julca, O. A., Borjas, V. R., Bello, A. S., Ladera, M. Y., & Rebaza, F. D. (2015). *El crecimiento de café var. caturra roja y su relación con la aplicación de abonos orgánicos*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú: Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL.
- Lumbí, P. D., & Zeledón, O. N. (2015). *Evaluación del uso de micorrizas en el cultivo de café (Coffea arábica) en etapa de producción en la finca El Petén comunidad Los Robles Jinotega, Nicaragua*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa, Matagalpa. Recuperado el 20 de Agosto de 2019, de [http://www.file:///G:/CAFE/Evaluaciondelusodemiorrizasenelcultivodecafe\(CoffeaarAbiga\)en etapadeproduccionenlafinaElPetencomunidadLosRobles-Jinotega,Nicaragua](http://www.file:///G:/CAFE/Evaluaciondelusodemiorrizasenelcultivodecafe(CoffeaarAbiga)en etapadeproduccionenlafinaElPetencomunidadLosRobles-Jinotega,Nicaragua)
- Lumbí, P. D., & Zeledón, O. N. (2015). Evaluación del uso de micorrizas en el cultivo de café (Coffea arábica) en etapa de producción en la finca El Petén comunidad Los Robles- Jinotega, Nicaragua, I semestre 2015. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa. Monografía para optar al título de Ingeniería Agronómica*, 93p.
- Matamoros, M. J. (2013). *Efecto de altas dosis de Mycoral® en las variedades de café Catimor 51/75 y Caturra en siembra directa en bolsa*. Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, Honduras. Recuperado el 14 de Agosto de 2019, de <file:///G:/CAFE/Efecto%20de%20altas%20dosis%20de%20Mycoral%C2%AE.pdf>
- MINAG. (2001). *Ministerio de la Agricultura de Cuba: Manual técnico para la producción de posturas de tabaco*. La Habana.: Ed. AGRINFOR, 2001.
- Montero, L., Duarte, C., Cun, R., & Cabrera, J. &. (2010). *Efectividad de biofertilizantes micorrizicos en el rendimiento del pimiento (Capsicum annum L. var. Verano 1) cultivados en diferentes condiciones de humedad de sustrato*. La Habana. Recuperado el 9 de Junio de 2019

- Morales, C., Calaña, J. M., & Corbera, J. y. (2011). *Evaluación de sustratos y aplicación de hongos micorrízicos arbusculares en Begonia sp.* Cultivos Tropicales, 2011, vol. 32, no. 2, p. 17-22.
- Orna, C. (2009). *Evaluación del efecto de la aplicación de micorriza en la producción de tomate riñón (solanum lycopersicum) bajo invernadero.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Río Bamba, Ecuador. Obtenido de <file:///G:/CAFE/Tesis%20de%20Micorrizas.pdf>
- Parra, L., Sánchez, P., & Sieverding, E. (1990.). de micorriza vesículo-arbuscular en café Coffea arabica L. var. Colombia en almácigo. *Acta Agronómica 40(1-2): 88-99. 1990.*
- Patología Forestal. (s.f.). www.patologiaforestal.com. Obtenido de www.patologiaforestal.com:
http://www.patologiaforestal.com/descargas/Micorrizas_Generalidades.pdf
- Pérez, B. C., Huidobro, J., Diez, J., Toncovich, M. E., & Paoli, F. L. (2010). *Efectividad de las asociaciones micorríticas y su relación con la microbiología del suelo en el cultivo de tabaco del Valle de Lerma, Salta.* Rosario, Argentina.: INTA EEA Salta, Ruta Nacional 68 km. 172 C.P. 4403 Cerrillos, Salta,.
- Phillips, J. H. (1970). Improves procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 55, 158-161.
- Ramírez, D. F. (s.f). *Cultivo del café.* (G. L. S.A.S, Ed.) Colombia.
- Ramírez, G. M., & Rodríguez, V. A. (2010). Señales de reconocimiento entre plantas y hongos formadores de micorrizas arbusculares. *corporea ciencia y tecnología agropecuaria*, XI(1), 53-60. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de Dialnet-SenalesDeReconocimientoEntrePlantasYHongosFormador-5624785
- Rigel, F. (Enero de 2008). Las Micorrizas: Desenterrando un Tesoro. *Revista Agricultura Organica ACTAF*, 22-25p. Recuperado el 5 de Septiembre de 2019, de http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202008-1/12-Micorrizas.pdf

