

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación

**Viabilidad de cinco cepas y dos productos a base de hongos micorrízicos vesículo-arbusculares en maíz dulce (*Zea mays L.*) en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano**

Estudiantes

Joakin Enrique Moran Coello

Juan Antonio Larrea Verdesoto

Asesores

Gloria E. Arévalo V., Dra.

Hugo O. Ramírez G., Ph.D.

Alejandra S. Gallo S., M.Sc.

Honduras, agosto 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ROGEL CASTILLO**

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de cuadros.....	5
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	11
Ubicación del Estudio.....	11
Material Vegetal.....	11
Manejo de Siembra.....	11
Manejo del Cultivo.....	11
Tratamientos.....	12
Ecuación 1.....	13
Variables Determinadas.....	14
Altura de la Planta.....	14
Grosor de Tallo (Medida en Dos Puntos).....	14
Número de Hojas.....	14
Producción de Mazorca.....	14
Peso Seco de Raíces.....	15
Número de Esporas y Porcentaje de Infección en la Raíz.....	15
Diseño Experimental.....	15
Análisis Estadístico.....	15
Resultados y discusión.....	16
Altura de Planta.....	16

Diferencias de Crecimiento.....	17
Grosor de Tallo.....	18
Crecimiento de Tallo .....	19
Número de Hojas .....	20
Diferencias de Número de Hojas Quincenal .....	21
Componentes de Producción de Maíz Dulce .....	22
Número de Esporas.....	23
Peso Seco Raíz.....	25
Análisis de Infección de Raíces.....	25
Conclusiones .....	27
Recomendaciones.....	28
Referencias.....	29

### Índice de cuadros

Cuadro 1 Programa de fertilización para el cultivo de maíz dulce para evaluación de la viabilidad de cinco cepas y dos productos de hongos micorrízicos arbusculares en la EAP Zamorano, Honduras...	12
Cuadro 2 Concentración de esporas utilizada en la inoculación de las plántulas de maíz, para evaluación de la viabilidad de cinco cepas y dos productos de hongos micorrízicos arbusculares en maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras. ....	13
Cuadro 3 Efecto de aplicación de hongos Micorrízicos vesículo arbusculares en la altura (cm) de la planta de maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras .....	17
Cuadro 4 Diferencia quincenal de la altura de las plantas de maíz tratadas con hongos micorrízicos vesículo arbusculares y el testigo en maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras .....	18
Cuadro 5 Efecto de aplicación de hongos micorrízicos vesículo arbusculares en el grosor del tallo (cm) de la planta de maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras .....	19
Cuadro 6 Diferencia quincenal del grosor (cm) del tallo de las plantas de maíz tratadas con hongos micorrízicos vesículo arbusculares y el testigo en la EAP Zamorano, Honduras .....	20
Cuadro 7 Efecto de aplicación de hongos micorrízicos vesículo arbusculares en el número de hojas de la planta de maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras .....	20
Cuadro 8 Diferencia quincenal del número de hojas de las plantas de maíz tratadas con hongos micorrízicos vesículo arbusculares y el testigo para evaluación de la viabilidad de cinco cepas y dos productos de hongos micorrízicos arbusculares en maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras .....	22
Cuadro 9 Efecto en algunos componentes de la producción de mazorca de maíz dulce tratadas con hongos micorrízicos vesículo arbusculares en la EAP Zamorano, Honduras.....	23
Cuadro 10 Efecto de aplicación de hongos micorrízicos vesículo arbusculares en el número de esporas inoculadas, porcentaje de infección de raíces y peso seco de raíz (g) de la planta de maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras .....	24

