



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Evaluación de complejos micorrízicos asociados al cultivo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*)”.

AUTOR:

Evelin Beatriz Dorado Gutiérrez

ASESOR:

Ing. Agr. Óscar Mora Castro, MAE

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Evaluación de complejos micorrízicos asociados al cultivo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*)”.

APROBADO POR:

Ing. Agrop. Álvaro Pazmiño Pérez, MSc
PRESIDENTE

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc
PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc
SEGUNDO VOCAL

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo experimental son exclusiva responsabilidad del autor:



Evelin Beatriz Dorado Gutiérrez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a DIOS por haberme permitido haber llegado hasta este punto, por darme salud y vida para lograr cumplir cada una de mis metas.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres José Vicente Dorado Castro y Mercy Ursulina Gutiérrez Cercado por hacer de mí una mejor persona ya que ellos me han dado su apoyo incondicional, esfuerzos, sacrificios, sobre todo amor y paciencia para superar cada obstáculo.

A mi tía Paquita Gutiérrez por estar siempre ahí y por ser mi segunda madre, motivándome dándome consejos y enseñanzas que cada día me ayudaron.

A mis hermanas Margarita y Diana por estar siempre a mi lado acompañándome y confiar siempre en mí, a mi sobrina Dominic por hacer cada día único.

A mis abuelitos por parte de madre Elio Gutiérrez Domínguez y Orfelina Cercado Navarrete por sus palabras de aliento; Y a mis abuelitos por parte de padre José Tomas Dorado Aguilar e Isabel María Castro Orama, aunque ya no estén físicamente con nosotros, pero sé que desde el cielo siempre me cuidan y me guían para que todo salga bien.

AGRADECIMIENTO

A DIOS principalmente por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, que me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre preservar a través de sus sabios consejos.

A mis hermanas, tía, abuelos y sobrina por el apoyo diario e incentivar me al trabajo permanente gracias a ellos por cada día confiar y creer en mis expectativas.

A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias por ser la que formo en mí una persona de valores y conocimientos.

A los docentes Ing. Marlon López e Ing. Eduardo Colina por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma por brindar sus experiencias y conocimiento profesional y su tiempo compartido, A mi Tutor el Ing. Óscar Mora por su apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

INDICE

I. INTRODUCCION	1
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Origen del Cultivo de cacao.....	4
2.2 taxonomía del Cacao.....	4
2.3 Morfología del Cacao.....	4
2.4 Aspecto Agronómico del Clon de Cacao EET – 544	5
2.5 Nutrición y Fertilización del cultivo de Cacao.....	6
2.6 Manejo del vivero.....	6
2.7 Vivero de cacao	8
2.8 Importancia de las Micorrizas	8
2.9 Características de la relación simbiótica.....	11
2.10 Características de productos con cepas micorrízicas	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Ubicación del lote experimental	16
3.2 Métodos	16
3.4 Materiales de siembra.....	16
3.5 Material genético	16
3.6 Tratamientos.....	17
3.7 Diseño Experimental.....	17
3.7.1 Análisis de varianza	17
3.8 Manejo del ensayo.....	18
3.8.1 Instalación del vivero.....	18
3.8.2 Preparación de sustrato	18
3.8.3 Siembra.....	18
3.8.4 Llenado de fundas.....	18
3.8.5 Control de malezas	19
3.8.6 Control Fitosanitario	19
3.8.7 Riego.....	19
3.8.8 Fertilización	19
3.8.9 Podas y deshojes	19
3.9 Datos a Evaluar	20

3.9.1	Altura de Planta.....	20
3.9.2	Emisión foliar.....	20
3.9.3	Diámetro de tallo	20
3.9.4	Longitud de hoja.....	20
3.9.5	Área foliar	20
3.9.6	Longitud radicular	21
3.9.7	Biomasa Radical	21
3.9.8	Análisis económico.....	21
3.9.9	Porcentaje de colonización de micorrizas.	21
3.9.10	Conteo de esporas	22
IV.	RESULTADOS	23
4.1	Altura de la planta.....	23
4.2	Emisión foliar	24
4.3	Diámetro del tallo.....	25
4.4	Longitud de hoja	26
4.5	Área foliar	27
4.6	Longitud radicular	28
4.7	Biomasa Radical.....	29
4.8	Análisis económico	30
4.9	Porcentaje de colonización.....	32
4.10	Conteo de esporas	33
4.11	Análisis de correlación y regresión lineal.....	34
V.	CONCLUSIONES	35
VI.	RECOMENDACIONES.....	36
	RESUMEN	37
	SUMMARY	38
VII.	LITERATURA CITADA.....	39
VIII.	ANEXOS.....	43
	Anexo 1. Fotografías	43
	Anexo 2. Análisis de Varianza	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Detalle de tratamientos utilizados en el trabajo experimental	17
Cuadro 2. Análisis de varianza	17
Cuadro 3. Altura de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero Babahoyo, 2019.	23
Cuadro 4. Emisión Foliar de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	24
Cuadro 5. Diámetro del Tallo de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	25
Cuadro 6. Longitud de Hojas de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	26
Cuadro 7. Área Foliar de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	27
Cuadro 8. Longitud Radicular de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	28
Cuadro 9. Biomasa Radical de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	29
Cuadro 10. Rendimiento de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	30
Cuadro 11. Análisis Económico de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	31
Cuadro 12. Porcentaje de colonización de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	32
Cuadro 13. Conteo de esporas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.	33
Cuadro 14. Análisis de correlación. Babahoyo, 2019.....	34

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Análisis de regresión lineal.....	34
Imagen 2. Recolección del Material de siembra de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.	43
Imagen 3. Elaboración del semillero de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.	43
Imagen 4. Preparación del sustrato y llenado de fundas. Babahoyo, 2019.....	44
Imagen 5. Trasplante de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.	44
Imagen 6. División de tratamientos de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.	45
Imagen 7. Aplicación de los tratamientos. Babahoyo, 2019.....	45
Imagen 8. Toma de datos. Babahoyo, 2019.....	46
Imagen 9. Seguimiento del trabajo experimental por parte del tutor. Babahoyo, 2019.	46
Imagen 10. Control fitosanitario de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.	47
Imagen 11. Riego de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.....	47
Imagen 12. Toma de diámetro del tallo de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.	48
Imagen 13. Toma de la altura de la planta de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.	48
Imagen 14. Toma de longitud radicular de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.	49
Imagen 15. Toma de datos en el laboratorio. Babahoyo, 2019.....	49

I. INTRODUCCION

El cacao es uno de los cultivos más antiguos e importantes del mundo, siendo el cultivo que sostiene la economía de muchos países en el mundo. En Ecuador es el tercer rubro de exportación del PIB y el segundo en el PIB agrícola. Este cultivo de siembra en algo más de sesenta países, siendo consumido como alimento básico por más del 30 % de la población de cada uno de ellos. La cultura del cacao en Ecuador es antigua, se sabe que, a la llegada de los españoles en la costa del Pacífico, ya se observaban grandes árboles de cacao que demostraban el conocimiento y la utilización de esta especie en la región costera, antes de la llegada de los europeos (Anecacao, 2015).

En la actualidad, la mayor parte del cacao ecuatoriano corresponde a una mezcla de Nacional y trinitario introducidos después de 1920 por considerarse más resistente a las enfermedades. Sin embargo, el sabor Arriba sigue permaneciendo ya que el Ecuador tiene las condiciones agro-climáticas para el desarrollo del cultivo (Anecacao, 2015).

El cultivo de cacao actualmente se extiende alrededor de 400 000 ha y se registran plantaciones de cacao nacional, forastero y criollos en un 80 % y con CCN-51 se cree que alcanzamos a un 20 %. La investigación se ha centrado principalmente en mejoramiento genético y en los últimos años su enfoque fue tener policlones de alta productividad; sin embargo, muy poco se ha dedicado al aspecto nutricional con el propósito de incrementar su producción, en unos casos se debe a falta de orientación y capacitación y en otros a la “cultura” de mantener huertos con baja población y a un exceso de otros cultivos utilizados como sombra condición que hace poco rentable su cultivo (Sinagap, 2015).

El cacao cuenta con un alto índice de grasas (sobre todo saturadas, y en menor medida, monoinsaturadas y poliinsaturadas), hidratos de carbono y proteínas, pero también contiene magnesio, fósforo, potasio, teobromina, cafeína, antioxidantes y agua, entre otros. El cacao además destaca por tener un elevado aporte de energía, por lo que suele indicarse para aquellas personas que realicen actividades deportivas o ejercicio físico de manera intensa (Cuidate plus, 2018).

En el Ecuador se cultiva anualmente 350 000 ha, principalmente en las provincias del Guayas y los Ríos, con un rendimiento promedio de nacional de 0,4

tm/ha de cacao seco. La provincia de Los Ríos, es la segunda productora de cacao y la primera en cacao fino de aroma en el país con aproximadamente 162 000 ha, de las cuales un 70 % se realiza con poco manejo tecnológico. Alrededor del 90 % al 95 % del cacao en todo el mundo es producido por pequeños agricultores. El tamaño promedio de un cacaotal es de 3 hectáreas, pero el mayor porcentaje de las fincas se ubica en bloques de 2 a 5 hectáreas.¹

En el Ecuador actual se cultivan algunos tipos de cacao, pero la variedad conocida como NACIONAL es la más buscada entre los fabricantes de chocolate, por la calidad de sus granos y la finura de su aroma. Sin embargo, la llegada de enfermedades severas como la monoliosis o la escoba de bruja, hace unos 100 años, engendró la introducción masiva de cacao extranjero, proveniente particularmente de Venezuela. (Anecacao, 2015)

Estos cacaos se cruzaban con la variedad local, dando híbridos vigorosos y productivos, pero cuyos frutos tenían una calidad aromática menor que la original. Se pensó entonces que se debería poder encontrar los representantes de esta variedad ancestral, que se estaba paulatinamente perdiendo en el proceso de hibridación y poder así volver a recrear las variedades productivas con un gusto equivalente a la variedad nativa Nacional. El uso de fertilizantes es escaso o nulo, por lo que se ha visto otras alternativas, como el uso de abonos orgánicos y se tiene conocimiento que, hace 400 millones de años, las plantas desarrollaron una relación simbiótica con los hongos micorrízicos, una relación que en la actualidad sigue siendo crítica para la salud de las plantas. Las micorrizas son nativas de todos los suelos tropicales, y de todos los ecosistemas terrestres (Aguilar, 2013).

