

**Efecto de la inoculación de micorrizas benéficas
Mycoral[®] en patrones de cacao (*Theobroma cacao*
L.) en la etapa de desarrollo vegetativo**

**Xavier Andres Abarca Arroyo
Sebastián Emilio Gómez Zambrano**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto de la inoculación de micorrizas benéficas Mycoral[®] en patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de desarrollo vegetativo

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Xavier Andres Abarca Arroyo
Sebastian Emilio Gómez Zambrano

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Efecto de la inoculación de micorrizas benéficas Mycoral[®] en patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de desarrollo vegetativo

Presentado por:

Xavier Andres Abarca Arroyo
Sebastián Emilio Gómez Zambrano

Aprobado:


[Gloria E. Arévalo \(Nov 10, 2020 11:08 CST\)](#)

Gloria E. Arévalo, Dra.
Asesora Principal




Rogel Castillo Ramírez, M.Sc.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria


[Ronny Muñoz \(Nov 11, 2020 08:47 CST\)](#)

Ronny Muñoz, M.Sc.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico


[Erick Gutiérrez \(Nov 11, 2020 21:43 CST\)](#)

Erick Gutiérrez, M.Sc.
Asesor

Efecto de la inoculación de micorrizas benéficas Mycoral® en patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de desarrollo vegetativo

Xavier Andres Abarca Arroyo
Sebastián Emilio Gómez Zambrano

Resumen. Las micorrizas vesículo arbusculares (MVA) son hongos benéficos que realizan en simbiosis con las raíces de las plantas y mejoran su desarrollo; en el cultivo de cacao mejoran su desarrollo en la etapa vegetativa. Los objetivos fueron determinar el efecto de la inoculación con MVA en el crecimiento de patrones de cacao, a la siembra y en vivero, el momento y la dosis más efectiva de aplicación de Mycoral®. Este estudio se realizó de febrero a agosto de 2020 en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Se evaluaron cuatro tratamientos: Testigo sin Mycoral®, inóculo solo a la semilla 20 g/semilla (MS), Mycoral® solamente en la plántula 100 g/planta (MPL), e inoculación en las dos etapas: semilla 20 g + 100 g de Mycoral® al trasplantar la plántula (MS+MPL). Se midieron las variables: altura y diámetro del tallo, ancho, longitud y número de hojas y porcentaje de infección de raíces y número de esporas. Las primeras 12 semanas después del trasplante (SDT) los mejores resultados se presentaron en el testigo, esto puede ser debido a que las micorrizas en las primeras semanas no encuentran las condiciones ideales para reproducirse. El efecto de las micorrizas se observó a partir de 13 hasta 17 SDT que se evaluó. El tratamiento con 100 g Mycoral® en la plántula, alcanzó una altura de 46 cm a 17 SDT. La mejor manera de aplicar Mycoral® en el cultivo de cacao es al momento del trasplante de la plántula con una dosis de 100 g/planta.

Palabras clave: Inóculo, patrón de cacao, simbiosis, trasplante, vivero.

Abstract. The vesicular arbuscular mycorrhizae (VAM) are beneficial fungi that perform in symbiosis with the roots of the plants and improve their development of the plant; in the cultivation of cocoa they improve their development in the vegetative stage. The objectives of this study were to determine the effect of inoculation with VAM on the growth of cocoa rootstock, at seed sowing and in the nursery, the time and the most effective dose of application of Mycoral®. It was conducted from February to August 2020 at Zamorano, Honduras, four treatments were evaluated: Control without Mycoral®, inoculation only to the seed 20 g/seed (MS), Mycoral® only to the seedling 100 g/plant (MPL), and inoculation in the two stages: seed 20 g + 100 g of Mycoral® when transplanting the seedling (MS+MPL). Variables were measured: height and diameter of the stem, width, length and number of leaves, and percentage of root infection and number of spores. The first 12 weeks after transplant (WAT) the best results were presented in the control, this may be due to the fact that mycorrhizae in the first weeks do not find ideal conditions for reproduction. The effect of mycorrhizae was observed from 13 to 17 WAT which was evaluated, mainly in the treatment with 100g Mycoral® on the seedling, reached a height of 46 cm to 17 WAT. The best way to apply Mycoral® in cocoa culture is at the time of transplanting the seedling with a dose of 100 g/plant.

Key words: Cocoa stock, inoculum, Mycoral®, nursery, transplant.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	15
5. RECOMENDACIONES.....	16
6. LITERATURA CITADA	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Tratamientos y dosis de Mycoral [®] en la etapa de siembra en semilleros y al trasplante a bolsas en vivero en plántulas de patrón de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), Instalaciones de Mycoral [®] . Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	5
2. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral [®] en el porcentaje de germinación de la semilla de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), Instalaciones del Mycoral [®] , Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	6
3. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral [®] en la altura de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 17 semanas, Instalaciones del Mycoral [®] , Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	7
4. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral [®] en la diferencia de altura de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 17 semanas, Instalaciones del Mycoral [®] , Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	8
5. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral [®] en el diámetro de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 17 semanas, Instalaciones de Mycoral [®] , Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	9
6. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral [®] en la diferencia de diámetro de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 17 semanas, Instalaciones de Mycoral [®] , Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	9
7. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral [®] en el número de hojas de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 9 semanas, Instalaciones de Mycoral [®] , Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	10
8. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral [®] en la diferencia del número de hojas de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 9 semanas, Instalaciones de Mycoral [®] , Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	10
9. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral [®] en la longitud de hojas de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral [®] , Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	11

10. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en la diferencia de la longitud de hojas de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	12
11. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en el ancho de hojas de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	13
12. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en la diferencia del ancho de hojas de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	13
13. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en el porcentaje de infección de raíces y numero de esporas en las raíces de las plántulas de Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	14

1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de América Latina, la cual, se cultiva en regiones cálidas y húmedas. A nivel mundial, se produce en más de 50 países alrededor de todos los continentes con la excepción de Europa, 23 de estos países pertenecen a América Latina, siendo Brasil, Ecuador, República Dominicana, Perú, Colombia y México los principales productores (Arvelo *et al.* 2017).