## Resumen

El efecto de micorrizas en la producción agrícola ha dado lugar a amplias investigaciones recientemente. La simbiosis entre hongo y las raíces de los cultivos ha demostrado que potencia el desarrollo de las plantas por absorción de agua y nutrientes. El objetivo fue evaluar la viabilidad de cinco cepas seleccionadas de micorriza vesículo-arbusculares (MVA): *Glomus* sp.(M7), *Acaulosphora* sp.(M8), *Entrophosphora* sp.(SE3), *Glomus Etunicatum* (GETU) y *Glomus interradices* (AMYCOR) y los productos MYCORAL-R (M7, M8, SE3) y MYCOZAM (M7, M8, Amycor) y su efecto en maíz dulce. El diseño fue BCA y análisis de varianza y separación de medias por el método Duncan ( $P < 0.05$ ). Se evaluó altura, número de hojas y grosor de tallo quincenalmente y producción, peso seco de raíces, porcentaje de infección de raíces y número de esporas al final del cultivo. Hubo diferencias significativas en altura, adelanto en el número de hojas, producción y peso de raíces, favorable a las MVA. No hubo efecto en grosor del tallo, porcentaje de infección de raíces y esporas en el suelo. Mejor producción obtuvo la cepa *Glomus interradices* (Amycor) y los productos Mycoral-R y Mycozam. *Acaulosphora* sp. (M8) tuvo menor desempeño entre las cepas probadas. El mejor efecto de MVA seleccionadas fue en peso seco de raíces y peso de mazorca. La edad de renovación no fue determinante ya que la cepa más competente *Glomus interradices*-Amycor fue renovada en 2008 vs otras de más reciente renovación.

*Palabras clave:* Micorrizas arbusculares, producción, raíces.

### Abstract

The effect of mycorrhizae in agricultural production has given place to a lot of research recently. The symbiosis between fungi and plant has shown an increase in plant development because of water and nutrients absorption. The objective was to evaluate the viability of five strains of selected vesicle-arbuscular mycorrhizae (VAM): *Glomus sp.*(M7), *Acaulosphora sp.*(M8), *Entrophosphora sp.*(SE3), *Glomus Etunicatum* (GETU) and *Glomus interradices* (AMYCOR) and the products MYCORAL-R (M7, M8, SE3) and MYCOZAM (M7, M8, Amycor) and their effect on sweet corn. It was a design in completely random blocks and Duncan analysis ( $P < 0.05$ ). Height, number of leaves and stem thickness were evaluated fortnightly and production, dry weight of roots, percentage of root infection and number of spores, at the end of the crop cycle. There were significant differences in height, number of leaves, production and root weight, favorable to VAM. There was no effect in stem thickness, root infection percentage and spores in the soil. Best results were obtained by *Glomus interradices* (Amycor) and the products Mycoral-R and Mycozam. *Acaulosphora sp.* (M8) had the lower performance among the strains studied. The best effect of the selected VAM was in weight of dry roots and cob weight. The renewal of strains wasn't determining because the best strain was *Glomus interradices*-Amycor and it was renewed in 2008 vs other strains that had a recent renewal.

*Key Words:* Arbuscular mycorrhizal fungi, production, roots.

## Introducción

En la naturaleza, las plantas están en constante interacción con microorganismos benéficos y patógenos. Los hongos micorrízicos arbusculares, son hongos presentes en el suelo, los cuales tienen la capacidad de formar relaciones simbióticas con las raíces de la mayoría de los principales cultivos agrícolas y hortícolas, esta relación se le conoce con el nombre de micorrizas.

Las simbiosis entre los hongos micorrízicos y las raíces de las plantas representan una vía prometedora al desarrollo de una agricultura sostenible. Durante las últimas tres décadas, los hongos micorrízicos arbusculares, han sido ampliamente estudiados como un componente importante en la producción, resistencia en contra de enfermedades y la absorción de agua y nutrientes de varios cultivos (González Serrano 2014).