Las micorrizas se definen en términos generales como la asociación simbiótica entre los hongos del suelo, y los órganos de absorción de las plantas. Este tipo de simbiosis se define como mutualismo clásico por que se ha demostrado que ambos simbioses se benefician del intercambio recíproco de fuentes minerales y orgánicas. Los hongos micorrízicos son especies con la capacidad de colonizar el exterior (ectomicorrizas) o interior (endomycorrizas) de las raíces de absorción para obtener compuestos orgánicos esenciales. En retribución, los hongos extienden largos filamentos vegetativos (micelio) en el

¹ Manual técnico de Cacao. INIAP. 2009

suelo para extraer agua y elementos esenciales para compartirlos con las plantas. Las micorrizas son capaces de absorber, acumular y transferir los principales macro y micronutrientes y el agua a la planta más rápidamente que las raíces sin micorrizas.

El principal beneficio que las plantas obtienen de las micorrizas es el incremento en la adquisición de nutrimentos de baja movilidad y disponibilidad como el fósforo. Sin embargo, los últimos estudios han demostrado, que el beneficio es más amplio y complejo, indicando que las plantas micorrizadas pueden tolerar ambientes adversos, bióticos y abióticos. Las micorrizas son deseables en suelos afectados por metales pesados, ya que se ha comprobado que, en suelos afectados por estos metales, las plantas micorrizadas poseen mayor resistencia, gracias a la capacidad que obtiene para inmovilizar los metales en la raíz, con lo cual impiden que dichos metales pasen a la parte aérea de la planta (Intagri, 2015).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar los complejos micorrízicos asociados al cultivo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de un clon de cacao tipo nacional, a la aplicación de fertilizantes y micorrizas en diferentes proporciones.
- Determinar el efecto de las cepas de micorrizas, y la dosis más adecuada.
- Analizar económicamente el costo de los tratamientos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del Cultivo de cacao

El origen del *Theobroma cacao* L. es del alto amazonas, y su domesticación se inició en el sur de México y América central con los Mayas, quienes apreciaron las buenas cualidades de las almendras de cacao hace más de 200 años, también utilizaron los Aztecas. Las principales áreas de siembra en el Ecuador son la provincia de Los Ríos (Vinces, Babahoyo, Palenque Baba, Pueblo Viejo, Catarama y Ventanas). En el sur de la provincia del Guayas (Naranjal, Balao y Tenguel) y en la provincia del Oro (Machala y Santa Rosa), en mayor cantidad. El promedio de área sembrada por agricultor es de 3 hectáreas, los rendimientos anuales fluctúan entre 300 a 500 kg/ha de cacao seco (Anecacao, 2015).

2.2 taxonomía del Cacao

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Tribu: Theobromeae

Género: *Theobroma*

Especie: *cacao* L (Agroscopio, 2017).

2.3 Morfología del Cacao

Fundesyram, (2009) manifiesta que el árbol del cacao normalmente alcanza una altura entre 6 a 8 metros, con excepción del cacao Nacional del Ecuador y del Amelonado de África Occidental, los que en ocasiones alcanzan alturas hasta unos 12 metros. La Raíz se desarrolla a unos 15 a 20 cm de profundidad en la porción superior de la capa de humus. Éstas se extienden en forma horizontal a 5 y 6 metros del tronco del árbol, con raíces laterales que se dividen repetidamente. La flor del cacao es hermafrodita, pentámera, con un diámetro de 20 mm, sépalos de coloración verdosos, blancos o rosa claro. El tallo presenta una corteza de color oscuro entre gris – café; sus hojas son simples enteras, ligeramente asimétricas con medidas entre 17 a 48 cm de longitud y 7 a 10 cm de ancho, pubescente en ambas caras.

Además, dentro de su morfología también se encuentra su respectivo fruto, considerado una baya grande o a la vez una mazorca, cuya forma es esférica presentando una coloración purpura o amarillo; en su madurez, dicho fruto contiene un peso de 200 – 1 000 g, en su forma externa se muestran de 5 a 10 surcos ubicados longitudinalmente; sus semillas se observan de manera ovaladas, en color café-rojizas, comprimida y alargadas en unos 20 a 30 mm, (Dosert, Roque, Cano, Torre, y Weigend, 2012).

2.4 Aspecto Agronómico del Clon de Cacao EET – 544

Zona: Litoral y Amazonia

Tolerante: Escoba de bruja, monilla sp.

Plagas: de manera general no es recomendable el uso de insecticida en cacaotales establecidos, porque afectan significativamente las poblaciones de los insectos benéficos.

Rendimiento promedio: bajo condiciones de riego en épocas seca con:

800 plantas/ha 35qq/ha de grano seco

500 plantas/ha 20qq/ha de grano seco

Siembra (distancias):

Unicultivo: 3 x 4m

Sombra provisional (plátanos): 4 x 5 m

Sombra definitiva (guabos): 24 x 24 m (Agroscopio, 2017).

Recomendaciones: se puede sembrar el cacao en conjunto con las plantas que servirán de sombra, pero es preferible que las plantas sombra se encuentren plantas por 6-8 meses para realizar el trasplante del cacao. Sembrar en la época de inicio de precipitación. Con aplicación de 10 - 30 - 10 al momento del trasplante. En zonas húmedas se recomienda realizar labores de prevención de enfermedades de manera más frecuente. Realizar un análisis de suelo para aplicar un programa de fertilización adecuado (Agroscopio, 2017).

2.5 Nutrición y Fertilización del cultivo de Cacao

Egas, (2010) Expone, para originar una apropiada fertilidad y un óptimo estado nutricional a la planta, es importante recurrir a la implementación de fertilizantes, esto es necesario realizarlo con el correspondiente análisis de suelo del lugar escogido para la plantación de cacao.

Los requerimientos nutricionales importantes para el cultivo de cacao, con fines de alcanzar un desarrollo y crecimiento óptimo desde el trasplante hasta la etapa de inicio de producción de la mazorca son: un aproximado de 200 kg de nitrógeno, 25 kg de fósforo, 300 kg de potasio y cerca de 140 kg de calcio por hectárea. Un método que aportaría cierta cantidad de los nutrientes que requiere el suelo; es aplicando al campo la cáscara de la mazorca, esto beneficiará al suelo con: 2 kg de nitrógeno, 5 kg de fósforo y 24 kg de potasio (Aguilar, 2013)

2.6 Manejo del vivero

Quiroz y Agama, (2006) manifiestan que para el sustento del vivero se debe realizar actividades que son necesarios para el buen crecimiento de las plantas y un normal desarrollo de las actividades del vivero.

Entre estas actividades están:

a. Preparación del sustrato, llenado y acomodo de bolsas

Para llenar las bolsas se recomienda usar tierra agrícola rica en materia orgánica, se la zarandea para eliminar piedras y otros cuerpos extraños, se la puede combinar con tamo de arroz para mejorar su estructura y retener la humedad, se recomienda enriquecer el sustrato con materia orgánica como humus de lombriz o compost. La proporción de la mezcla debe ser de 3:2:1 para obtener un sustrato de excelente calidad (Ártica, 2008).

b. Siembra

En el centro de la bolsa se hace una pequeña perforación de un centímetro, donde se ubica la semilla. Cuando la semilla no tiene un brote de raíz, entonces se coloca acostada. Si ya está germinada, se coloca con delicadeza con el brote de la raíz hacia abajo (Lutheran World Relief, 2013).

c. Riego

En período de germinación es necesario para las semillas ya que es uno de los componentes para el estímulo de la germinación, el riego en esta etapa se lo debe ejecutar 2 veces al día, en las primeras horas de la mañana y en la tarde, el riego dependerá también de las condiciones climáticas de la zona. Las plantas deben estar húmedas, pero no en exceso porque puede fomentar la aparición de enfermedades (Quiroz y Agama, 2006).

d. Control de malezas

Ártica, (2008) Menciona que se debe excluir de forma manual las malezas que se van desplegando en el vivero y en las bolsas con las semillas, de esta manera se evade la competencia de nutrientes con la planta. Además, pueden ser hospederos de insectos y hongos que a futuro pueden producir enfermedades.

e. Fertilización

Inta, (2009) Indica que se debe de aplica una vez al mes cinco gramos por planta de un fertilizante completo (12 – 30 – 10 o 8 – 20 – 20) en forma circular cerca del borde de la bolsa. Aplicar fertilizante orgánico mediante el uso del humus de lombriz, estiércol descompuesto, bocashi, compost, en dosis de 20 gramos por bolsa, por mes. Hacer aplicaciones complementarias con fertilizantes foliares.

f. Control fitosanitario

Hay organismos como hongos, bacterias e insectos los cuales logran causar enfermedades en las plantas, su presencia se haya determinada por los siguientes factores:

- Inadecuada fertilización.
- Uso excesivo de materia orgánica
- Mal manejo de riego.
- Mal manejo de la sombra.

Un manejo agronómico adecuado es de vital importancia para prevenir cualquier aparición de plagas y enfermedades en el vivero además que se reduce el uso de químicos (Quiroz, J., Agama, J., 2006).

2.7 Vivero de cacao

Un vivero de cacao es un sitio donde se producen plantas a través de semillas de injertos. Estas plantas deben ser sanas, vigorosas, con las características propias del clon o híbrido a producir (Inta, 2009).

El vivero debe de construirse teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El tamaño estará de acuerdo con el número de hectáreas que se vaya a cultivar. En áreas grandes es convenientes hacer varios viveros, distribuidos de tal manera que se facilite el acarreo de las plantas a los sitios definitivos de siembra.
- b) Debe estar cerca de una fuente de agua, con el fin de aplicar riegos suplementarios a las plántulas y, además utilizarla para las formulaciones, aspersiones de pesticidas, y fungicidas.
- c) Deben escogerse terrenos planos, que no presenten peligros de inundación. Alrededor del área deben construirse pequeñas zanjas de drenaje.
- d) El vivero debe estar protegido contra vientos fuertes y bien cercado para evitar los daños que ocasionan los animales.
- e) Deben tener una sombra apropiada, que proporcione como mínimo un 50 % de sombreado, este se logra con hojas de palma, con caña brava o con cedazo plástico hecho para tal fin (Enriquez, 1987).

2.8 Importancia de las Micorrizas

El término micorriza fue acuñado por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, y procede del griego mykos que significa hongo y del latín rhiza que significa raíz. Trappe, (1994) define a las micorrizas en términos funcionales y estructurales, como "órganos de absorción dobles que se forman cuando los hongos simbiotes viven dentro de los órganos de absorción sanos (raíces, rizomas o talos) de las plantas terrestres, acuáticas o epífitas". En esta asociación,

la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares, producto de su fotosíntesis) y un micro hábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrimentos minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fósforo) (Camargo, 2012).