La producción de cacao en América Latina supera las 675,000 toneladas en alrededor de 1,700,000 hectáreas, las cuales representan el 90% de la superficie sembrada en los países de mayor producción del continente. Entre los años 2006 y 2016 en los países latinoamericanos se duplicó la producción de cacao, debido al incremento de las áreas destinadas para este cultivo, a diferencia de los demás continentes (Arvelo *et al.* 2016). Por esta razón, el cacao en países en los que se lo utiliza como materia prima, es importado de países centroamericanos, principalmente Nicaragua y Honduras (Rodríguez 2011).

En Honduras, la producción de cacao se concentra en la costa Atlántica, debido a que las condiciones climatológicas presentes en esta zona son las favorables para el desarrollo de este cultivo. En el país se cuenta con una producción anual de 1,500 toneladas, de las cuales, solamente el 10% tienen fines de exportación, debido a que, de los 4,000 productores del país, el 80% son pequeños productores que cuentan con menos de una hectárea de producción. La problemática que ocasiona este porcentaje tan bajo de exportación se debe a la resistencia por parte de los productores, para reconocer los beneficios que obtendrían al aumentar la calidad de su producto (Villeda y Ordoñez 2017). En Honduras una de las entidades encargadas de promover la siembra de cacao es la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), a través de su programa de cacao y agroforestería (FHIA 2019).

Existen varios factores que pueden causar reducción en la producción y calidad de un cultivo, un correcto manejo de la nutrición en sus diferentes etapas es uno de los factores determinantes para poder obtener un material vegetativo en vivero de buena calidad (Fernández Lizarazo *et al.* 2016). En los clones de cacao se presenta una variabilidad en la capacidad de absorción de nutrientes, y la distribución de los mismos en las diferentes partes de la planta; esta variabilidad puede causar problemas en el rendimiento del cacao (Puentes Páramo *et al.* 2014).

Las micorrizas vesículo-arbusculares (VAM, por sus siglas en inglés) u hongos micorrízicos arbusculares (MVA, por sus siglas en español) se forman cuando ciertos hongos benéficos o parásitos (la mayoría benéficos) colonizan intercelularmente la corteza de la raíz formando estructuras de forma arbuscular en las células de las raíces de las plantas, en las cuales se realiza el intercambio de nutrientes entre la raíz y el hongo. La razón por la que en la actualidad el uso de micorrizas es uno de los principales métodos recomendados para mejorar el desarrollo de los cultivos, es debido a las investigaciones que se han realizado en los últimos años donde se demuestra la eficiencia de los VAM en el crecimiento de las plantas, debido al mayor aprovechamiento de los nutrientes presentes en el suelo y la eficiencia en la absorción de agua (Aguilera Gómez *et al.* 2007).

La inoculación de las plantas de cacao con VAM, generan una alta colonización con un promedio del 42%, a diferencia de las plantas que no son inoculadas, las cuales presentan porcentajes muy bajos o nulos de presencia de VAM. La inoculación con VAM en las plantas de cacao en invernadero, favorecen la producción de biomasa aérea, biomasa de raíces y de biomasa total (Leblanc y Márquez 2014).

Mycoral[®] está compuesto de hongos benéficos comúnmente llamados micorrizas, los cuales realizan una simbiosis con la raíz de la planta, favoreciendo la absorción de agua y nutrientes del suelo. Mycoral[®] contiene tres cepas de hongos altamente eficaces: *Glomus* sp., *Acaulospora* sp., y *Entrophospora* sp. Adicionalmente, está compuesto por un sustrato de suelo de textura franca, esporas e hifas de hongos y segmentos de raicillas infectadas. En el estudio realizado por Matamoros Montoya (2013) demostró que el uso de Mycoral[®] en dosis altas actúa como un sustrato pobre en nutrientes, lo que retrasa la tasa de germinación, pero aumenta el porcentaje de biomasa seca.

Otra práctica que se ha implementado en el cultivo de cacao para obtener altos rendimientos es la utilización de plantas injertadas para la siembra, las cuales están compuestas por un injerto y un porta-injerto o patrón (Julca 2017). La función del patrón es garantizarle un buen soporte al injerto que es el que se va a encargar de la producción de hojas, flores y frutos. El patrón se propaga de forma sexual mediante el uso de semillas, en general se buscan variedades que se adapten a diferentes condiciones de suelo, clima, que sean plantas vigorosas y resistentes a patógenos del suelo capaces de causar daño a la raíz o al tronco. Por esta razón los clones que se conocen actualmente para patrones son: IMC-60, IMC-67, PA-121, UF-613, SPA-9, POUND-12, EET-62, EET96, EET-399, EET-400, Caucasia-37 y Caucasia-39 (PROCACAO 2017).