El cultivo de maíz (*Zea mays*) presenta una alta importancia socioeconómica para la mayoría de los países americanos, debido a su amplia utilización en el sector agroalimentario y de nutrición animal. En México la producción anual para forraje entre los cultivos de maíz y sorgo ronda entre las 448 y 564 mil toneladas de forraje seco por año supliendo el 35 a 40% del consumo de forraje de esta región (Salazar Sosa et al. 2007). En Honduras, la producción de maíz también abastece la alimentación de una gran cantidad de familias, se esperaba que para el ciclo 2020-2021 se produzcan 12 millones de quintales de maíz como producto final, producido en 361163 hectáreas alrededor de todo el terreno hondureño (SAG 2020). Se predice que para el año 2050 la producción mundial anual de maíz llegará 3,300 millones de toneladas de producto final, siendo una sorprendente cifra ya que solo supera en 800 millones de toneladas al récord en producción que se logró en el año 2014 (Reeves et al. 2016).

Tomando en cuenta la constante degradación ambiental que causan los agroquímicos, la búsqueda del reemplazo del uso de agroquímicos a las plantas como única vía de producción agrícola ha sido una tarea y misión que se ha impuesto a la comunidad científica. Estudios anteriores han encontrado una alta simbiosis entre las raíces del cultivo del maíz y los hongos micorrízicos

arbusculares (Prager 2012). La correcta aplicación de este suplemento biológico al maíz puede resultar en un aumento de la producción y en una reducción de costos en agroquímicos. Según Aguirre Medina et al. (2007) las asociaciones micorrízicas pueden incrementar la producción y reducir el uso de fertilizantes sintéticos. La base de cualquier desarrollo vegetal es la efectividad radicular de las plantas, este es el ámbito en el cual las asociaciones micorrízicas tienen un mayor beneficio, ya que mejoran de manera exponencial el desarrollo radicular de los cultivos. Por este motivo es de alta importancia evaluar el desarrollo vegetal y productivo de una planta bajo la simbiosis micorrízica ya que puede representar un alto crecimiento en la productividad de cualquier cultivo, al reducir significativamente los gastos en agroquímicos (Reinoso Viteri 2019). Una ventaja de los hongos micorrízicos arbusculares en el maíz es que estos pueden estar presentes de manera natural y nativa en los suelos agrícolas, dependiendo del manejo y ecosistema al que sean expuestas. La presencia de estos hongos no presenta cambios dependiendo de la cantidad de materia orgánica aplicada pero igual es vista en alta cantidades en suelos agrícolas para maíz teniendo como mayor representante el género "*Glomus*" (Serralde y Ramirez 2004).

La importancia del estudio de las asociaciones micorrízicas en el cultivo del maíz se basa en que gracias a la asociación de los hongos micorrízicos arbusculares, el cultivo del maíz ha podido evolucionar y adaptarse a diferentes ambientes mientras hace mejoras en productividad mediante la ayuda de aplicaciones de materia orgánica y abonos verdes los cuales favorecen el trabajo de dichos hongos (Martín y Rivera 2015). Es importante también señalar que el cultivo de maíz pertenece a la clase monocotiledónea junto a otros importantes cultivos agrícolas y hortícolas como es el caso de otros cereales (sorgo, trigo, arroz, gramíneas), frutales (banana, piña) y hortalizas (cebolla, ajo, jengibre). Esta clase de cultivos no desarrollan pelos radicales y por ende han evolucionado eficientemente sus estrategias y mecanismos de simbiosis obligadas para fortalecer la absorción y retención de agua y nutrientes, donde las micorrizas siguen jugando un papel crucial (Gauggel y Vazquez 2005).

En este estudio se trabajó con cepas de *glomus* sp, identificadas con los códigos (M7, GETU, Amycor también conocida como SECRA), *Acaulosphora* sp (M8) y *Entrophosphora* sp (SE3) cepas de micorrizas seleccionadas donadas a la EAP Zamorano por el Dr. Erich Radattz y mezclas comerciales de estas cepas (Mycoral-R, Mycozam) como producto comercial el primero y en desarrollo el segundo, de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Los objetivos de este estudio fueron: evaluar la viabilidad de cinco cepas renovadas y dos productos a base de cepas de hongos micorrízicos vesículo-arbusculares seleccionadas y su efecto en el crecimiento, desarrollo y producción de maíz dulce, y reconocer el efecto como suplementación de la aplicación de MVA benéficas a un cultivo como es el del maíz.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación del Estudio**