Las micorrizas poseen características tanto químicas como físicas y a su vez biológicas que determinan la fertilización y conservación de los agrosistemas, la actividad de estos microorganismos influye en la cinética que se lleva a cabo en los suelos cultivados como no cultivados tales como: la mineralización e inmovilización de nutrientes y su participación activa en el ciclo de los nutrientes del suelo (Modjo, Hendrix, Jhonson, y Rossi, 2006).

Los hongos micorrízicos son especies con la capacidad de colonizar el exterior o interior de las raíces de absorción de plantas, para obtener compuestos orgánicos esenciales. Las micorrizas son capaces de absorber, acumular y transferir los principales macro y micro nutrientes, y el agua a la planta más rápidamente que las raíces sin micorrizas. Décadas de investigación muestran que las micorrizas incrementan la tolerancia de las plantas a la sequía, compactación, altas temperaturas del suelo, metales pesados, salinidad, toxinas orgánicas e inorgánicas y extremos de pH del suelo (Sieverding, 2007).

Herrera-Peraza, Valdes, Torres, y Furrázola, (2008) Expresan que una asociación micorrízica parasítica se puede presentar en una condición o estado particular en el desarrollo de la asociación. Por ejemplo, la formación de micorrizas en arboles puede disminuir el crecimiento de las plántulas en las primeras semanas siguientes a la germinación, la extensión del periodo depende del tamaño de la semilla y de las condiciones ambientales desfavorables (por ejemplo, debido a altas aplicaciones de fósforo). La explicación de la extensión de la fase parasítica cuando las semillas son grandes, se debe, a que el carbono que el hongo requiere para su crecimiento proviene de las reservas de las semillas y las plántulas también dependen de éstas reservas de carbono para crecer, ya que su capacidad fotosintética no es suficiente para mantener su crecimiento y el desarrollo del hongo.

Gosling (2006) señala que la micorriza tiene ventaja sobre la raíz no micorrizada por que el micelio externo se extiende a mayor distancia que los pelos radicales. Además, les imparten otros beneficios como: mejoran la agregación del suelo, incrementan la tasa fotosintética, reducen la proporción raíz: parte aérea, aumenta la actividad microbiológica del suelo, aumenta la fijación de nitrógeno por bacterias simbióticas, incrementa la resistencia a plagas y a estrés ambiental, estimula la actividad de sustancias reguladoras de crecimiento, aumenta la tolerancia a la sequía.

Según Castillo y Cueva (2010) en un estudio sobre caracterización de micorrizas se enfocaron a la clasificación morfológica de los hongos que forman este tipo y están asociadas a las raíces de tomate de árbol (*Solanum betaceum*, Solanáceas) especie endémica del sur del Ecuador, frecuentemente cultivada en los valles interandinos. La muestra de estudio fue colectada en dos cultivos de la ciudad de Loja. Se analizó raíces de tomate de árbol de 5 individuos de la Estación Agroecológica Zamora Huayco y raíces de 10 individuos (*Solanum cajaniensis*) pertenecientes al Bosque de Santiago; bajo dos condiciones. Finas raíces de + 2 cm de longitud fueron teñidas con azul de metileno para estudiar anatomía de micelio. Microscopía de luz reveló visiblemente grandes cantidades de micelio, conexiones de la raíz colonizada, apresorios que se forman al penetrar a la raíz, vesículas con sus formas regulares e irregulares, coils, arbuscúlos con sus diversas formas y tamaño.

Estas características en combinación con el micelio supraradical y micelio intraradical permitieron identificar 15 morfotipos que recopilan caracteres indicativos de dos posibles géneros (*Glomus* y *Acaulospora*), predominando el género *Glomus* en plantas de tomate de árbol *Solanum cajaniensis*, en cambio los géneros *Glomus*, *Acaulospora* y *Scutellospora*, predominan en las plantas de tomate de árbol *Solanum betacea*.

La interacción de la micorriza y microorganismos implicados en el control biológicos suponen una integración de mecanismos benéficos para la sanidad vegetal, lo cual se considera como principal objetivo en el campo de la sustentabilidad agrícola (Alarcon y Ferrara, 2000).

Las micorrizas son hongos que viven en o sobre las raíces de las plantas y actúan para extender el alcance de los cilios de las raíces dentro del suelo. Las micorrizas aumentan el consumo de agua y nutrientes, especialmente de fósforo. Son particularmente importantes en suelos gastados o poco fértiles. Las raíces colonizadas por micorrizas están más protegidas de ser penetradas por nematodos que se alimentan de raíces, ya que la plaga no puede perforar la gruesa red fungal. Las micorrizas también producen hormonas y antibióticos, los que mejoran el crecimiento de las raíces y proveen supresión de enfermedades. Los hongos se benefician de la asociación con las plantas tomando nutrientes y carbohidratos de las raíces en que viven (Bastidas, Peña, Reyes, y Jimenez, 2007).

2.9 Características de la relación simbiótica

En toda simbiosis mutualista existe un beneficio para sus componentes, lo que permite su supervivencia por selección natural. Por un lado, la planta obtiene varios beneficios. Un incremento en la disponibilidad de nutrientes poco movibles, sobre todo fósforo (también Cu, Zn, K, Fe, Ca y otros), y una mejor captación y asimilación de nitrógeno. Pero la razón principal es que el micelio del hongo, normalmente muy ramificado, permite aumentar el volumen de suelo explotable (cada centímetro de raíz puede sostener varios metros de hifas). El hongo puede proteger a la planta frente al ataque de microorganismos patógenos (Universidad de Almería, 2018).

La relación HMA-planta no es considerada específica, debido a que cualquier especie de HMA puede colonizar o formar simbiosis con cualquier planta, ya que se encuentran en todo tipo de suelos prácticamente. No obstante, bajo ciertas condiciones edafo-climáticas, algunos hongos pueden beneficiar mejor o en mayor grado un determinado hospedero. El pH, la humedad del suelo y la disponibilidad de nutrientes influyen no solo en la colonización, sino también en el número de esporas producidas por los hongos formadores de micorrizas arbusculares. Los HMA son encontrados en todo tipo de suelos y pueden colonizar cualquier planta que establece simbiosis con ellos, sin embargo las condiciones físico-químicas del suelo, podrían estar generando cierto tipo de especificidad con respecto a las plantas hospederas; según las respuestas que muestran las plantas a determinadas especies de HMA: la mayoría de los estudios existentes,

relacionan la potencialidad y la eficiencia de la inoculación con HMA en diferentes cultivos in vitro y en casa de vegetación en invernadero (Bernal & Morales, 2006).

Poco estudio ha evidenciado el efecto de tienen las condiciones ambientales sobre el establecimiento de las HMA en diferentes ecosistemas. Los estudios realizados se convierten entonces en casos que muestran como ciertos parámetros físico-químicos (pH, Fósforo, Nitrógeno y sodio) de suelos de fincas ganaderas tienen un efecto sobre el establecimiento de HMA sobre raíces de cultivos. Es importante evaluar in situ, los efectos de condiciones ambientales sobre la colonización de estos microorganismos en diferentes nichos ecológicos con pasturas (CIRAD, 2012).

Franco (s.f) Menciona que las plantas sometidas a estrés hídrico se observa un mayor contenido en proteínas. De esta forma se comprueba que una situación de estrés produce un adelanto en la síntesis de proteínas de alto peso molecular en las plantas no micorrizadas. Por tanto, el patrón proteico de determinadas proteínas puede verse alterado en estadios tempranos del desarrollo de frutos por ejemplo en plantas micorrizadas se frena este efecto. La micorrización podría atenuar las alteraciones provocadas por el déficit hídrico y mejorar la capacidad de resistencia al estrés. Además, la presencia de micorrizas favorece la absorción de agua por la planta.

Las micorrizas son un recurso biológico, cuyo manejo y conservación, además de los efectos sobre la productividad vegetal, genera beneficios ambientales al mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo. Los beneficios desde el punto de vista biológico, se derivan de su interacción con los diversos grupos de macro y microorganismos de la rizósfera, tales como aquellos implicados en el ciclaje de nutrientes (bacterias fijadoras de nitrógenos y los microorganismos solubilizadores de fosfatos). Así mismo, dichos hongos interactúan con hongos implicados en el control biológicos de patógenos presentes en el suelo, demostrando que existen diferentes tipos de interacciones con las micorrizas arbusculares (Perez y Vertel, 2009).

Gonzales (2012) manifiesta que las micorrizas cumplen funciones muy importantes en el ecosistema: Mejoran la absorción de nutrientes en el suelo: pueden usar formas orgánicas e inorgánicas de nitrógeno y fósforo, pueden

aprovechar el amonio y los nitratos y acceden a fuentes de fósforo no disponibles para las plantas. Aumentan la absorción de agua, protegen a la raíz frente a parásitos, interaccionan con otros microorganismos, como consecuencia se produce una mejora en el crecimiento y en la nutrición vegetal. Las plantas que no tienen micorrizas son más débiles y pequeñas que aquellas que presentan estas asociaciones.

Según (Brundrett, Bougher, Dell, Grove, y Malajczuk, 2006) publicaron que la presencia del hongo en las raíces modifica su morfología, promoviendo su bifurcación, ramificación y ensanchamiento y aumentando con esto su superficie de absorción. Las hifas que se proyectan al exterior de la raíz exploran un volumen mayor de suelo, algunas especies pueden formar cordones miceliares o rizomorfos, los cuales tienen una mayor capacidad exploratoria y pueden tolerar condiciones adversas más fácilmente y su periodo de vida es más largo que el de las hifas individualizadas.

El proceso de germinación se inicia cuando las esporas de micorrizas están presentes en el suelo, y las raíces envían la señal. El crecimiento de las hifas o micelio antes de la “infección” a las plantas es el paso siguiente. Al penetrar a las raíces, se forma una estructura llamada apresorio, con la cual se sostienen en las raíces, y posteriormente se inicia la penetración. A continuación, se produce la colonización en raíces, el crecimiento de micelios, y la formación de los arbusculos y vesículas (esporas); de tal manera que, al existir condiciones adecuadas para las micorrizas, éstas se establecen y ayudan a una mejor absorción de nutrientes en las plantas (Camargo y Guerrero, 2014).