Con el presente estudio, se busca brindar más información para los cacaoteros con el objetivo de mejorar la calidad de los patrones de cacao y así mismo la producción del cultivo, mediante la aplicación de micorrizas vesículo arbusculares seleccionadas (Mycoral[®]), lo cual se constituirá como un aporte al conocimiento de este tema, para los productores de cacao. Por estas razones los objetivos planteados para la investigación son:

- Determinar el efecto de la inoculación con micorrizas vesículo arbuscular en el crecimiento de patrones de cacao, al momento de la siembra de la semilla y en vivero.
- Determinar el momento y la dosis más efectiva de aplicación de Mycoral[®], en el periodo de vivero de patrones de cacao.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El experimento se inició en febrero de 2020 y finalizó en agosto del mismo año en las nuevas instalaciones del proyecto Mycoral[®] en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras (lat. 14° 0'4" N, long. 87°0'9" O). El área del experimento se encuentra a una altura de 780 msnm, la temperatura promedio anual de la zona es de 24 °C, y durante los meses del experimento fue de 23.45 °C. El experimento se instaló bajo cubierta y se regó con manguera.

Métodos

Para el desarrollo del experimento se utilizaron semillas para patrón, provenientes de diferentes clones de cacao (UF-613, IMC-67 y EET-400), acorde con la información brindada por la FHIA. Al momento de la siembra las semillas no fueron separadas por clones, debido a que se encontraban mezcladas entre sí mismas en una bolsa plástica.

Aplicación de la micorriza. De acuerdo con la composición química detallada en la etiqueta del Mycoral[®] contiene por lo menos 10 esporas por cada gramo, razón por la cual, se definió aplicar en la semilla 20 g o 200 esporas y en la plántula 100 g o 1,000 esporas; la aplicación de Mycoral[®] dependió del tratamiento a evaluar.

Siembra en semilleros. Se sembraron un total de 30 semillas por bandeja. El sustrato utilizado fue turba, a base de musgo el cual proporciona buena retención de agua y porosidad (PINDSTRUP 2020). En los tratamientos que llevaban Mycoral[®] en la semilla, se hizo un hoyo de aproximadamente 6 cm de profundidad donde se aplicó Mycoral[®] y también se esparció alrededor de la semilla, para posteriormente colocar la semilla y cubrir con el sustrato.

Trasplante a bolsas. Primero se abrió un hoyo en el sustrato de la bolsa con las dimensiones similares a las del pilón, las bolsas eran de 25 × 25 cm, luego se aplicó el Mycoral[®] cubriendo el fondo y las paredes del hoyo y alrededor del pilón antes de colocar el pilón en el hoyo. Para esta etapa se utilizó un sustrato conformado por tres partes de suelo mezcladas homogéneamente, suelo franco y arena en relación 2:1 (PROCACAO 2017). El trasplante a bolsa se realizó a los 30 días después de siembra.

Fertilización. La propuesta de fertilización para el cultivo de cacao durante la edad de 0 a 1 año para suelos con contenido de nutrientes altos es de 12, 6 y 17 g/planta/año de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente (Peña Urriola 2017). Debido a que el crecimiento de las micorrizas se ve afectado por el fósforo, este no fue parte de la fertilización. La fertilización se realizó a los 68 días después del trasplante de forma manual formando una media luna en la base del tallo a una distancia de separación a 6 cm, se utilizó una dosis de 2 g/planta de Urea y 2.5 g/planta de KCl.

Riego. Se realizó de forma manual, en los meses de abril a inicios de junio como es época seca se regó día de por medio, y de finales de junio hasta agosto cuando empezaron las lluvias se regó cada 3 días, con la finalidad de mantener el suelo húmedo, pero no mojado.

Variables determinadas en campo

Porcentaje de germinación. A los 11 días después de la siembra (DDS), aproximadamente, empezó la germinación. A los 23 días se contó el número de plantas para calcular el porcentaje de germinación de 25 semillas por tratamiento. El trasplante a bolsa se realizó a los 30 DDS.

Altura y diámetro. A los 19 días después del trasplante se realizó la medición de la altura con una cinta métrica. Se midió de la base del tallo hasta la yema apical de la planta. También se realizó la medición del diámetro del tallo utilizando un pie de rey a 1 cm por encima del nudo formado por los cotiledones.

Cantidad, longitud y ancho de hojas. Para determinar la cantidad de hojas de cada planta, se contabilizaron únicamente las hojas bien formadas, no las que estaban en proceso de desarrollo; para medir la longitud de la hoja, se midió la hoja más grande de la planta, desde el final del peciolo hasta el ápice de la hoja; en la misma hoja se midió el ancho en la parte media de la hoja, en la que se midió la longitud. Esta variable se evaluó a partir de la semana 9 después del trasplante (SDT), hasta la semana 17.

Diferencias en el desarrollo. Las variables se evaluaron semanalmente y se determinaron restando el valor obtenido en cada semana del primer valor que se determinó. Para la variable altura y diámetro desde la semana 1 hasta la 17, y para cantidad, longitud y ancho de hojas desde la semana 9 a la 17.

Variables determinadas en laboratorio

Infección de raíces y esporas. El porcentaje de infección de raíces y número de esporas/100 g de sustrato, se realizó al final del experimento en la semana 17 después del trasplante, y se determinó mediante el método para clarificar y teñir muestras de raíces (Jarstfer 1970), este análisis fue realizado en el Laboratorio de Biotecnología de la Unidad de Investigación y Desarrollo de Cultivos (UIDC), en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Tratamientos. Se evaluaron cuatro tratamientos que varían entre sí según la etapa en la que se inoculó el Mycoral[®], Testigo sin Mycoral[®], inoculo solo a la semilla 20 g Mycoral[®]/semilla (MS), Mycoral[®] solamente en la plántula al momento del trasplante 100 g Mycoral[®]/planta (MPL), e inoculación en las dos etapas: semilla y al trasplante 20 y 100 g Mycoral[®] respectivamente (MS+MPL) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos y dosis de Mycoral® en la etapa de siembra en semilleros y al trasplante a bolsas en vivero en plántulas de patrón de Cacao (*Theobroma cacao* L.), Instalaciones de Mycoral®. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Mycoral® g/planta	Tratamiento	
		200 esporas/20g Mycoral® /semilla	1,000 esporas/100g Mycoral® /trasplante
Testigo	0	No	No
Mycoral® a la semilla	20	Si	No
Mycoral® a plántula	100	No	Si
My. a sem y plántula	20+100	Si	Si

Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos Testigo sin Mycoral®, 20 g Mycoral®/semilla (MS), 100 g Mycoral®/plántula (MPL), y 20 + 100 g Mycoral®/semilla + plántula (MS + MPL), con cinco repeticiones cada uno. Las unidades experimentales estaban conformadas por cinco plantas, con un total de 25 plantas por tratamiento, dando un total de 100 plantas, distribuidas en cinco bloques. Las plantas adicionales por unidad experimental estaban situadas en los bordes para evitar el efecto de borde. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), mediante Modelo Lineal General (GLM) ($P < 0.05$), separación de medias por el método de Duncan, con el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4®).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de germinación

A los 23 días después de la siembra no hubo una diferencia significativa para la germinación entre los tratamientos (Cuadro 2). Las semillas de cacao germinan entre los 10 a 15 días después de la siembra, por esta razón no se observó ningún efecto de los microorganismos aplicados al momento de la siembra, aproximadamente hasta los 20 días ya que las plántulas utilizan las reservas de sus cotiledones y no realizan fotosíntesis (González Serrano 2014).

Cuando se inoculan micorrizas en semilleros, se pueden presentar problemas debido a una germinación lenta de las semillas o en ciertos casos las semillas pueden producir sustancias que inhiban el proceso de infección por parte de las micorrizas a las raíces, causando que la inoculación resulte innecesaria (Alarcón y Ferrera Cerrato 2000). Estos resultados confirman los encontrados por Matamoros Montoya (2013), quien no observó diferencia significativa en la germinación del cultivo de café, por lo que se demuestra que las micorrizas no tienen influencia en la germinación de los cultivos.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en el porcentaje de germinación de la semilla de Cacao (*Theobroma cacao* L.), Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® (g/planta)	% Germinación 23 DDS
Sin Mycoral®	0	92
Mycoral® a semilla	20	88
Mycoral® a plántula	100	96
My. a sem y plántula	20 +100	84
R ²		0.82
Coefficiente de Variación		9.07
Probabilidad		0.17
		ns

ns: no significativo, DDS: Días después de siembra

Altura y diferencia de altura de las plantas

Esta variable fue medida durante 17 semanas después del trasplante, sin embargo, por la cantidad de datos en los cuadros de resultados se ubicaron únicamente las semanas con diferencia significativa. Hasta la semana 12 después del trasplante (SDT), los tratamientos con mejores resultados fueron el testigo sin aplicación de Mycoral[®], Mycoral[®] únicamente a la plántula y Mycoral[®] en las dos etapas, con una altura entre 39 y 31 cm. Sin embargo, desde la 13 SDT hasta la 17 SDT, se observaron mejores resultados en el tratamiento donde se inoculó el Mycoral[®] únicamente en la plántula, con una altura de 46 cm; los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$) (Cuadro 3). En la diferencia de altura de las plantas se observó un comportamiento similar, desde la 6 hasta la 12 SDT los mejores resultados se observaron en el testigo sin Mycoral[®] y Mycoral[®] únicamente a la plántula, con una diferencia a la semana 12 de 14 cm; y desde la 13 a la 17 SDT los mejores resultados los presentó el tratamiento donde se inoculó el Mycoral[®] únicamente en la plántula, con una diferencia a la semana 17 de 29 cm; los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$) (Cuadro 4).

Estos resultados demuestran lo contrario a los obtenidos por González Serrano (2014), mencionando que a los 90 días después del trasplante los tratamientos con micorrizas, no presentan un mayor crecimiento comparado con el testigo. En el estudio realizado por Morales y Durango (2008), quienes evaluaron la altura en plantas de cacao inoculadas con micorrizas nativas, tampoco obtuvieron diferencias significativas. Los resultados obtenidos por Matamoros Montoya (2013) quien midió la altura a las 12 semanas en el cultivo de café y no encontró diferencias significativas, demuestra que hasta aproximadamente los 90 días las micorrizas no tienen un efecto positivo en la altura de las plantas.

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral[®] en la altura de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 17 semanas, Instalaciones del Mycoral[®], Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral [®] g/planta	Altura de las plantas (cm)			
		SDT 1	SDT 12	SDT 13	SDT 17
Sin Mycoral [®]	0	19 a	31 a	32 b	41 bc
Mycoral [®] a semilla	20	16 c	28 b	30 c	41 c
Mycoral [®] a plántula	100	18 ab	30 a	34 a	46 a
My. a sem y plántula	20 + 100	17 b	29 ab	32 b	43 b
R ²		0.89	0.72	0.94	0.86
Coefficiente de Variación		3	4	2	3
Probabilidad		0.0001	0.0203	<.0001	0.0006
		**	*	***	**

*** Diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), ** Diferencias muy significativas ($P = 0.01$ a 0.0001), * Diferencia significativa ($P < 0.05$), SDT: Semana después del trasplante.

Cuadro 4. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en la diferencia de altura de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 17 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Diferencia de altura de las plantas (cm)			
		SDT 6	SDT 12	SDT 13	SDT 17
Sin Mycoral®	0	7 a	14 a	15 b	25 b
Mycoral® a semilla	20	6 b	11 b	14 b	24 b
Mycoral® a plántula	100	6 b	14 a	17 a	29 a
My. a sem y plántula	20 + 100	6 b	12 b	15 b	26 b
R ²		0.73	0.95	0.93	0.85
Coefficiente de Variación		18	8	8	8
Probabilidad		0.048	<.0001	0.0005	0.0006
		*	***	**	**

*** Diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), ** Diferencias muy significativas ($P = 0.01$ a 0.0001), * Diferencia significativa ($P < 0.05$), SDT: Semana después del trasplante.