El experimento fue conducido entre febrero 12 hasta abril 26 del 2021, en la casa malla #3 localizada en el lote #7 en la unidad de Conservación y manejo de suelos, en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras, (coordenadas 13.997333, -86.990624). La precipitación recibida por el cultivo durante el periodo de estudio fue de 157.4 mm. La temperatura registrada fue monitoreada a través de la estación meteorológica “Zorrales” la cual indicó una temperatura máxima de 35.95 °C, temperatura mínima de 11.45 °C y una temperatura promedio de 23.07 °C a lo largo del periodo de febrero – abril.

### **Material Vegetal**

Se sembraron 600 plantas, de las cuales se utilizaron 320 para evaluación, de maíz dulce (*Zea mays L. var. rugosa*) híbrido Super Valley, trasplantadas a las camas en un estado de plántula para facilitar la inoculación de los tratamientos. Estas plántulas fueron trasplantadas a campo en el 12 de febrero de 2021.

### **Manejo de Siembra**

Las semillas se sembraron en bandejas con sustrato de turba. Las plántulas se trasplantaron a campo en camas levantadas 10 días después de siembra, a una densidad de 66,660 plantas/ha. Cada cama con un sistema de doble hilera, un distanciamiento de 25 cm entre plantas sembradas a tresbolillo y un espaciamento entre camas de 1.20 m medidos desde su centro ya que, a esta densidad, se pueden obtener las mayores producciones por hectáreas sin sacrificar la calidad del producto final (Elizondo y Boschini 2001)

### **Manejo del Cultivo**

El cultivo contó con un manejo y seguimiento prácticas culturales que se realizaron: control manual de malezas cada semana, nutrición del cultivo (fertilización), riego y monitoreo de plagas y enfermedades del cultivo de maíz. El plan de fertilización se fraccionó en cuatro aplicaciones de

nitrógeno, fósforo y potasio (Cuadro 1). En la siembra, aporque, prefloración y en medio de la etapa vegetativa. Tan importante como reconocer los nutrientes necesitados para el maíz es el hecho de fraccionar la dieta de manera óptima (García 2012)

### Cuadro 1

*Programa de fertilización para el cultivo de maíz dulce para evaluación de la viabilidad de cinco cepas y dos productos de hongos micorrízicos arbusculares en la EAP Zamorano, Honduras.*

Aplicación	Nutriente (kg/ha)				Fertilizante (kg/ha)		
	DDT	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Urea	DAP	KCl
1.- Siembra	1	35.5	12.3	37.3	67	27	62
2.- Etapa V5	15	35.5	12.3	37.3	67	27	62
3.- Aporque	30	30.7	-	37.3	67	-	62
4.- Pre-floración	45	30.7	-	-	67	-	0
Total		132.3	24.5	112	266.7	53.3	186.7

### Tratamientos

Se evaluó el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo del maíz, de cinco cepas seleccionadas renovadas de micorriza vesículo arbuscular: *Glomus sp.* (M7-renovada Ag 2018), *Acaulospora sp.* (M8-2016), *Entrophospora sp.* (SE3- Ag 2018) y *Glomus interadices* (AMYCOR ó SECRA F2-2018) y *Glomus etunicatum* (GETU 2012). Se buscó evaluar la viabilidad de las cinco cepas renovadas más recientemente de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA) para su mantenimiento y propagación en el programa Mycoral® de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano y dos productos mezcla de ellas: Mycoral-R producto comercial compuesto por las cepas (M7-M8-SE3 renovadas en el año 2018) y Mycozam (M7, M8, Amycor) producto recién creado, en la eficiencia del desarrollo en plantas de maíz dulce. Se evaluaron ocho tratamientos:

- *Glomus sp.* (M7)
- *Acaulospora sp.* (M8)
- *Entrophospora sp.* (SE3)
- *Glomus Etunicatum* (GETU)