Se pudo confirmar la presencia de estructuras de hongos micorrízicos arbusculares en las raíces de palma aceitera como arbusculos, vesículas e hifas. Con la presencia de estas, se pudo comprobar que existen altos valores para la tasa de infección en raíces y población de esporas en los suelos de las zonas estudiadas lo que sugiere que existe un alto grado de asociación de las raíces de palma aceitera con las micorrizas arbusculares. Además, esta asociación se relaciona a factores que promueven la colonización y esporulación micorrízicos como: contenido de materia orgánica, precipitación y cobertura vegetal. En las zonas estudiadas se identificaron los géneros de micorrizas: *Glomus spp.*,

Acaulospora spp. *Archaeospora spp.* y *Gigaspora spp* (Maldonado, Morales, Bravo, y Bernal, 2012).

En un estudio realizado por (Bolleta, Rodriguez, y Kruger, 2005), se encontró que las plantas de trigo inoculadas con hongos micorrízicos mejoraron la absorción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, cobre y zinc en el estadio de espigamiento. Este incremento fue más importante con menor disponibilidad de agua en el suelo. Además, en los tratamientos inoculados se observaron mayor número de espigas m², peso de mil granos y rendimiento; estas respuestas fueron similares al tratamiento fertilizado. Por otro lado, las plantas micorrizadas mejoraron la eficiencia en el uso de agua del suelo en los años con bajas precipitaciones. Por último, los hongos micorrízicos cumplen un rol importante en condiciones de campo, incrementando la habilidad competitiva de las plantas hospedantes durante momentos de déficit hídrico.

2.10 Características de productos con cepas micorrízicas

Bioremedy o Ecofungi

Ecoaccion Bolivia (2017) Ecofungi es un concentrado de esporas de 8 cepas de micorrizas. Por cada gramo de producto, tiene una concentración mínima garantizada de 280 esporas de endomicorrizas y $2,7 \times 10^6$ esporas de ectomicorrizas. Ecofungi estimula la propagación de bacterias fijadoras de nitrógeno, como *Rizobium*, promueve el crecimiento de bacterias que se asocian a las raíces de las plantas y estimulan el crecimiento de estas (rizobacterias), así como también de cepas de Trichodermas y de Bacilos con habilidades de biocontrol de organismos patógenos.

Glumix

Es un inoculante y mejorador de suelos, formulado con esporas de *Glomus geosporum*, *G. Fasciculatum*, *G. constrictum*, *G. tortuosum*, *G. intraradices*, cepas seleccionadas de hongos micorrízicos vesículo arbusculares (VAM). Altamente eficientes en la asimilación de fósforo y otros nutrimentos, además de proporcionar resistencia a las plantas bajo condiciones de estrés por sequía, salinidad, heladas, exceso de lluvias y mayor tolerancia a enfermedades. GLUMIX® invade las raíces al momento que éstas emiten exudados o

compuestos químicos que estimulan la germinación de las esporas. Las hifas y el micelio de las micorrizas penetran la raíz de la planta, entrando en íntimo contacto con las células radiculares, específicamente con los ribosomas. Externamente a las raíces, las micorrizas emiten gran cantidad de micelio o hifas quienes se extienden explorando un volumen de suelo mucho mayor, al que lo harían las raíces en condiciones normales (Dipo, 2018).

Micobacter o micor_9

Fenecsa (2018) Es un concentrado de Endo y Ectomicorrizas. Por cada litro de producto, tiene una concentración mínima garantizada de 8×10 UFC (Unidades formadoras de colonias) de Endomicorrizas y 7×10 UFC de Ectomicorrizas. Estas asociaciones son otro de los mecanismos con los cuales las micorrizas ayudan al control de enfermedades radiculares. Las micorrizas alimentan la red trófica del suelo al ser consumidas principalmente por lombrices, insectos y por otros hongos. **MICOR 9®** contiene esporas de nueve especies de micorrizas elegidas por su compatibilidad con gran variedad de plantas, alto grado de colonización, adaptación a diversos suelos y a diferentes condiciones ambientales; contiene 4 cepas de Endomicorrizas (*Glomus spp.*) y 5 cepas de Ectomicorrizas (*Pisoltithus spp.* y *Rhizopogon spp.*).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del lote experimental

El presente trabajo experimental se realizó en la Finca “La Victoria” perteneciente al Sr. Elio Gutiérrez Domínguez, ubicada en el Kilómetro 17 ½ de la Vía Babahoyo - San Juan.

Con coordenadas geográficas de 672 797 UTM de longitud oeste y 9 797 208 UTM de latitud sur, altitud 8 msnm² (UTB - INAHMI, 2013)¹.

3.2 Métodos

Para el ensayo de campo se utilizarán los métodos: deductivo-inductivo, inductivo-deductivo y el diseño experimental.

3.3 Factores de Estudio

Variable dependiente: comportamiento agronómico de plántulas de cacao.

Variable independiente: fuentes de micorrizas.

3.4 Materiales de siembra

Se empleó la semilla del clon EET – 544

3.5 Material genético

Se trabajó en una plantación cultivada con la variedad de cacao EET-544 (Iniap, 2012)³ y con cinco años de edad. Este lote está sembrado en el área de cacao de la FACIAG. El clon posee las siguientes características:

- a. Alto rendimiento/ha/año
- b. Bajo índice de mazorca
- c. Alto índice de semilla
- d. Alto % de mazorcas sanas.
- e. Media incidencia de escoba de bruja y monilla.
- f. Bajo % de plantas afectadas por mal de machete

² Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB-INAHMI. 2013

³ Manual de clones INIAP, 2012

- g. Material para región seca
- h. Calidad de cacao fino de aroma
- i. Cacao de alta productividad

3.6 Tratamientos

Para la realización del presente trabajo se aplicaron los siguientes tratamientos:

Cuadro 1. Detalle de tratamientos utilizados en el trabajo experimental

	Tratamiento	Dosis de aplicación g/planta	Época de aplicación d.d.t
T1	Cepa Ecofungi	3,0	0-30-60-90
T2	Cepa Micobacter	3,0	0-30-60-90
T3	Cepa Glumix	3,0	0-30-60-90
T4	Cepa ANCUPA	3,0	0-30-60-90
T5	Cepa FACIAG	3,0	0-30-60-90

- **d.d.s:** Días después del trasplante.

3.7 Diseño Experimental

El diseño que se utilizó para el desarrollo del ensayo es de bloques completos al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Para la evaluación y comparación de medidas de los tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

3.7.1 Análisis de varianza

Cuadro 2. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados libertad
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Error experimental	12
Total	19

3.8 Manejo del ensayo

3.8.1 Instalación del vivero

En la instalación del vivero se utilizó caña guadua para realizar los puntales y en la parte superior y alrededor se colocó una cobertura de polisombra (saram) con 50 % de luminosidad. El espaciamiento entre cada bloque será de 2 metros para facilitar el trabajo de manejo agronómico. El distanciamiento entre tratamiento será de 50 cm.

Cada tratamiento estará conformado por 20 fundas de polipropileno color negro para vivero con perforaciones de 0,3 cm, para escurrir los excesos de agua y con un tamaño de 6" x 8".

3.8.2 Preparación de sustrato

El sustrato se realizó mezclando con una pala metálica dos porciones de suelo agrícola (60 %), una porción de tamo de arroz (20 %) y una de arena (20 %), siendo este proceso realizado bajo sombra.

3.8.3 Siembra

Se realizó un semillero y se utilizó un espeque de mano de 20 cm aproximadamente para hacer el hoyo, donde se coloca la semilla del clon EET - 544, posteriormente se tapó la semilla ligeramente para evitar la compactación y así puedan germinar con mayor facilidad.

Después que las plantas ya presentaron de dos a tres hojas verdaderas se procedió a realizar su trasplante a las fundas con el debido cuidado para que no se lastimen sus raíces.

3.8.4 Llenado de fundas

Para el llenado de fundas se utilizó una pala jardinera para completar el volumen totalmente hasta su borde. Luego se compacto con ligeros golpes para evitar bolsas de aire en su interior antes del riego, todo el material se llenará en seco para evitar que las fundas quedaran mal llenadas. Posteriormente se procedió a regar para que el aire existente disminuya y se compacte el sustrato.

3.8.5 Control de malezas

El control de malezas se realizó de manera manual en cada una de las fundas. En los espacios entre parcelas y tratamientos se utilizó un control manual con rabón.

3.8.6 Control Fitosanitario

La plantación presento ataque por pulgones, se realizó la aplicación de Cipermetrina en dosis de 2 cc/ L de agua.

3.8.7 Riego

Esta labor se realizó en función de las necesidades hídricas de las plántulas del cultivo y nivel de humedad del sustrato, en evaluaciones diarias del mismo. Se realizó un riego semanal con aproximadamente 0,5 L/funda en horas de la mañana.

3.8.8 Fertilización

Con el fin de lograr un adecuado crecimiento se hizo la aplicación del fertilizante con las formulas completas 8-20-20, en dosis de 10 gramos por planta al mes. La primera aplicación se la efectuó a los 45 días después de la siembra.

3.8.9 Podas y deshojes

En esta labor se realizó la eliminación de plántulas que no presentaron buenas características en su enraizamiento. Se dejaron aquellas que por sus características están libres de daños, enfermedades, con buen crecimiento y coloración.

3.9 Datos a Evaluar

3.9.1 Altura de Planta

Se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice o punto de crecimiento vegetativo (yema), a partir de los 60 días después de la siembra en 10 plantas al azar por tratamientos. Posteriormente se realizó la medición a los 120 días después de la siembra. Los valores se expresaron en cm.

3.9.2 Emisión foliar

Se realizó en 10 planta al azar por tratamiento, se tomarán de las parcelas. Para el efecto se contó el número de hojas emitidas por la plántula en el vivero y el intervalo entre la aparición de una hoja nueva con una vieja, expresando el valor en días. Se evaluó a los 60 y 120 días después de la siembra.

3.9.3 Diámetro de tallo

Se tomó en el tercio medio de la planta a los 30 días después de la siembra. Posteriormente se evaluó en 120 días después de la siembra, en 10 plantas al azar por tratamiento. Para el efecto se utilizará un calibre, expresando el valor obtenido en milímetros.

3.9.4 Longitud de hoja

Se tomó las hojas jóvenes y se procedió a medir la longitud de cada una de las 10 plantas al azar por tratamientos a los 30 y 120 días después de la siembra.