- Rivilla, O. C. (1999). Las micorrizas arbusculares en el cultivo de café. *Centro Nacional de Investigación en café. CENICAFE. Informe anual de Labores de la Disciplina de Fitopatología 1998-1999. Chiuchiná, Cenicafé, 1999, 11p.*
- Rodríguez, M. J. (2001). *Efecto del biofertilizante Mycoral® (micorriza arbuscular) en el desarrollo del café (Coffea arabica L.) en vivero.* Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. Recuperado el 30 de Agosto de 2019
- Rodríguez, T. (2008). *Indicadores de calidad de planta forestal.MX, Mundi Prensa. México.MX. 156 p.*
- Saggin, J. (2001). (2001). Efeitos de fungos micorrizicos e producao do cafeeiro (coffee arabiga). . *Brasil: Escuela superior de agricultura de Lavras - Minas Gerais. Brasil., 127p.*
- Sanchez, P. (1999). Endomicorrizas en agroecosistemas colombianos. *Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ciencias Básicas, 1999. 227 p.*
- Seguel, F. (Enero-Febrero de 2014). El potencial de las micorrizas arbusculares en la agricultura desarrollada en zonas áridas y semiáridas. *IDESIA, XXXII(1), 3-8.* Recuperado el 27 de Agosto de 2019, de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100001>
- Thompson, B. E. (1985). Seeding morphology: what you can tell by looking. En: *Evaluating Seeding Quality: Principales, procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Duryea M.L., ed. Corvallis, Oregón. FRL, 59-71.*
- Velasquez, .. R. (2016). Guia de Variedades de cafe. *ANACAFE, 12-13.*
- Villar, P. (2003.). *Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. En: Restauración de Ecosistemas Mediterráneos, Rey-Benayas, J.M.; Espigares Pinilla, T. y Nicolau Ibarra, J.M. (Editores), Universidad de Alcalá / Asociación Española de Ecología Terres.*

XI. ANEXOS

Anexo 1. Diseño del experimento

T4-R2	T1-R2	T11-R1	T8-R1	T6-R1	T2-R2	Micorriza A
T3-R3	T12-R1	T7-R1	T6-R2	T11-R2	T9-R2	
T5-R1	T2-R3	T8-R3	T7-R3	T10-R2	T11-R3	
T1-R3	T4-R3	T3-R2	T9-R3	T2-R1	T12-R3	
T10-R1	T5-R3	T6-R3	T4-R1	T9-R1	T7-R2	
T12-R2	T8-R2	T5-R2	T3-R1	T11-R1	T10-R3	
T4-R2	T1-R2	T11-R1	T8-R1	T6-R1	T2-R2	Micorriza B
T3-R3	T12-R1	T7-R1	T6-R2	T11-R2	T9-R2	
T5-R1	T2-R3	T8-R3	T7-R3	T10-R2	T11-R3	
T1-R3	T4-R3	T3-R2	T9-R3	T2-R1	T12-R3	
T10-R1	T5-R3	T6-R3	T4-R1	T9-R1	T7-R2	
T12-R2	T8-R2	T5-R2	T3-R1	T11-R1	T10-R3	

Anexo 2. Hojas de campo

Tema de Investigación: Efecto de diferentes dosis y fuentes de micorrizas sobre el desarrollo del café (*Coffea arabica*) en etapa de vivero Murra, Nueva Segovia 2019

N° de tratamiento__ Fecha: _____ Responsable_____

N°	Altura de la plántula (cm)			Diámetro del tallo cm			Número de hojas		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Tema de Investigación: Efecto de diferentes dosis y fuentes de micorrizas sobre el desarrollo del café (*Coffea arabica*) en etapa de vivero Murra, Nueva Segovia 2019

N° de tratamiento __ Fecha: _____ Responsable _____

N°	Biomasa fresca aérea			Biomasa seca aérea			Biomasa fresca radicular			Biomasa seca radicular		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Hoja de campo de índices

Tema de Investigación: Efecto de diferentes dosis y fuentes de micorrizas sobre el desarrollo del café (*Coffea arabica*) en etapa de vivero Murra, Nueva Segovia 2019

N° de tratamiento__ **Fecha:** _____ **Responsable**_____

N°	Índice tallo-raíz	Coficiente de Esbeltez	Índice de calidad de Dickson	Inoculación micorrícica de la raíz
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Anexo 3. Producto comercial MICOSAT F Uno