- *Glomus interadices* (AMYCORN)
- MYCORAL (Mezcla de las cepas M7, M8, SE3) Marca comercial®
- MYCOZAM (Mezcla de las cepas M7, M8, Amycor).
- Testigo sin micorriza seleccionada

### **Dosis Utilizada**

Se aplicó una cantidad de producto de 6.5 g/planta realizando el inóculo del material en bandejas de 200 plántulas de maíz dulce, se utilizó tundra con el inóculo. Al hacer el análisis de la concentración de esporas en cada material, se encontró que el número de esporas por gramo varió, por lo tanto, al aplicar la misma cantidad de material en cada planta, el número de esporas fue diferente en cada caso (Ec. 1), (Cuadro 2).

### **Ecuación 1**

$$\text{Número de esporas/planta} = (\text{Número de esporas/g}) \times \text{g de producto aplicado/planta} \quad [1]$$

Esta dosis fue inferior a la normalmente utilizada en los trabajos de investigación de micorrizas *Glomus*, que contienen un promedio de 700 a 800 esporas por dosis (Gardezi et al. 2000) Mycoral-R es un producto comercial que por cada gramo contiene como mínimo, 10 esporas y 1.2% de raicillas infectadas con el producto (EAP Zamorano, 2018).

### **Cuadro 2**

*Concentración de esporas utilizada en la inoculación de las plántulas de maíz, para evaluación de la viabilidad de cinco cepas y dos productos de hongos micorrízicos arbusculares en maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras.*

Cepa o producto	No. Esporas/g material	No. Esporas/planta
<i>Glomus</i> sp. M7-2018	5.30	34
<i>Acaulosphora</i> sp. M8-2016	2.30	15
<i>Entrophosphora</i> sp. SE3- 2018	5.50	36
<i>Glomus Etunicatum</i> GETU- 2008	8.50	55
<i>Glomus interadices</i> AMYCORN- 2008	8.00	52

Cepa o producto	No. Esporas/g material	No. Esporas/planta
Mycozam-2021	43.0	280
Mycoral-2021	23.4	152

Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones, uno en cada hilera. No se tomaron datos en las hileras externas del área sembrada, para evitar el efecto borde. Cada repetición contó con 10 plantas teniendo 80 plantas por hilera donde se tomaron los datos. Se colocaron 10 plantas al inicio y al final de cada hilera donde no se tomaron datos para evitar el efecto borde.

### **Variables Determinadas**

#### ***Altura de la Planta***

Dato tomado cada dos semanas, se medía desde el suelo, hasta la última hoja formada completamente y fue tomado hasta la aparición de la hoja bandera. Se hicieron las mediciones a los días 14, 28, 42 y 56, desde el establecimiento del cultivo en campo. Se utilizó una cinta métrica para la medición.

#### ***Grosor de Tallo (Medida en Dos Puntos)***

Dato tomado cada dos semanas, en la primera toma de datos se usó como referencia la mitad de la planta, en las sucesivas mediciones se realizó la medición entre la cuarta y quinta hoja de la planta. Se utilizó un pie de rey para la medición

#### ***Número de Hojas***

Este dato fue tomado cada dos semanas, solo se tomaban en cuenta las hojas completamente desarrolladas y se prosiguió a contarlas una a una.

#### ***Producción de Mazorca***

Se determinó a los 103 DDS. Se midió el peso de la mazorca en fresco, con brácteas y sin ellas. La unidad de medida fue en gramos. Los datos fueron tomados con una balanza gramo métrica Langacher 44 modelo PL1502E.

***Peso Seco de Raíces.***

Para esta muestra y toma de datos se realizó la extracción de la raíz de manera completa, se eliminó el exceso de suelo mediante agua a presión, luego se dejó secar por dos días para bajar la humedad. Posteriormente las raíces se introdujeron en bolsas de papel en un horno en el laboratorio de suelos a 70°C hasta que el peso se mantuviera constante. Para medir el peso se utilizó una balanza gramométrica Langacher 44 modelo PL1502E.