Diámetro y diferencia de diámetro de las plantas

Esta variable fue medida durante 17 semanas después del trasplante, sin embargo, por la cantidad de datos en los cuadros de resultados se ubicaron únicamente las semanas con diferencia significativa. En las semanas 9, 10 y 11 después del trasplante fueron las únicas que presentaron diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$). En la semana 10 el tratamiento que presentó los mejores resultados fue el testigo, y en las semanas 9 y 11 fueron estadísticamente iguales el testigo y el tratamiento donde se inoculó el Mycoral® únicamente en la plántula (Cuadro 5). En cuanto a la diferencia de diámetro el comportamiento fue diferente, en la semana 9 y la 11, fueron estadísticamente iguales: el testigo, el tratamiento con Mycoral® en la plántula, y el tratamiento con Mycoral® en la semilla y en la plántula. En la semana 10 el testigo presentó los mejores resultados, con una diferencia de 0.30 cm. En la semana 14 los mejores resultados se observaron en el testigo y en el tratamiento con Mycoral® en la plántula; los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$) (Cuadro 6).

Estos resultados confirman los obtenidos por González Serrano (2014), indica que a los 90 días que duro el estudio las micorrizas no tuvieron la capacidad de colonizar y proliferarse lo necesario para expresar un mejor desarrollo comparado al testigo. De igual manera, se asemejan a los resultados obtenidos por Arce Valle y Carrera Huerta (2017), quienes demostraron que hasta la semana 39 después del trasplante no se observaron diferencias significativas en el crecimiento del diámetro con el uso de Mycoral® en el cultivo de papaya.

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en el diámetro de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 17 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Diámetro de las plantas (cm)		
		SDT 9	SDT 10	SDT 11
Sin Mycoral®	0	0.55 a	0.60 a	0.61 a
Mycoral® a semilla	20	0.50 b	0.57 b	0.57 b
Mycoral® a plántula	100	0.52 ab	0.56 b	0.58 ab
My. a sem y plántula	20 + 100	0.51 b	0.57 b	0.61 a
R ²		0.71	0.85	0.78
Coefficiente de Variación		7	5	6
Probabilidad		0.02	0.02	0.02
		*	*	*

* Diferencia significativa (P < 0.05), SDT: Semana después del trasplante.

Cuadro 6. Efecto de la aplicación de tres dosis diferentes de Mycoral® en la diferencia de diámetro de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 17 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Diferencia de diámetro de las plantas (cm)			
		SDT 9	SDT 10	SDT 11	SDT 14
Sin Mycoral®	0	0.26 a	0.30 a	0.31 a	0.40 a
Mycoral® a semilla	20	0.19 b	0.26 b	0.26 b	0.36 b
Mycoral® a plántula	100	0.22 ab	0.26 b	0.28 ab	0.38 ab
My. a sem y plántula	20 + 100	0.21 ab	0.26 b	0.30 a	0.36 b
R ²		0.63	0.83	0.75	0.66
Coefficiente de Variación		18	10	12	8
Probabilidad		0.03	0.002	0.01	0.04
		*	**	**	*

** Diferencias muy significativas (P = 0.01 a 0.0001), * Diferencia significativa (P < 0.05). SDT: Semana después del trasplante.

Número de hojas y diferencia de número de hojas

En la semana 12 después del trasplante los mejores resultados se observaron en el testigo y en el tratamiento donde se inoculó Mycoral® en la semilla y en la plántula, con valores entre 14.8 y 15.2 hojas. Sin embargo, desde la semana 13 hasta la semana 17 los mejores resultados se observaron en los tratamientos con Mycoral® solo en la plántula y el tratamiento con Mycoral® en la semilla y en la plántula, obteniendo valores entre 19 y 20 hojas a la semana 17; los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí (P < 0.05) (Cuadro 7). En la diferencia del número de hojas se observaron comportamientos similares, en la semana 12 los mejores resultados se presentaron en el testigo y el tratamiento con Mycoral® en la semilla y en la plántula, con valores de 3 hojas; y desde la semana 14 hasta la 17 los mejores resultados se observaron en los tratamientos con Mycoral® solo en la plántula y el tratamiento con Mycoral® en la semilla y en la plántula, obteniendo valores entre 6 y 7 hojas (Cuadro 8).

Estos resultados fueron superiores a los encontrados por González Serrano (2014), a los 90 días la cantidad de hojas para los tratamientos estaba entre 8.4 y 8.7 hojas. De igual manera, comparado con los resultados obtenidos por Villalobos (2019) evaluó el uso de micorrizas durante un periodo de 2 meses, con un número de hojas de 6.8 a 8.8 hojas. Los resultados obtenidos por Lucas (2016) evaluó el uso de micorrizas y *trichoderma* por 120 días, llegando a un promedio de 11.25 hojas, siendo inferiores a los encontrados en este experimento en la semana 17. Durante las primeras semanas donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, puede ser debido a que las micorrizas al encontrarse en sus primeras etapas de desarrollo no encontraron las condiciones ideales para una buena reproducción en el hospedero, lo que reduce la posibilidad de brindar un beneficio en el desarrollo en las primeras etapas del cultivo (González Serrano 2014).