MICOSAT F UNO	
Componentes	
Bacteria rizosfera	Bacillus subtilis BA 42, Streptomyces SB14, Agrobacterium radiobacter AR 39
Hongos saprófagos	Trichoderma harzianum TH 01
Micorrizas	Gomus spp
Levadura	Pichia pastoris pp59

Anexo 4. Desarrollo del experimento (galería de fotos)

Foto 1. Elaboración y desarrollo del germinador



Foto 2. Establecimiento del experimento



Foto 3. Productos e inoculación de Micorriza

Micorriza Comercial



Micorriza Artesanal



Inoculación con la micorriza comercial



Inoculación con micorriza artesanal



Foto 4. Trasplante de la chapola a la bolsa y Fertilización





Foto 5. Recolección de datos (altura, grosor del tallo, pesos fresco y seco)

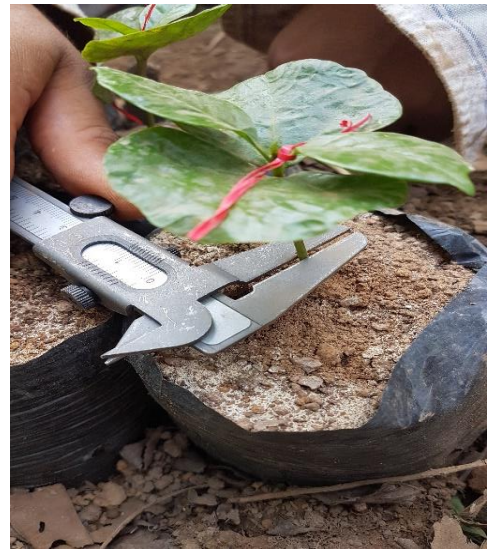
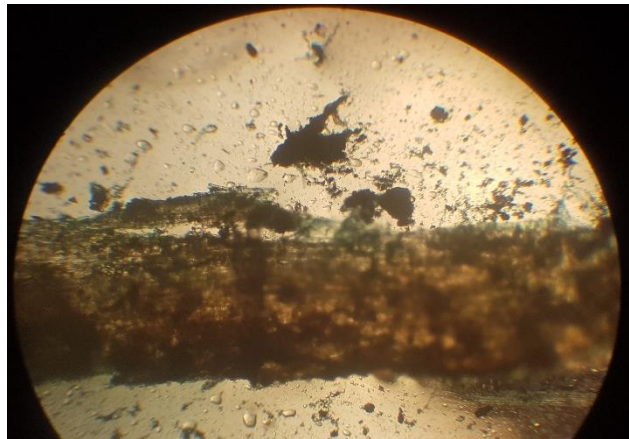
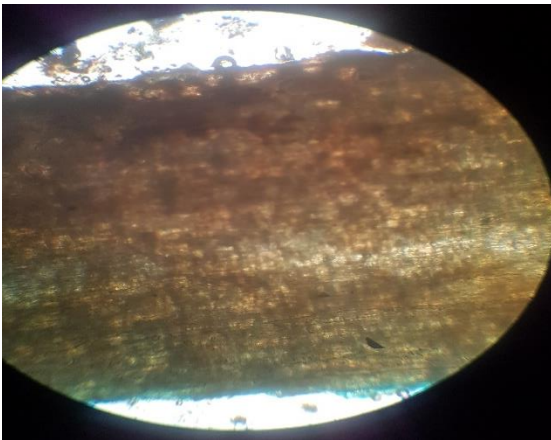


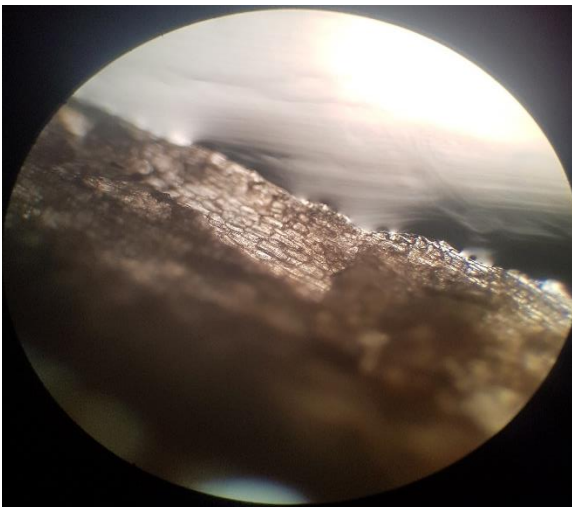
Foto 6. Identificación de micorriza presente en las raíces