***Número de Esporas y Porcentaje de Infección en la Raíz.***

La toma de muestras se realizó después de cosecha y fueron enviadas a la unidad de investigación y desarrollo de cultivos en la EAP Zamorano. Para analizar la infección de raíces y el conteo de esporas se realizó el método de teñir y clarificar raíces (Jarstfer 2016).

**Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con ocho tratamientos (cinco cepas, dos productos a base de hongos micorrízicos y un testigo) con cuatro repeticiones (bloque) cada uno, con un total de 10 unidades experimentales en cada bloque. Cada bloque tuvo una toma de datos en los parámetros de altura, grosor de tallo, número de hojas, producción, porcentaje de infección de raíces, número de esporas por gramo de suelo y peso seco de raíces.

**Análisis Estadístico**

El análisis estadístico se realizó con una precisión de 95% para evitar un error de análisis. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias utilizando la prueba Duncan, en el programa estadístico Infostat versión 2020.

## Resultados y Discusión

### Altura de Planta

No se encontró diferencia significativa en la altura final de las plantas, solo se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos a los 14 DDT, cuando se evidenció una altura mayor con los tratamientos con *Glomus sp* (M7), *Acaulosphora sp* (M8), *Glomus interadices* (Amycor) y Mycozam. Cabe recalcar que todos los tratamientos con MVA alcanzaron una mayor altura que el testigo (Cuadro 3).

La altura de la planta de maíz es una característica netamente genética (Pierce 2016) y al estar usando la misma variedad de maíz entre todos los tratamientos, es esperado tener alturas similares al usar MVA o no. Estudios similares realizados en sorgo demuestran que al ser influenciado por micorrizas se obtuvieron diferencias significativas favorables en las plantas tratadas con micorrizas vs el testigo bajo estrés hídrico (Franco 2008). Los resultados difieren de los obtenidos en el cultivo de tomate (Maldonado Ortiz y Reyes Pozo 2018), quienes evidenciaron diferencias significativas en la altura de planta, siendo la cepa M8 la que generó la mayor altura.

**Cuadro 3**

*Efecto de aplicación de hongos Micorrízicos vesículo arbusculares en la altura (cm) de la planta de maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras*

Tratamiento	Días después del trasplante			
	14	28	42	56
<i>Glomus</i> sp (M7)	6.7 abc	39.8	95.5	191.3
<i>Acaulosphora</i> sp. (M8)	8.0 a	43.4	96.0	186.7
<i>Enterophosphora</i> sp (SE3)	6.4 bc	39.0	98.0	184.1
<i>Glomus Etunicatum</i> (GETU)	6.2 bc	42.7	98.6	194.0
<i>Glomus interadices</i> (Amycor)	7.2 ab	40.2	100.6	190.4
Mycoral-R	6.9 abc	43.9	98.6	193.1
Mycozam	7.8 a	43.5	100.9	187.3
Testigo	5.8 c	41.6	99.1	186.1
Significancia	*	ns	ns	ns
P	0.01	0.1	0.82	0.78
R <sup>2</sup>	0.6	0.53	0.69	0.33
C V (%)	11.96	6.36	5.55	5.08

Nota. Letras diferentes en la misma columna difieren entre sí; \*: diferencia significativa (P=0.01 a 0.05); \*\*: diferencia altamente significativa

(P ≤ 0.01), ns: sin significancia.

**Diferencias de Crecimiento**

No se evidenció una diferencia en el crecimiento entre tratamientos (P < 0.05). Las plantas con todos los tipos de MVA crecieron al mismo ritmo que el testigo (Cuadro 4). En general, se observa que en el periodo entre 14 y 28 DDT el crecimiento alcanza valores promedio de 34.7 cm, la velocidad de crecimiento es mayor conforme transcurre el tiempo ya que en el segundo periodo entre 28 a 42 DDT crece en promedio 56.78 cm y en el último periodo de 42 a 56 DDT aumenta a 90.7 cm.