3.9.5 Área foliar

Se tomó a los 60 y 120 días después de la siembra, midiendo la longitud y ancho de las hojas recién emitidas. Se lo hizo en 10 plantas al azar por tratamiento, calculando el área con la siguiente fórmula (Cordoica, 1999):

$$A = \pi \times a \times b$$

A: área foliar en milímetros.

π : pi

a: largo de la hoja en milímetros.

b: ancho de la hoja en milímetros.

3.9.6 Longitud radicular

En las mismas 10 planta del inciso anterior se evaluó la amplitud del crecimiento de las raíces dentro del sustrato (colonización y crecimiento de raíces). Para el efecto se utilizó la siguiente escala visual subjetiva utilizada por la ICO (Organización Internacional del Cacao):

- 1= Longitud de raíz menor a 5 cm de profundidad, no ramificada.
- 2= Longitud de raíz mayor a 5 cm de profundidad, ramificada.
- 3= Longitud de raíz menor de 6-10 cm de profundidad, no ramificada.
- 4= Longitud de raíz mayor de 6-10 cm de profundidad, ramificada.
- 5= Longitud de raíz mayor de 11 cm de profundidad, ramificada.

3.9.7 Biomasa Radical

Se tomó a los 120 días, después de la siembra, midiendo con una probeta de 100ml en donde se sumergió la raíz y el volumen desplazado se lo registro como el volumen de la biomasa radical.

3.9.8 Análisis económico

Se realizó según el costo de los tratamientos y el beneficio por crecimiento acelerado para venta de las plántulas.

3.9.9 Porcentaje de colonización de micorrizas.

Estuvo definido con el crecimiento de las micorrizas en planta tratada a determinado proceso de fertilización contra plantas no tratadas, para el efecto se utilizará la siguiente formula:

$$DM = (M - NM) / NM \times 100$$

M: Crecimiento de la planta tratada

NM: Crecimiento de la planta no tratada

3.9.10 Conteo de esporas

Para la determinación de la población de esporas micorrízicas de suelo, se empleó el método de “tamizado en húmedo y decantación” de Gerdemann y Nicolson (1963), se expresará en g/100 gss (gramos de suelo seco). El método se detalla a continuación:

1. Se toma una muestra de un kilogramo de suelo de los sitios de muestreo. Se seca a 17 C° durante 5 días.
2. Se tamiza el suelo para liberar materiales extraños (piedras, arenas), se mezcla y se toma 50 g de suelo.
3. En 500 ml de agua corriente se licua el suelo por espacio de 5 segundos y se deja reposar por 30 segundos, repitiendo la operación 3 veces.
4. Se pasó esta suspensión a través de tres tamices en serie de 0,425, 0,25 y 0,045 mm. En este último se recoge el suelo limoso, mediante un chorro de agua que pasa el papel de filtro
5. De la cantidad de suelo obtenido se toma un gramo de suelo el cual se repartió en 4 tubos de ensayo, se adiciono 300 mL de agua destilada y se centrifugo a 250 revoluciones por minuto durante 5 minutos.
6. La suspensión se pasó por un papel filtro y se observaron en el estereoscopio para realizar la respectiva lectura.⁴

⁴Fuente: “Efectos de la asociación Micorrizas más Trichoderma sobre el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) en viveros, en la zona de Babahoyo”
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3015/4/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000004.pdf-2016>

IV. RESULTADOS

4.1 Altura de la planta

Los registros de la altura de planta evaluada a los 60 y 120 días después del trasplante, se registran en el Cuadro 3. El análisis de varianza presentó altas diferencias significativas para las aplicaciones en todas las evaluaciones realizadas, siendo los coeficientes de variación fue 20,34, 17,38 %; respectivamente.

La estimación realizada a los 60 días después del trasplante determinó mayor altura con la aplicación de la cepa Ecofungi (26,14 cm), siendo estadísticamente igual a la cepa Micobacter (21,12 cm), pero superior al resto de tratamientos. El menor valor se presentó en la cepa Ancupa (16,55 cm).

A los 120 días después del trasplante, se obtuvo comportamientos similares, teniendo mayor altura las plantas tratadas con la cepa Ecofungi (28,07 cm), siendo estadísticamente igual a Micobacter (23,13 cm), pero superior a los demás tratamientos. Menor altura se reportó en la cepa Ancupa (18,90 cm).

Cuadro 3. Altura de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Altura de planta cm	
	60 d.d.t	120 d.d.t
T1 Cepa Ecofungi	26,14 a	28,07 a
T2 Cepa Micobacter	21,12 ab	23,13 ab
T3 Cepa Glumix	16,93 b	19,34 b
T4 Cepa ANCUPA	16,55 b	18,90 b
T5 Cepa FACIAG	19,54 ab	21,97 ab
Promedio	20,07	22,28
Significancia	**	**
Coefficiente de variación	20,34	17,38

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. ** = altamente significativo
d.d.t.: días después del trasplante.

4.2 Emisión foliar

Esta variable mostró diferencias en los tratamientos a los 60 y 120 días después del trasplante, siendo los coeficientes de variación de 19,63 y 18,46, respectivamente (Cuadro 4).

La mejor cepa a los 60 días del trasplante en la emisión foliar fue Ancupa con 3,33 hojas, siendo igual estadísticamente a Micobacter (3,30 hojas), pero superior a los demás tratamientos, estando la menor cantidad de hojas emitidas en la cepa Faciag con 2,58.

La mayor cantidad de hojas a los 120 días se presentó en las plántulas tratadas con Ancupa, las mismas tuvieron un promedio de 6,48 hojas. La media de 5,48 hojas presentó Ecofungi que tuvo el menor valor.

Cuadro 4. Emisión Foliar de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Numero de hojas	
	60 d.d.t	120 d.d.t
T1 Cepa Ecofungi	2,73 a	5,48 a
T2 Cepa Micobacter	3,30 a	5,88 a
T3 Cepa Glumix	2,73 a	5,63 a
T4 Cepa ANCUPA	3,33 a	6,48 a
T5 Cepa FACIAG	2,58 a	6,35 a
Promedio	2,93	5,96
Significancia	Ns	Ns
Coeficiente de variación	19,63	18,46

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Ns = no hay significancia
d.d.t.: días después del trasplante.

4.3 Diámetro del tallo

Esta variable presentó alta variabilidad estadística en las evaluaciones realizadas a los 30 y 120 días después del trasplante, existiendo significancia al momento del trasplante, con coeficientes de variación de 15,60 y 7,45 %; a los 30 y 120 días respectivamente (Cuadro 5).

En la valoración hecha a los 30 días después del trasplante se tuvo una mayor altura cuando se aplicó Ecofungi (0,19 mm), siendo estadísticamente igual a la cepa Ancupa (0,18 mm), pero superior al resto de tratamientos. El menor valor se presentó en la cepa Ancupa y Faciag con 0,15mm.

Cuando se evaluó en los 120 días, se manifestaron valores afines, encontrando la mayor altura en plantas tratadas con la cepa Micobacter y Glumix (0,43 mm), siendo estadísticamente similar a Ecofungi (0,42 mm), pero superior a los demás tratamientos. La menor altura se consiguió en la cepa Ancupa (0,39 mm).

Cuadro 5. Diámetro del Tallo de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Diámetro del Tallo mm	
	30 d.d.t	120 d.d.t
T1 Cepa Ecofungi	0,19 a	0,42 a
T2 Cepa Micobacter	0,18 a	0,43 a
T3 Cepa Glumix	0,17 a	0,43 a
T4 Cepa ANCUPA	0,15 a	0,39 a
T5 Cepa FACIAG	0,15 a	0,40 a
Promedio	0,17	0,41
Significancia	Ns	Ns
Coeficiente de variación	15,60	7,45

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Ns = no hay significancia
d.d.t.: días después del trasplante.

4.4 Longitud de hoja

Los valores presentados para esta variable alcanzaron diferencias significativas a los 30, 60 y 90 días después del trasplante; con coeficientes de variación de 12,62 y 8,12, en su orden (Cuadro 6).

A los 30 días del trasplante se encontró mayor longitud de hoja con la aplicación de la cepa Glumix (11,52 mm), siendo estadísticamente igual a la cepa Ancupa (11,42 mm), pero superior al resto de tratamientos. El menor valor se presentó en la cepa Ecofungi con 9,89 mm.

Glumix (14,01 mm) a los 120 días después del trasplante obtuvo los mayores promedios de altura, el mismo fue estadísticamente igual a la cepa Ancupa (13,86 mm) y Faciag (13,32 mm), pero superior a los otros tratamientos. Se tuvo menor altura en la cepa Micobacter con 10,96 mm.

Cuadro 6. Longitud de Hojas de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Longitud de Hoja	
	60 d.d.t	120 d.d.t
T1 Cepa Ecofungi	9,89 a	12,36 ab
T2 Cepa Micobacter	10,45 a	10,96 b
T3 Cepa Glumix	11,52 a	14,01 a
T4 Cepa ANCUPA	11,42 a	13,86 a
T5 Cepa FACIAG	10,61 a	13,32 ab
Promedio	10,77	12,90
Significancia	Ns	**
Coeficiente de variación	12,62	12,62

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. ** = altamente significativo
 Ns = no hay significancia
 d.d.t.: días después del trasplante.

4.5 Área foliar

Esta variable mostró diferencias en los tratamientos a los 60 y 120 días después del trasplante, siendo los coeficientes de variación de 26,16 y 12,40, respectivamente (Cuadro 7).

La mejor cepa a los 60 días del trasplante en el Área foliar fue Ecofungi con 201,07 cm², siendo igual estadísticamente a Micobacter (150,93 cm²) y Faciag (134,85 cm²), pero superior a los demás tratamientos, estando la menor cantidad en la cepa Ancupa con 115,78 mm.

La mayor cantidad de hojas a los 120 días se presentó en las plántulas tratadas con Micobacter, las misma tuvieron un promedio de 153,90 cm², siendo estadísticamente igual a Ecofungi (150,13 cm², respectivamente) y superior a los otros tratamientos. La media de 122,65 cm² presento la cepa de Ancupa que tuvo el menor valor.

Cuadro 7. Área Foliar de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Área Foliar cm ²	
	60 d.d.t	120 d.d.t
T1 Cepa Ecofungi	201,07 a	150,13 a
T2 Cepa Micobacter	150,93 a	153,90 a
T3 Cepa Glumix	133,63 a	145,48 a
T4 Cepa ANCUPA	115,78 a	122,65 a
T5 Cepa FACIAG	134,85 a	145,20 a
Promedio	147,25	143,47
Significancia	Ns	Ns
Coefficiente de variación	26,16	12,40

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Ns = no hay significancia
d.d.t.: días después del trasplante.