a) Presencia de micorriza artesanal



b) No se encuentra micorriza



c) Presencia de micorriza Micosat F UNO



Fotos 7. Desarrollo de las plantas de café

a) Fuente de micorriza Micosat F UNO



b) Fuente de micorriza artesanal



Ensayo inicio y final



Anexo 5. Análisis de varianza multivariado

Análisis de la varianza multivariado

ALTURA DE LA PLANTA

Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.62	29.93	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.68	2.05	11	48	0.0437	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.87	0.63	11	48	0.7930

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.38	29.93	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.32	2.05	11	48	0.0437	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.13	0.63	11	48	0.7930

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.62	29.93	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.47	2.05	11	48	0.0437	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.14	0.63	11	48	0.7930

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.62	29.93	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.47	2.05	11	48	0.0437	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.14	0.63	11	48	0.7930

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

MICORRIZA	1	ATURA	cm	n
Micosat	9.05	36		B
Artisanal	10.21	36		A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

TRATAMIENTOS	l	ATURA	cm	n			
5.00	8.62	6	A				
1.00	8.85	6	A	B			
4.00	9.32	6	A	B	C		
11.00	9.39	6	A	B	C		
6.00	9.59	6	A	B	C		
3.00	9.59	6	A	B	C		
9.00	9.73	6		B	C		
10.00	9.79	6		B	C		
2.00	9.96	6			C		
12.00	10.03	6			C		
8.00	10.31	6			C		
7.00	10.33	6			C		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

NÚMERO DE HOJAS

Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.47	54.84	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.79	1.14	11	48	0.3519	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.83	0.91	11	48	0.5378

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.53	54.84	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.21	1.14	11	48	0.3519	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.17	0.91	11	48	0.5378

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		1.14	54.84	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.26	1.14	11	48	0.3519	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.21	0.91	11	48	0.5378

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		1.14	54.84	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.26	1.14	11	48	0.3519	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.21	0.91	11	48	0.5378

Prueba Hotelling Alfa=0.05*Error: Matriz de covarianzas común gl: 48*

MICORRIZA	No HOJAS	n	
Artesanal	1.77	36	A
Micosat	2.53	36	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Prueba Hotelling Alfa=0.05***Error: Matriz de covarianzas común gl: 48*

TRATAMIENTOS	No HOJAS	n		
5.00	1.87	6	A	
4.00	1.92	6	A	
11.00	2.02	6	A	B
3.00	2.03	6	A	B
6.00	2.07	6	A	B
1.00	2.10	6	A	B
2.00	2.17	6	A	B
9.00	2.18	6	A	B
12.00	2.25	6	A	B
8.00	2.30	6	A	B
10.00	2.43	6		B
7.00	2.48	6		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***BIOMASA FRESCA AEREA**

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.98	1.00	1	48	0.3215	
TRATAMIENTOS		0.72	1.73	11	48	0.0957	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.84	0.82	11	48	0.6248

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.02	1.00	1	48 0.3215
TRATAMIENTOS		0.28	1.73	11	48 0.0957
MICORRIZA*TRATAMIENTOS		0.16	0.82	11	48 0.6248

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.02	1.00	1	48 0.3215
TRATAMIENTOS		0.40	1.73	11	48 0.0957
MICORRIZA*TRATAMIENTOS		0.19	0.82	11	48 0.6248

BIOMASA FRESCA DE LA RAIZ**Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)**

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.76	15.01	1	48 0.0003
TRATAMIENTOS		0.76	1.37	11	48 0.2156
MICORRIZA*TRATAMIENTOS		0.74	1.53	11	48 0.1522

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.24	15.01	1	48 0.0003
TRATAMIENTOS		0.24	1.37	11	48 0.2156
MICORRIZA*TRATAMIENTOS		0.26	1.53	11	48 0.1522

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.31	15.01	1	48 0.0003
TRATAMIENTOS		0.32	1.37	11	48 0.2156
MICORRIZA*TRATAMIENTOS		0.35	1.53	11	48 0.1522

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.31	15.01	1	48 0.0003
TRATAMIENTOS		0.32	1.37	11	48 0.2156
MICORRIZA*TRATAMIENTOS		0.35	1.53	11	48 0.1522