Cuadro 7. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en el número de hojas de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Número de hojas por planta			
		SDT 12	SDT 13	SDT 14	SDT 17
Sin Mycoral®	0	14.8 ab	15.0 ab	15.0 b	17.0 b
Mycoral® a semilla	20	13.8 c	14.0 b	14.0 b	17.0 b
Mycoral® a plántula	100	14.2 bc	16.0 a	16.0 a	20.0 a
My. a sem y plántula	20 + 100	15.2 a	16.0 a	17.0 a	19.0 ab
R ²		0.88	0.82	0.93	0.81
Coefficiente de Variación		5	6	4	8
Probabilidad		0.03	0.04	0.0001	0.0233
		*	*	**	*

** Diferencias muy significativas (P = 0.01 a 0.0001), * Diferencia significativa (P < 0.05).
SDT: Semana después del trasplante.

Cuadro 8. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en la diferencia del número de hojas de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Diferencia en el No de hojas			
		SDT 12	SDT 14	SDT 15	SDT 17
Sin Mycoral®	0	3.0 a	2.6 bc	3.0 b	5.0 b
Mycoral® a semilla	20	1.4 ab	1.8 c	3.0 b	5.0 b
Mycoral® a plántula	100	1.0 b	3.8 ab	5.0 a	7.0 a
My. a sem y plántula	20 + 100	3.0 a	4.2 a	5.0 a	6.0 a
R ²		0.84	0.89	0.87	0.94
Coefficiente de Variación		46	25	24	14
Probabilidad		0.03	0.002	0.01	0.003
		*	**	**	**

** Diferencias muy significativas (P = 0.01 a 0.0001), * Diferencia significativa (P < 0.05).
SDT: Semana después del trasplante.

Longitud de hojas y diferencia en la longitud de hojas

En las semanas 11 y 12 después del trasplante los mejores resultados se observaron en el testigo, con una longitud de 23 cm, y desde la semana 15 a la 17 los mejores resultados se presentaron en el tratamiento con Mycoral® en la plántula, con una longitud de 30 cm. Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$) (Cuadro 9). En la diferencia de la longitud de hojas los resultados fueron un poco diferentes, en las semanas 11 y 12 no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos y en las semanas 15 y 16 los tratamientos que fueron inoculados con Mycoral® no presentaron diferencias significativas entre sí mismos, con longitudes entre 7 cm y 9 cm; y en la semana 17 los mejores resultados se observaron en el tratamiento con Mycoral® en la plántula, con una longitud de 10 cm; los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$) (Cuadro 10). Estos resultados fueron superiores a los encontrados por Dorado Gutiérrez (2019) evaluó diferentes cepas de micorrizas arbusculares, y a los 120 días después del trasplante se observó una longitud promedio de 12.90 cm. Los resultados obtenidos en este experimento confirman lo encontrado por Gonzalez Serrano (2014), los tratamientos con micorriza no mostraron un efecto positivo comparado al testigo a las 12 semanas después del trasplante.

Cuadro 9. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en la longitud de hojas de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Longitud de las hojas (cm)			
		SDT 11	SDT 12	SDT 15	SDT 17
Sin Mycoral®	0	23 a	23 a	25 b	27 b
Mycoral® a semilla	20	22 b	22 b	26 ab	27 b
Mycoral® a plántula	100	20 c	20 c	28 a	30 a
My. a sem y plántula	20 + 100	21 b	21 b	25 b	26 b
R2		0.94	0.94	0.89	0.92
Coefficiente de Variación		4	4	6	5
Probabilidad		0.0005	0.0005	0.0155	0.0038
		**	**	*	**

** Diferencias muy significativas ($P = 0.01$ a 0.0001), * Diferencia significativa ($P < 0.05$), SDT: Semana después del trasplante.

Cuadro 10. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en la diferencia de la longitud de hojas de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Diferencia de la longitud de hojas		
		SDT 15	SDT 16	SDT 17
Sin Mycoral®	0	4 c	4 b	6 b
Mycoral® a semilla	20	7 ab	7 ab	7 b
Mycoral® a plántula	100	8 a	9 a	10 a
My. a sem y plántula	20 + 100	6 ab	7 ab	7 b
R2		0.91	0.89	0.86
Coefficiente de Variación		23	25	26
Probabilidad		0.005	0.008	0.040
		**	**	*

** Diferencias muy significativas (P = 0.01 a 0.0001), * Diferencia significativa (P < 0.05), SDT: Semana después del trasplante.

Ancho de hojas y diferencia en el ancho de hojas

En la semana 12 los tratamientos que presentaron los mejores resultados fueron el testigo y Mycoral® a la plántula, con un ancho de hojas entre 8 y 9 cm, y en las semanas 15 y 17 el mayor ancho de hojas se observó únicamente en el tratamiento donde se usó Mycoral® en la plántula, alcanzando un ancho de 11 cm; los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí (P < 0.05) (Cuadro 11). En la diferencia del ancho de hojas se observó un comportamiento distinto, en la semana 12 no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos: testigo, Mycoral® en la semilla, y Mycoral® en la semilla y la plántula, con una diferencia en el ancho de las hojas entre 0.3 y 0.6 cm; y en las semanas 15 y 16 los mejores resultados se observaron en todos los tratamientos que se usó el Mycoral®, con un diferencia en el ancho de hojas entre 1.9 y 2.4 cm; los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí (P < 0.05) (Cuadro 12).

Estos resultados confirman los obtenidos por González Serrano (2014), al día 90 después del trasplante no se encontró un efecto positivo en los tratamientos donde se usó micorrizas. El ensanchamiento de las hojas puede ser provocado por factores hormonales, debido a que la simbiosis entre la micorriza y la raíz estimula la actividad metabólica aumentando la síntesis de citocininas, las cuales se encargan de los procesos de división celular, provocando el crecimiento de diferentes órganos como las hojas (Pimienta Barrios *et al.* 2009).