4.6 Longitud radicular

Los valores presentados para esta variable alcanzaron diferencias significativas a los 120 días después del trasplante; con coeficiente de variación de 12,60 (Cuadro 8).

Faciag (15,40 cm) a los 120 días después del trasplante obtuvo los mayores promedios de altura, siendo estadísticamente iguales a Ancupa y Glumix (8,30 y 7,85 cm) superior a los otros tratamientos. Se tuvo menor altura en la cepa Ecofungi con 4,58 cm

Cuadro 8. Longitud Radicular de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos		Longitud Radicular cm
T1	Cepa Ecofungi	4,58 c
T2	Cepa Micobacter	4,85 c
T3	Cepa Glumix	7,85 b
T4	Cepa ANCUPA	8,30 b
T5	Cepa FACIAG	15,40 a
Promedio		8,20
Significancia		**
Coeficiente de variación		12,60

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. ** = altamente significativo
d.d.t.: días después del trasplante.

4.7 Biomasa Radical

El análisis de varianza presentó que no hay significancia para las plantas tratadas con micorrizas, con un coeficiente de variación 12,57 %.

Ecofungi como fuente de hongos micorrízicos tuvo 69,63 ml siendo estadísticamente superior y diferente a los otros tratamientos. Se registró en la cepa Ancupa la menor cantidad con 63,63 ml (Cuadro 9).

Cuadro 9. Biomasa Radical de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos		Biomasa Radical ml
T1	Cepa Ecofungi	69,63 a
T2	Cepa Micobacter	65,25 a
T3	Cepa Glumix	66,88 a
T4	Cepa ANCUPA	63,63 a
T5	Cepa FACIAG	69,50 a
Promedio		66,97
Significancia		Ns
Coeficiente de variación		12,57
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Ns = no hay significancia d.d.t.: días después del trasplante.		

4.8 Análisis económico

En el cuadro 10 y 11, Se demuestra el análisis económico de cada uno de los tratamientos en estudio. La mayor utilidad se obtuvo con el tratamiento Ecofungi en dosis 3 g/planta con \$1462,30; mientras que la menor utilidad se registró con el tratamiento Faciag en dosis de 3 g/planta con \$685,30.

Cuadro 10. Rendimiento de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Valor Total
Preparado del sustrato	-	-	18,00
Jornal llenado de fundas	1	6,00	6,00
Semillas/kg	1	1,20	1,20
Fundas (6"x 12") paquete de 100	5	1,50	7,50
Caña guadua	11	2,00	22,00
Saram metro (m ²)	35	1,20	42,00
8-20-20 (10g/planta)	8 lbs	0,25	2,00
Cipermetrina	30cc	3,50	3,50
Ecofungi	1	35,00	35,00
Micobacter	1 ltr	29,50	29,50
Glumix	1	34,00	34,00
Ancupa	1	10,00	10,00
Faciag	1	12,00	12,00
Costos Totales			\$ 222,70

Cuadro 11. Análisis Económico de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis g./planta	Costos Variables \$	Costos Fijos \$	Costos Producción \$	Plantas producidas \$	Ingresos \$	Utilidad \$
Ecofungi	3	35,00	222,7	257,7	4300	1720	1462,3
Micobacter	3	29,50	222,7	252,2	3500	1400	1147,8
Glumix	3	34,00	222,7	256,7	3000	1200	943,3
Ancupa	3	10,00	222,7	232,7	2500	1000	767,3
Faciag	3	12,00	222,7	234,7	2300	920	685,3

Valor de los productos= Depende del tratamiento.

Valor de plántula= \$0,40

4.9 Porcentaje de colonización

En porcentaje de colonización de las micorrizas, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para los valores, siendo el coeficiente de variación 7,17 % con una dependencia de 4,15% (Cuadro 12).

En las plantas tratadas con Ecofungi se encontró la mayor colonización con un 54 % (29 %), siendo estadísticamente igual a la cepa Faciag con 49 % (26 %), pero superior a los demás tratamientos, Se registró en Micobacter la menor cantidad con 31 % (12 %).

Cuadro 12. Porcentaje de colonización de plántulas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Porcentaje %	Dependencia %
T1 Cepa Ecofungi	29 a	54 a
T2 Cepa Micobacter	12 b	31 b
T3 Cepa Glumix	15 b	32 b
T4 Cepa ANCUPA	15 b	38 b
T5 Cepa FACIAG	26 a	49 a
Promedio	18,4	43,2
Significancia	**	**
Coeficiente de variación	7,17	4,15

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. ** = altamente significativo
d.d.t.: días después del trasplante.

4.10 Conteo de esporas

Ecofungi como fuente de hongos micorrízicos tuvo un conteo de esporas con 1324 esporas/gss, siendo estadísticamente superior y diferente a los otros tratamientos. Se registró en Micobacter la menor cantidad con 515 esporas/gss (Cuadro 13).

Cuadro 13. Conteo de esporas de cacao con la aplicación de diferentes cepas de micorrizas en vivero. Babahoyo, 2019.

Tratamientos		Esporas de <i>Glomus</i> spp. /g de suelo seco
T1	Cepa Ecofungi	1324
T2	Cepa Micobacter	515
T3	Cepa Glumix	657
T4	Cepa ANCUPA	789
T5	Cepa FACIAG	896
Promedio		836,2
Significancia		
Coeficiente de variación		
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia. ** = altamente significativo d.d.t.: días después del trasplante.		

4.11 Análisis de correlación y regresión lineal

El análisis de correlación determinó una alta variación entre la longitud radicular y el porcentaje de colonización, el rango determinado fue 0,29, siendo inferior que uno (Cuadro 14).

El análisis de regresión lineal determinó una LS de 25,76 % y LI -15,91 %, generando un gráfico no alineado en uno (Imagen 1).

Cuadro 14. Análisis de correlación. Babahoyo, 2019

Variable dependiente: LONGITUD RAIZ; n=5

Efecto	Vía	Coefficientes	p-valor
COLONIZACION	Directa	0,29	
<u>r total</u>		<u>0,29</u>	<u>0,6332</u>

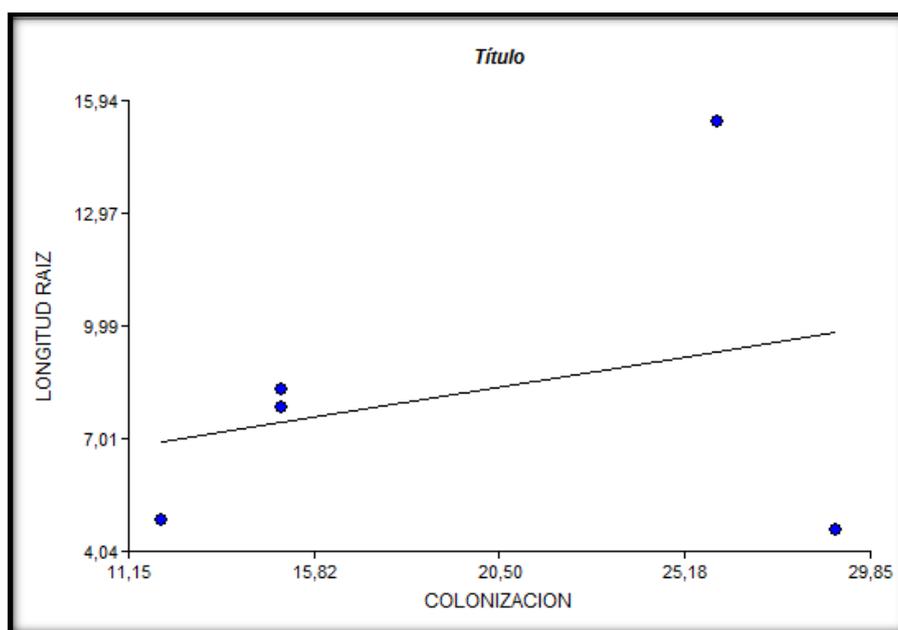


Imagen 1. Análisis de regresión lineal.

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. La aplicación de la cepa Ecofungi, influyó sustancialmente sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao en vivero, especialmente sobre las variables evaluadas como Altura de planta, Biomasa Radical, Porcentaje de colonización y Conteo de esporas a los 120 días.
2. Con la aplicación de la cepa Mycobacter existió mayor emisión foliar, área foliar y diámetro del tallo.
3. La longitud radicular con la aplicación de la cepa Faciag obtuvo un mayor valor que con las otras cepas aplicadas
4. Las plantas tratadas con la cepa Ancupa generaron una mayor longitud de hojas con relación a las otras cepas.
5. En el análisis económico el mayor beneficio neto se presentó con la aplicación de Ecofungi 3 g/planta (1462,30 dólares) y el menor valor fue en la aplicación de la cepa Faciag (685,30 dólares)
6. La cepa Ecofungi presentó una alta población de las esporas de Glomus spp. (1,324 g. de suelo seco), mayor a lo alcanzado por Glumix (515 g. de suelo seco).
7. La correlación mostro un valor muy alto entre longitud radicular y porcentaje de colonización.

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se recomienda:

1. Realizar aplicaciones de Ecofungi al sustrato de plántulas de cacao o cualquier otro cultivo en viveros, para lograr un alto incremento en el crecimiento y desarrollo del mismo.
2. Establecer nuevas investigaciones para determinar correlaciones entre cepas y cultivos
3. Investigar con otros cultivos, niveles de fertilización y en otras condiciones de manejo agronómico.

RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es uno de los cultivos más antiguos e importantes del mundo, siendo el cultivo que sostiene la economía de muchos países en el mundo. En el Ecuador se cultiva anualmente 350 000 ha, principalmente en las provincias del Guayas (Naranjal, Balao y Tenguel), la provincia de los Ríos (Vinces, Babahoyo, Palenque Baba, Pueblo Viejo, Catarama y Ventanas) y en la provincia del Oro (Machala y Santa Rosa), con un rendimiento promedio de nacional de 0,4 tnl/ha de cacao seco. El objetivo de la investigación fue evaluar los complejos micorrízicos asociados al cultivo de cacao. La presente investigación se efectuó en la Finca "La Victoria" perteneciente al Sr. Elio Gutiérrez Domínguez, ubicada en el Km 17 ½ de la Vía Babahoyo - San Juan. Se investigaron 5 tratamientos con 4 repeticiones, distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. A los 30, 60 y 90 días se evaluó la altura de planta, diámetro de tallo, longitud de hoja, emisión foliar, área foliar. A los 120 días se evaluó longitud de raíz, biomasa radical. Se realizaron análisis para determinar el porcentaje de colonización y conteo de esporas. Los resultados determinaron que la aplicación de Ecofungi en dosis de 3 g de sustrato/planta, aumentó el crecimiento con incrementos del 35 - 45 % con relación a los otros tratamientos. La aplicación de Ecofungi, influyó sustancialmente sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao en vivero. Mayor diámetro de tallo se obtuvo aplicando Ecofungi en las plantas tratadas. Mayor área foliar se encontró con la aplicación de las cepas Ecofungi y Mycobacter. La longitud radicular fue mayor con la aplicación de la cepa Faciag. La biomasa radical fue mayor aplicando a las plántulas las cepas de micorrizas Faciag y Ecofungi. Mayor porcentaje de colonización se alcanzó con las cepas Faciag y Ecofungi. La mayor población de esporas se encontró aplicando la cepa Ecofungi. La correlación mostro un valor muy alto entre longitud radicular y porcentaje de colonización.

Palabra clave: Micorrizas, plántula, cacao, vivero, esporas.

SUMMARY

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is one of the oldest and most important crops in the world, being the crop that sustains the economy of many countries in the world. In Ecuador, 350,000 ha are cultivated annually, mainly in the provinces of Guayas (Naranjal, Balao and Tenguel), the province of Los Ríos (Vinces, Babahoyo, Palenque Baba, Pueblo Viejo, Catarama and Ventanas) and in the province of Oro (Machala and Santa Rosa), with an average national yield of 0,4 tons / ha of dry cocoa. The objective of the research was to evaluate the mycorrhizal complexes associated with the cultivation of cocoa. The present investigation was carried out in the "La Victoria" farm belonging to Mr. Elio Gutiérrez Domínguez, located at Km 17 ½ of Vía Babahoyo - San Juan. We investigated 5 treatments with 4 repetitions, distributed in a completely randomized block design. For the evaluation of means, the Tukey test at 5% significance was used. At 30, 60 and 90 days the plant height, stem diameter, leaf length, leaf emission, leaf area were evaluated. After 120 days, root length was evaluated, radical biomass. Analyzes were carried out to determine the percentage of colonization and spore counts. The results determined that the application of Ecofungi in a dose of 3 g of substrate / plant, increased the growth with increments of 35 - 45 % in relation to the other treatments. The application of Ecofungi substantially influenced the growth and development of cocoa seedlings in the nursery. Larger stem diameter was obtained by applying Ecofungi on the treated plants. Larger leaf area was found with the application of the Ecofungi and Mycobacter strains. The root length was greater with the application of the Faciag strain. The radical biomass was greater by applying the Faciag and Ecofungi mycorrhizal strains to the seedlings. Greater percentage of colonization was achieved with Faciag and Ecofungi strains. The largest population of spores was found applying the Ecofungi strain. The correlation showed a very high value between root length and percentage of colonization.

Keyword: mycorrhizae, seedlings, cocoa, nursery, spores.

VII. LITERATURA CITADA

- Agroscopio. (2017). *Agroscopio.com el agro esta aqui*. Obtenido de <http://www.agroscopio.com/ec/aviso/cacao-iniap-eet/>
- Aguilar, M. (2013). Estimacion de rendimientos en el sector agropecuario. Mexico. Obtenido de libro del centro de investigaciones de la agroindustria y la agricultura mundial.: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upsesp/reader.action?docID=3222348&yquery=cultivo+de+cacao&pg=6>
- Alarcon, A., Ferrara, R. (2000). Fisiologia y biotecnologia de las micorrizas arbusculares. En *Ecologia* (pág. 125). Mexico D.F: Mundi-prensa.
- Anecacao. (2015). *Asociacion Nacional de Exportadores de Cacao - Ecuador*. Recuperado el 17 de 08 de 2018, de Asociacion Nacional de Exportadores de Cacao - Ecuador: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>
- Ártica, M. (2008). Cultivo de cacao. peru: Empresa Editora MACRO.
- Bastidas, P., Peña, R., Reyes, C., Jimenez, F. (2007). Metodologia de seleccion para el mejoramiento genetico acelerado. *Revista foto tecnica colombiana*, 46-52.
- Bernal, G., Morales, R. (2006). Micorrizas: Importancia, Produccion e Investigacion en el Ecuador. En Ancupa. Quito - Ecuador.
- Bolleta, A., Rodriguez, C., Kruger, H. (2005). Interacciones entre hongos micorrizicos y estres hidrico: Su efecto sobre el rendimiento de trigo. *Revista tecnica INTA*, 28-32.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., Malajczuk, N. (2006). Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. *ACIAR monograph*, 374.
- Camargo. (2012). Micorrizas una gran union debajo del suelo. *revista.unam.mx*, XIII(7).

- Camargo, S., Guerrero, J. (29 de Enero de 2014). *Use micorrizas para mejorar la nutrición vegetal en producción de hortalizas*. Recuperado el 14 de Octubre de 2018, de Hortalizas: <http://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/use-micorrizas-para-mejorar-la-nutricion-vegetal-en-produccion-comercial-de-hortalizas/>
- Castillo, M., Cueva, V. (2010). *Caracterización morfológica de micorrizas arbusculares asociadas en raíces de tomate de árbol silvestres (solanum cajanumensis) cultivado en dos sectores*. Loja.
- CIRAD. (2012). *Centro de cooperación internacional en investigación agronómica para el desarrollo*. Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de Manejo de previvero: www.cirad.fr.
- Cordoica. (1999). Manual del cultivo de cacao.
- Cuidate plus. (04 de 10 de 2018). *Cuidate Plus*. Obtenido de <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/cacao.html>
- Dipo. (2018). *Diccionario de Insumos para la Producción Orgánica y manejo de plagas*. Obtenido de Diccionario de Insumos para la Producción Orgánica y manejo de plagas: <http://www.agroquimicos-organicosplm.com/glumix-25-27-9521-139-9>
- Dosert, N., Roque, j., Cano, A., Torre, M., Weigend, M. (2012). *Datos botánico del cacao, Programa Desarrollo Rural Sostenible*. Obtenido de http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- Ecoaccion Bolivia. (2017). *Ecoaccion Bolivia*. Obtenido de www.ecoaccionbolivia.com/wordpress/ecofungi/
- Egas, J. (2010). Efectos de la Inoculación con *Azotobacter* sp. en el crecimiento de plantas injertada de cacao, genotipo nacional.
- Enriquez, G. (1987). Manual de Cacao para Agricultores. En U. E. Distancia.
- Fenecsa. (2018). *Fenecsa. Productos Orgánicos*. Obtenido de www.fenecsa.com

- Franco, J. (s.f). *Bioscripts*. Recuperado el 12 de Octubre de 2018, de Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas: http://www.bioscripts.net/col/Apuntes/Nutricion_Vegetal/Trabajo_de_nutricion_vegetal.pdf
- Fundesyram. (2009). *Biblioteca Agroecología FUNDESYRAM*. Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3096>
- Gonzales, V. (31 de Octubre de 2012). *La Guia Biologica*. Recuperado el 14 de Octubre de 2018, de Las Micorrizas y su importancia en los ecosistemas: <https://biologia.laguia2000.com/hongos/las-micorrizas-y-su-importancia-en-los-ecosistemas>
- Gosling, P. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. En *Agriculture ecosystems and environment* (págs. 113:17-35).
- Herrera-Peraza, R., Valdes, A., Torres, R., & Furrázola, E. (2008). *Study of VA mycorrhizal dependency for recognizing parasitic and mutualistic of neotropical tree seedlings*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de <http://search-pdf-books.com>
- Iniap. (2012). *Manual de clones*. Obtenido de Instituto nacional de investigacion agropecuarias: <http://iniap.com/manual-de-clones.pdf>
- Inta. (2009). *Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria*. Recuperado el 10 de Octubre de 2018, de Vivero de Cacao: www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/morralitos/Morralito%20Cacao.pdf
- Intagri. (8 de Mayo de 2015). *Beneficios de las micorrizas sobre el estres de las plantas*. Recuperado el 04 de Octubre de 2018, de Instituto para la Innovacion Tecnologica en Agricultura: www.intagri.com/articulos/suelos/beneficios-de-las-micorrizas-sobre-el-estres-en-plantas
- Lutheran World Relief. (2013). Produccion de plantas de cacao en vivero. En A. e. innovando. S. Mercedes Campos.

- Maldonado, L., Morales, R., Bravo, V., Bernal, G. (2012). Determinación del grado de asociación micorrizica y la evaluación de su eficiencia en la absorción de fósforo en fase de vivero. *In XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*, (págs. 45-48). Cuenca-Ecuador.
- Modjo, H., Hendrix, J., Jhonson, W., Rossi, G. (2006). *The mycorrhizal fungus Glomus macrocarpum as a cause of tobacco stunt disease. Phytophatology*.
- Perez, A., Vertel, M. (2009). Evaluacion de la colonizacion de micorrizas arbusculares en pasto Bothriochloa pestusa. *Revista MVZ Cordoba*, 15.
- Quiroz, J., Agama, J. (2006). Programa de capacitacion en la cadena de cacao. En *Modulo de Produccion. Unidad 2*.
- Sieverding, E. (2007). En *Vesicular-arbuscular mycorrhizal management in tropiacal agrosystems* (pág. 371). Technical Cooperation Federal Republic of Germany.
- Sinagap. (2015). *Sistema de informacion nacional de agricultura, ganaderia, acuacultura y pesca*. Obtenido de Mejoramiento genético : www.sinagap.gob.ec
- Universidad de Almeria. (14 de Octubre de 2018). *Micorrizas*. Obtenido de Caracteristicas de la relacion simbiotica: <http://www.ual.es/GruposInv/myco-ual/micorr.htm>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Fotografías

Imagen 2. Recolección del Material de siembra de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.



Imagen 3. Elaboración del semillero de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.



Imagen 4. Preparación del sustrato y llenado de fundas. Babahoyo, 2019.



Imagen 5. Trasplante de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.



Imagen 6. División de tratamientos de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.



Imagen 7. Aplicación de los tratamientos. Babahoyo, 2019.



Imagen 8. Toma de datos. Babahoyo, 2019.



Imagen 9. Seguimiento del trabajo experimental por parte del tutor. Babahoyo, 2019.