Prueba Hotelling Alfa=0.05*Error: Matriz de covarianzas común gl: 48*

MICORRIZA	5 Biomasa fresca Raiz gr	n
Artesanal	5.33	36 A
Micosat	6.61	36 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Prueba Hotelling Alfa=0.05***Error: Matriz de covarianzas común gl: 48*

TRATAMIENTOS	5 Biomasa fresca Raiz gr	n
1.00	4.67	6 A
4.00	5.17	6 A
9.00	5.50	6 A B
3.00	5.67	6 A B
8.00	6.00	6 A B
11.00	6.00	6 A B
12.00	6.00	6 A B
2.00	6.00	6 A B
5.00	6.17	6 A B
6.00	6.83	6 B
7.00	6.83	6 B
10.00	6.83	6 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***BIOMASA SECA AEREA****Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)**

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.45	58.94	1	48 <0.0001
TRATAMIENTOS		0.77	1.32	11	48 0.2433
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.85	0.78	11 48 0.6569

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.55	58.94	1	48 <0.0001
TRATAMIENTOS		0.23	1.32	11	48 0.2433
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.15	0.78	11 48 0.6569

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		1.23	58.94	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.30	1.32	11	48	0.2433	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.18	0.78	11	48	0.6569

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		1.23	58.94	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.30	1.32	11	48	0.2433	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.18	0.78	11	48	0.6569

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

MICORRIZA	6 Biomasa seca Raiz gr n
Micosat	1.05 36 B
Artesanal	1.80 36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

TRATAMIENTOS	6 Biomasa seca Raiz gr n
4.00	1.14 6 C
1.00	1.17 6 C
9.00	1.31 6 B C
3.00	1.32 6 B C
2.00	1.35 6 A B C
11.00	1.42 6 A B C
6.00	1.42 6 A B C
8.00	1.43 6 A B C
5.00	1.51 6 A B C
12.00	1.54 6 A B C
7.00	1.67 6 A B
10.00	1.82 6 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

BIOMASA FRESCA RAIZ

Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.76	15.01	1	48	0.0003	
TRATAMIENTOS		0.76	1.37	11	48	0.2156	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.74	1.53	11	48	0.1522

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.24	15.01	1	48	0.0003	
TRATAMIENTOS		0.24	1.37	11	48	0.2156	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.26	1.53	11	48	0.1522

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.31	15.01	1	48	0.0003	
TRATAMIENTOS		0.32	1.37	11	48	0.2156	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.35	1.53	11	48	0.1522

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.31	15.01	1	48	0.0003	
TRATAMIENTOS		0.32	1.37	11	48	0.2156	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.35	1.53	11	48	0.1522

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

MICORRIZA	5 Biomasa fresca Raiz gr	n	
Artesanal	5.33	36	A
Micosat	6.61	36	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

TRATAMIENTOS	5 Biomasa fresca Raiz gr	n
1.00	4.67	6 A
4.00	5.17	6 A
9.00	5.50	6 A B
3.00	5.67	6 A B
8.00	6.00	6 A B
11.00	6.00	6 A B
12.00	6.00	6 A B
2.00	6.00	6 A B
5.00	6.17	6 A B
6.00	6.83	6 B
7.00	6.83	6 B
10.00	6.83	6 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

BIOMASA SECA RAIZ

Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.45	58.94	1	48 <0.0001
TRATAMIENTOS		0.77	1.32	11	48 0.2433
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.85	0.78	11 48 0.6569

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.55	58.94	1	48 <0.0001
TRATAMIENTOS		0.23	1.32	11	48 0.2433
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.15	0.78	11 48 0.6569

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		1.23	58.94	1	48 <0.0001
TRATAMIENTOS		0.30	1.32	11	48 0.2433
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.18	0.78	11 48 0.6569

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		1.23	58.94	1	48 <0.0001
TRATAMIENTOS		0.30	1.32	11	48 0.2433
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.18	0.78	11 48 0.6569

Prueba Hotelling Alfa=0.05*Error: Matriz de covarianzas común gl: 48*MICORRIZA 6 Biomasa seca Raiz gr n

Micosat	1.05 36		B
Artesanal	1.80 36	A	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Prueba Hotelling Alfa=0.05***Error: Matriz de covarianzas común gl: 48*TRATAMIENTOS 6 Biomasa seca Raiz gr n