Cuadro 11. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en el ancho de hojas de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Ancho de las hojas (cm)		
		SDT 12	SDT 15	SDT 17
Sin Mycoral®	0	9 a	9 b	10 b
Mycoral® a semilla	20	7 b	9 b	9 b
Mycoral® a plántula	100	8 ab	10 a	11 a
My. a sem y plántula	20 + 100	7 b	9 b	9 b
R ²		0.82	0.86	0.89
Coefficiente de Variación		8	9	7
Probabilidad		0.05	0.04	0.02
		*	*	*

* Diferencia significativa ($P < 0.05$), SDT: Semana después del trasplante.

Cuadro 12. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en la diferencia del ancho de hojas de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	Diferencia de ancho de hojas (cm)		
		SDT 12	SDT 15	SDT 16
Sin Mycoral®	0	0.6 a	0.9 b	1.2 b
Mycoral® a semilla	20	0.4 a	1.9 ab	2.1 a
Mycoral® a plántula	100	0.0 b	2.2 a	2.4 a
My. a sem y plántula	20 + 100	0.3 ab	1.5 ab	1.9 ab
R ²		0.67	0.89	0.86
Coefficiente de Variación		140	36	32
Probabilidad		0.02	0.01	0.05
		*	**	*

** Diferencias muy significativas ($P = 0.01$ a 0.0001), * Diferencia significativa ($P < 0.05$). SDT: Semana después del trasplante.

Infeción de raíces y esporas

Para la infección de raíces los mejores resultados se observaron en el tratamiento con Mycoral® en la semilla y en la plántula, con un 80% de infección en las raíces (Cuadro 13). Para el número de esporas no se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos que se usó Mycoral®, con valores entre 28 y 34 esporas/g de suelo; los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$) (Cuadro 13). Estos resultados dan a conocer que el sustrato que se utilizó al momento de la siembra o el trasplante, contenía micorrizas nativas. Según los resultados obtenidos por Amador Pérez y López Bonilla (2013), se demuestra que a mayor es la concentración de Mycoral®, va a ser mayor el porcentaje de infección y el número de esporas/g de suelo. Estos resultados contradicen lo mencionado por Arce Valle y Carrera Huerta (2017), quienes señalan que a mayor número de esporas va a ser menor el porcentaje de infección.

Cuadro 13. Efecto de la aplicación de tres dosis de Mycoral® en el porcentaje de infección de raíces y número de esporas en las raíces de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) durante 9 semanas, Instalaciones del Mycoral®, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Mycoral® g/planta	% Infección de raíces	# Esporas/g suelo
Sin Mycoral®	0	24 d	16 b
Mycoral® a semilla	20	55 c	28 a
Mycoral® a plántula	100	73 b	28 a
My. sem y plántula	20 + 100	80 a	34 a
R ²		0.99	0.94
Coefficiente de Variación		6	14
Probabilidad		<.0001 ***	0.005 **

*** Diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), ** Diferencias muy significativas ($P = 0.01$ a 0).

4. CONCLUSIONES

- La aplicación de micorrizas vesículo arbusculares seleccionadas (Mycoral[®]) en las primeras 12 semanas no mostraron un efecto significativo en el desarrollo de las plántulas de cacao para patrón, sin embargo, desde la semana 13 en adelante, los tratamientos que fueron inoculados con Mycoral[®] en la plántula con 100 g/planta presentaron un mejor resultado comparado con el testigo sin micorrizas, para las variables altura de la planta, número y dimensiones de la hoja (largo y ancho) de hoja a excepción de la variable diámetro.
- La mejor dosis de Mycoral[®] resultó ser de 100g/planta, aplicándolo únicamente en la plántula al momento del trasplante del semillero a las bolsas de vivero, debido a que presentó el mejor resultado en la altura de la planta, número y dimensiones de la hoja (largo y ancho) de la hoja comparación con la aplicación de Mycoral[®] a la semilla, a la semilla y la plántula o al no aplicar Mycoral[®].