Imagen 10. Control fitosanitario de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.



Imagen 11. Riego de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.



Imagen 12. Toma de diámetro del tallo de la Variedad de Cacao EET-544.
Babahoyo, 2019.



Imagen 13. Toma de la altura de la planta de la Variedad de Cacao EET-544.
Babahoyo, 2019.



Imagen 14. Toma de longitud radicular de la Variedad de Cacao EET-544. Babahoyo, 2019.



Imagen 15. Toma de datos en el laboratorio. Babahoyo, 2019.



Anexo 2. Análisis de Varianza

Altura de la planta a los 60 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	29,29	24,05	24,19	27,03	104,56	26,14
2	Micobacter	19,89	19,21	30,81	14,57	84,48	21,12
3	Glumix	17,95	15,74	21,59	12,45	67,73	16,93
4	Ancupa	19,41	14,8	20,07	11,93	66,21	16,55
5	Faciag	15,39	26,05	24,08	12,65	78,17	19,54

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	20	0,68	0,49	20,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	241,77	4	60,44	3,63	0,0367
Repetición	178,05	3	59,35	3,57	0,0473
Error	199,70	12	16,64		
Total	619,52	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=9,19506

Error: 16,6418 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	
Ecofungi	26,14	4	A
Micobacter	21,12	4	A B
Faciag	19,54	4	A B
Glumix	16,93	4	B
Ancupa	16,55	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Altura de la planta a los 120 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	31,01	26,98	25,96	28,33	112,28	28,07
2	Micobacter	21,98	20,91	32,47	17,16	92,52	23,13
3	Glumix	20,42	18,37	24,38	14,19	77,36	19,34
4	Ancupa	21,57	17,09	22,64	14,28	75,58	18,90
5	Faciag	17,67	28,16	26,2	15,84	87,87	21,97

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	20	0,69	0,50	17,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	217,78	4	54,45	3,63	0,0367
Repetición	175,64	3	58,55	3,91	0,0370
Error	179,88	12	14,99		
Total	573,31	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=8,72688

Error: 14,9903 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	
Ecofungi	28,07	4	A
Micobacter	23,13	4	A B
Faciag	21,97	4	A B
Glumix	19,34	4	B
Ancupa	18,90	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Emisión Foliar a los 60 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	2,7	2,8	2,8	2,6	10,90	2,73
2	Micobacter	2,9	2,6	4,6	3,1	13,20	3,30
3	Glumix	2,4	3	2,9	2,6	10,90	2,73
4	Ancupa	2,8	3,1	3	4,4	13,30	3,33
5	Faciag	1,7	2,2	3,6	2,8	10,30	2,58

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Emisión foliar	20	0,52	0,24	19,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	2,01	4	0,50	1,52	0,2577
Repetición	2,26	3	0,75	2,28	0,1315
Error	3,97	12	0,33		
Total	8,24	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=1,29613

Error: 0,3307 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	
Ancupa	3,33	4	A
Micobacter	3,30	4	A
Glumix	2,73	4	A
Ecofungi	2,73	4	A
Faciag	2,58	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Emisión Foliar a los 120 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	5,2	5,6	5,5	5,6	21,90	5,48
2	Micobacter	5,3	4,9	8,1	5,2	23,50	5,88
3	Glumix	4,7	6,5	6,1	5,2	22,50	5,63
4	Ancupa	5,4	5,6	5,9	9	25,90	6,48
5	Faciag	5,4	5,5	7,8	6,7	25,40	6,35

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Emisión foliar	20	0,40	0,06	18,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3,09	4	0,77	0,64	0,6453
Repetición	6,78	3	2,26	1,87	0,1889
Error	14,52	12	1,21		
Total	24,39	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=2,47940

Error: 1,2100 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Ancupa	6,48	4	A
Faciag	6,35	4	A
Micobacter	5,88	4	A
Glumix	5,63	4	A
Ecofungi	5,48	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Diámetro del tallo a los 30 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	0,19	0,21	0,18	0,19	0,77	0,19
2	Micobacter	0,23	0,15	0,21	0,13	0,72	0,18
3	Glumix	0,18	0,2	0,17	0,12	0,67	0,17
4	Ancupa	0,17	0,18	0,14	0,12	0,61	0,15
5	Faciag	0,14	0,19	0,13	0,12	0,58	0,15

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro del tallo	20	0,63	0,41	15,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,01	4	1,0E-03	2,22	0,1285
Repeticón	0,01	3	2,0E-03	3,78	0,0405
Error	0,01	12	6,8E-04		
Total	0,02	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=3,06555

Error: 0,0007 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Ecofungi	0,19	4	A
Micobacter	0,18	4	A
Glumix	0,17	4	A
Ancupa	0,15	4	A
Faciag	0,15	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Diámetro del tallo a los 120 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	0,44	0,43	0,42	0,4	1,69	0,42
2	Micobacter	0,49	0,41	0,43	0,38	1,71	0,43
3	Glumix	0,44	0,49	0,44	0,36	1,73	0,43
4	Ancupa	0,39	0,39	0,4	0,39	1,57	0,39
5	Faciag	0,38	0,39	0,42	0,4	1,59	0,40

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro del tallo	20	0,49	0,19	7,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,01	4	1,3E-03	1,40	0,2938
Repeticón	0,01	3	1,8E-03	1,94	0,1778
Error	0,01	12	9,5E-04		
Total	0,02	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=0,6959

Error: 0,0010 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Glumix	0,43	4	A
Micobacter	0,43	4	A
Ecofungi	0,42	4	A
Faciag	0,40	4	A
Ancupa	0,39	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Longitud de hoja a los 30 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	7,918	7,38	11,1	13,17	39,57	9,89
2	Micobacter	10,01	10,49	11,55	9,75	41,80	10,45
3	Glumix	11,4	11,26	12,61	10,8	46,07	11,52
4	Ancupa	11,68	10,5	12,86	10,64	45,68	11,42
5	Faciag	10,49	10,95	10,31	10,67	42,42	10,61

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de Hoja	20	0,41	0,06	12,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	7,53	4	1,88	1,02	0,4370
Repeticón	7,72	3	2,57	1,39	0,2932
Error	22,20	12	1,85		
Total	37,44	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=3,06555

Error: 1,8497 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Glumix	11,52	4	A
Ancupa	11,42	4	A
Faciag	10,61	4	A
Micobacter	10,45	4	A
Ecofungi	9,89	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Longitud de hoja a los 120 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	13,22	9,81	13,15	13,25	49,43	12,36
2	Micobacter	10,01	10,49	11,55	11,8	43,85	10,96
3	Glumix	13,52	13,35	15,83	13,34	56,04	14,01
4	Ancupa	13,79	12,78	15,59	13,26	55,42	13,86
5	Faciag	13,15	13,99	12,78	13,36	53,28	13,32

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de Hoja	20	0,41	0,06	12,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	25,47	4	6,37	5,80	0,0078
Repetición	7,38	3	2,46	2,24	0,1360
Error	13,18	12	1,10		
Total	46,04	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=2,36249

Error: 1,0986 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Glumix	14,01	4	A
Ancupa	13,86	4	A
Faciag	13,32	4	A B
Ecofungi	12,36	4	A B
Micobacter	10,96	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Área Foliar a los 60 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	291,79	240,8	130,3	141,4	804,29	201,07
2	Micobacter	166,3	127,1	134,6	175,7	603,70	150,93
3	Glumix	118,8	172,2	130,8	112,7	534,50	133,63
4	Ancupa	129,1	111,7	105,8	116,5	463,10	115,78
5	Faciag	153,3	111,2	137,5	137,4	539,40	134,85

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Área foliar	20	0,56	0,30	26,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	16961,77	4	4240,44	2,86	0,0709
Repeticón	5614,69	3	1871,56	1,26	0,3316
Error	17808,21	12	1484,02		
Total	40384,68	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=86,83073

Error: 1484,0176 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Ecofungi	201,07	4	A
Micobacter	150,93	4	A
Faciag	134,85	4	A
Glumix	133,63	4	A
Ancupa	115,78	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Área Foliar a los 120 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	160,7	159	138	142,8	600,50	150,13
2	Micobacter	151,4	142,6	180,3	141,3	615,60	153,90
3	Glumix	132,3	182,6	144,2	122,8	581,90	145,48
4	Ancupa	129,2	112,7	120,6	128,1	490,60	122,65
5	Faciag	154	126,5	150,9	149,4	580,80	145,20

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Área foliar	20	0,41	0,07	12,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	2374,24	4	593,56	1,87	0,1798
Repetición	300,92	3	100,31	0,32	0,8131
Error	3800,71	12	316,73		
Total	6475,86	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=40,11396

Error: 316,7256 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Micobacter	153,90	4	A
Ecofungi	150,13	4	A
Glumix	145,48	4	A
Faciag	145,20	4	A
Ancupa	122,65	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Longitud radicular a los 120 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	3,6	3,3	5,6	5,8	18,30	4,58
2	Micobacter	3,7	5,1	3,8	6,8	19,40	4,85
3	Glumix	6,7	8,8	8	7,9	31,40	7,85
4	Ancupa	8,1	8,3	7	9,8	33,20	8,30
5	Faciag	13,2	16,6	14,2	17,6	61,60	15,40

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud radicular	20	0,96	0,94	12,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	305,34	4	76,34	71,60	<0,0001
Repetición	17,41	3	5,80	5,44	0,0135
Error	12,79	12	1,07		
Total	335,55	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=2,32738

Error: 1,0662 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Faciag	15,40	4	A
Ancupa	8,30	4	B
Glumix	7,85	4	B
Micobacter	4,85	4	C
Ecofungi	4,58	4	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Biomasa Radicular a los 120 días después del trasplante

	Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
		1	2	3	4		
1	Ecofungi	78,5	48	78	74	278,50	69,63
2	Micobacter	66	65	64	66	261,00	65,25
3	Glumix	59	66	77,5	65	267,50	66,88
4	Ancupa	72,5	64	58	60	254,50	63,63
5	Faciag	72	73	69	64	278,00	69,50

Análisis De Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa Radical	20	0,23	0,00	12,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	110,43	4	27,61	0,39	0,8123
Repetición	139,64	3	46,55	0,66	0,5942
Error	850,68	12	70,89		
Total	1100,74	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05DMS=2,32738

Error: 70,8896 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	
Ecofungi	69,63	4	A
Faciag	69,50	4	A
Glumix	66,88	4	A
Micobacter	65,25	4	A
Ancupa	63,63	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)