4.00	1.14 6			C
1.00	1.17 6			C
9.00	1.31 6		B	C
3.00	1.32 6		B	C
2.00	1.35 6	A	B	C
11.00	1.42 6	A	B	C
6.00	1.42 6	A	B	C
8.00	1.43 6	A	B	C
5.00	1.51 6	A	B	C
12.00	1.54 6	A	B	C
7.00	1.67 6	A	B	
10.00	1.82 6	A		

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***COCIENTE DE ESBELTEZ****Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)**

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.62	29.93	1	48 <0.0001
TRATAMIENTOS		0.68	2.05	11	48 0.0437
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.87	0.63	11 48 0.7930

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
MICORRIZA		0.38	29.93	1	48 <0.0001
TRATAMIENTOS		0.32	2.05	11	48 0.0437
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.13	0.63	11 48 0.7930

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.62	29.93	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.47	2.05	11	48	0.0437	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.14	0.63	11	48	0.7930

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.62	29.93	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.47	2.05	11	48	0.0437	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.14	0.63	11	48	0.7930

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

MICORRIZA	8	Cociente esbeltez	n
Micosat	4.52	36	B
Artesanal	5.10	36	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

TRATAMIENTOS	8	Cociente esbeltez	n		
5.00	4.31	6	A		
1.00	4.43	6	A	B	
4.00	4.66	6	A	B	C
11.00	4.70	6	A	B	C
6.00	4.79	6	A	B	C
3.00	4.80	6	A	B	C
9.00	4.86	6		B	C
10.00	4.90	6		B	C
2.00	4.98	6			C
12.00	5.02	6			C
8.00	5.15	6			C
7.00	5.17	6			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

COCIENTE ESBELTEZ

Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.96	1.85	1	48	0.1804	
TRATAMIENTOS		0.74	1.51	11	48	0.1600	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.93	0.33	11	48	0.9741

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.04	1.85	1	48	0.1804	
TRATAMIENTOS		0.26	1.51	11	48	0.1600	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.07	0.33	11	48	0.9741

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.04	1.85	1	48	0.1804	
TRATAMIENTOS		0.35	1.51	11	48	0.1600	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.08	0.33	11	48	0.9741

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.04	1.85	1	48	0.1804	
TRATAMIENTOS		0.35	1.51	11	48	0.1600	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.08	0.33	11	48	0.9741

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

MICORRIZA	9 Índice tallo-raíz	n	
Artesanal	0.74	36	A
Micosat	0.80	36	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

TRATAMIENTOS	9 Índice tallo-raíz	n	
10.00	0.64	6	B
5.00	0.67	6	B
9.00	0.68	6	B
12.00	0.71	6	B
7.00	0.72	6	B
11.00	0.74	6	A B
4.00	0.78	6	A B
6.00	0.81	6	A B
2.00	0.82	6	A B
1.00	0.84	6	A B
8.00	0.90	6	A
3.00	0.96	6	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

INDICE CALIDAD DE DIXON

Cuadro de Análisis de la Varianza (Wilks)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.54	40.57	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.84	0.85	11	48	0.5914	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.92	0.39	11	48	0.9516

Cuadro de Análisis de la Varianza (Pillai)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.46	40.57	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.16	0.85	11	48	0.5914	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.08	0.39	11	48	0.9516

Cuadro de Análisis de la Varianza (Lawley-Hotelling)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.85	40.57	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.20	0.85	11	48	0.5914	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.09	0.39	11	48	0.9516

Cuadro de Análisis de la Varianza (Roy)

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p		
MICORRIZA		0.85	40.57	1	48	<0.0001	
TRATAMIENTOS		0.20	0.85	11	48	0.5914	
MICORRIZA*TRATAMIENTOS			0.09	0.39	11	48	0.9516

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

MICORRIZA	10	..	n	
Micosat		0.14	36	B
Artesanal		0.20	36	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Prueba Hotelling Alfa=0.05

Error: Matriz de covarianzas común gl: 48

TRATAMIENTOS	10	..	n	
4.00	0.15	6		B
9.00	0.16	6		B
1.00	0.16	6	A	B
2.00	0.17	6	A	B
8.00	0.17	6	A	B
6.00	0.17	6	A	B
11.00	0.17	6	A	B
3.00	0.18	6	A	B
12.00	0.18	6	A	B
7.00	0.18	6	A	B
5.00	0.19	6	A	B
10.00	0.20	6	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)