5. RECOMENDACIONES

- A la siembra de patrones de cacao, aplicar micorrizas vesículo arbusculares seleccionadas (Mycoral®), al momento del trasplante a bolsas de vivero.
- Evaluar diferentes dosis de aplicación en la semilla para determinar si existen cambios en su comportamiento.
- Continuar con el experimento o realizar un nuevo estudio, por un periodo más prolongado, debido a que el efecto de las micorrizas en comparación al testigo se manifestó en las últimas semanas del estudio.
- Realizar un proceso de aislamiento de micorrizas en la turba utilizada en el semillero, para determinar la presencia de micorrizas nativas.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilera Gómez LI, Olalde Portugal V, Arriaga MR, Contreras AR. 2007. Micorrizas arbusculares. *Ciencia Ergo Sum*, 14(3): 300-306.
- Alarcón A, Ferrera Cerrato R. 2000. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra Latinoamericana*; [consultado el 30 de ago. De 2020]. 17(3):179-191. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317302.pdf>.
- Amador Pérez EV, López Bonilla KP. 2013. Evaluación del efecto del tamaño de corno y Mycoral® en Plátano (*Musa* sp. var. Curaré enano). [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 26p; [consultado el 3 de ago de 2020]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1722/1/CPA-2013-003.pdf>.
- Arce Valle SJ, Carrera Huerta XE. 2017. Evaluación de cuatro dosis de potasio e inoculación de micorrizas seleccionadas en producción de papaya (*Carica papaya* L.). [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 29p; [consultado el 3 de agosto de 2020]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6046/1/CPA-2017-010.pdf>.
- Arvelo M, Delgado T, Maroto S. Maroto S, Rivera J, Higuera I, Navarro A. 2016. Estado actual sobre la producción y el comercio del cacao en América. Costa Rica: IICA; [consultado 2019 nov 27]. <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2793/1/BVE17048806e.pdf>
- Arvelo M, González D, Delgado T, Maroto S, Montoya P. 2017. Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América. México: IICA; [consultado 2019 dic 01]. <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2793/1/BVE17048806e.pdf>
- Dorado Gutiérrez EB. 2019. “Evaluación de complejos micorrízicos asociados al cultivo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*)”. [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. 70p. [consultado el 3 de ago de 2020]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5988/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000158.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Fernández Lizarazo J, Bohórquez Santana W, Rodríguez Villate A. 2016. Dinámica nutricional del cacao bajo diferentes tratamientos de fertilización con N, P y K en vivero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* Vol. 10(2): 367-380, [consultado el 2019 dic 1]. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/4702
- [FHIA] Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 2019. Programa de Cacao y Agroforestería [internet]. Cortés. [consultado el 9 de septiembre de 2020]. http://www.fhia.org.hn/htdocs/cacao_y_agroforesteria.html.
- González Serrano CP. 2014. Aplicación de micorrizas y un mycobacter en viveros de Cacao (*Theobroma cacao* L.). [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica de Machala. 65p; [consultado el 3 de ago de 2020]. http://186.3.32.121/bitstream/48000/933/7/CD295_TESIS.pdf.
- Jarstfer AG. 1970. Método para tinción de raíces. University of Florida. Soil Science Department, Gainesville, FL 32611-0151 USA.

- Julca, A. 2017. Comportamiento en Vivero de Diferentes Patrones y Plantas Injertadas De Cacao (*Theobroma cacao* L.) en Rio Negro, Satipo, Junín, Perú. Revista Científica Pakamuros, 5(1), 9. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v5i1.48>
- Leblanc HA, Márquez E. 2014. EFECTO DE LOS HONGOS FORMADORES DE MICORRIZAS ARBUSCULARES EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE CACAO EN VIVERO. *Tierra Tropical*. 10(2): 191-200. https://www.researchgate.net/publication/328675292_EFECTO_DE_LOS_HONGOS_FORMADORES_DE_MICORRIZAS_ARBUSCULARES_EN_EL_DESARROLLO_DE_PLANTAS_DE_CACAO_EN_VIVERO
- Lucas León JA. 2016. Efectos de la asociación Micorrizas más *Trichoderma* sobre el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) en viveros, en la zona de Babahoyo. [Tesis]. Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 66p. [consultado el 3 de ago de 2020]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3015/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000004.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Matamoros Montoya JE. 2013. Efecto de altas dosis de Mycoral® en las variedades de café Catimor 51/75 y Caturra en siembra directa en bolsa. [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 23p; [consultado el 3 de ago de 2020]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1844/1/CPA-2013-058.pdf>.
- Morales R, Durango W. 2008. Resultados en la obtención de inóculos nativos de hongos micorrízicos en cultivos de Cacao (*Theobroma cacao*) y Soya (*Glycine max*) [internet]. Quito: SecSuelo; [consultado el 3 de ago de 2020]. <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/2.-Rocio-M1.pdf>
- Rodriguez O. 2011. Identificación y evaluación de oportunidades de mercado para cacao fino de aroma, en la asociación cooperativa de producción agrícola de la hacienda la carrera, Usultán [Tesis]. El Salvador: Universidad “Dr. José Matías Delgado”. 122p.
- Pimienta Barrios E, Zañudo Hernández J, López Alcocer E. 2009. Efecto de las micorrizas arbusculares en el crecimiento, fotosíntesis y anatomía foliar de plantas jóvenes de Agave tequilana. [Tesis]. México: Universidad de Guadalajara. [consultado el 3 de agosto de 2020]. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512009000400005#c3
- [PINDSTRUP] Pindstrup Substrate . 2020. Pindstrup Mosebrug SAE; [consultado el 21 de agosto de 2020]. <https://www.pindstrup.es/profesional/product-details/pindstrup-peat-moss>.
- [PROCACAOH] Proyecto de Mejoramiento de Ingresos y Empleo para Productores y Productoras de Cacao en Honduras. 2017 Proyecto de Mejoramiento de Ingresos y Empleo para Productores y Productoras de Cacao en Honduras. Producción de patrones de cacao de alta calidad. Atlántida. 4p; [consultado el 20 de agosto de 2020]. http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No16_Oct_2017.pdf.

- Puentes Páramo Y, Menjivar Flores J, Gómez Carabali A, Aranzazu Hernández F. 2013. Absorción y distribución de nutrientes en clones de cacao y sus efectos en el rendimiento. [Tesis]. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad nacional de Colombia. 8 p.
- Peña Urriola D. 2017. Identificación de áreas potenciales para cultivo de cacao en Honduras y propuesta de programa de fertilización. [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 47p. [consultado el 10 de abril de 2020] <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6019/1/CPA-2017-081.pdf>
- Villeda M, Ordoñez E. 2017. Creando espacios a los productores de cacao para encontrar mercados y desarrollar capacidades. [Internet]. Honduras: CDAIS. [consultado 2019 dic 2]. <https://cdais.net/2018/06/20/honduras-una-historia-de-cambio-acerca-del-cacao/>
- Villalobos S. 2019. Efectos de la biofertilización en plántulas de *Theobroma cacao* L. con micorrizas arbusculares nativas del área de conservación municipal "Bosque de Huamantanga" de la provincia de Jaén. Cajamarca. [Tesis]. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. 91p. [consultado el 3 de agosto de 2020]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3138>.