**Cuadro 4**

*Diferencia quincenal de la altura de las plantas de maíz tratadas con hongos micorrízicos vesículo arbusculares y el testigo en maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras*

Tratamiento	Diferencia de crecimiento (cm) en periodo de 14 días		
	14 a 28	28 a 42	42 a 56
<i>Glomus</i> sp (M7)	33.03	55.70	95.80
<i>Acaulosphora</i> sp. (M8)	35.35	52.65	90.65
<i>Enterophosphora</i> sp (SE3)	32.58	59.00	86.15
<i>Glomus Etunicatum</i> (GETU)	35.48	56.95	95.35
<i>Glomus interadices</i> (Amycor)	32.58	60.40	89.80
Mycoral-R	37.03	54.65	94.50
Mycozam	35.70	57.35	86.40
Testigo	35.80	57.55	86.95
Significancia	ns	ns	ns
P	0.16	0.44	0.67
R <sup>2</sup>	0.58	0.75	0.40
C V (%)	7.26	8.53	10.76

*Nota.* Letras diferentes en la misma columna difieren entre sí; \*: diferencia significativa (P=0.01 a 0.05); \*\*: diferencia altamente significativa

(P ≤ 0.01), ns: sin significancia.

**Grosor de Tallo**

Se encontraron diferencias significativas (P < 0.05) entre tratamientos a 28 DDT. El menor desempeño se obtuvo en el tratamiento con M8, diferenciándolo del resto de tratamientos, sin embargo, no se evidenció una diferencia significativa entre los otros tratamientos (Cuadro 5).

**Cuadro 5**

*Efecto de aplicación de hongos micorrízicos vesículo arbusculares en el grosor del tallo (cm) de la planta de maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras*

Tratamiento	Días después del trasplante (DDT)			
	14	28	42	56
<i>Glomus</i> sp (M7)	0.49	1.43 a	2.12	2.25
<i>Acaulosphora</i> sp. (M8)	0.49	1.20 b	1.88	2.01
<i>Enterophosphora</i> sp (SE3)	0.44	1.39 a	2.00	2.18
<i>Glomus Etunicatum</i> (GETU)	0.48	1.39 a	2.12	2.21
<i>Glomus interadices</i> (Amycor)	0.52	1.48 a	2.07	2.37
Mycoral-R	0.51	1.48 a	2.05	2.14
Mycozam	0.54	1.55 a	2.12	2.24
Testigo	0.48	1.40 a	2.07	2.18
Significancia	ns	*	ns	ns
P	0.09	0.02	0.44	0.18
R <sup>2</sup>	0.55	0.53	0.3	0.44
C V (%)	8.33	8.13	7.98	7.49

*Nota.* Letras diferentes en la misma columna difieren entre sí; \*: diferencia significativa (P=0.01 a 0.05); \*\*: diferencia altamente significativa

(P ≤ 0.01), ns: sin significancia.

Los resultados se manifestaron de la misma manera en el cultivo de la cebolla en un experimento, teniendo mayor crecimiento en los tratamientos con micorrizas, con diferencias significativas (P<0.05) respecto al testigo (Rodríguez y Ortuño 2007). Estos resultados no concuerdan con los estudios realizados en la EAP Zamorano por Arce Valle y Carrera Huerta (2017). En este experimento, se encontraron diferencias significativas en el grosor de tallo entre plantas de papaya inoculadas con MVA y el testigo.

**Crecimiento de Tallo**

No se encontraron diferencias significativas (P < 0.05) entre tratamientos, ya que las plantas con todos los tipos de MVA tuvieron un crecimiento igual que el testigo (Cuadro 6). En general se observa que en el periodo entre 14 y 28 DDT el crecimiento alcanza valores cercanos a un cm y la velocidad de crecimiento es menor conforme transcurre el tiempo ya que en el segundo periodo entre 28 a 42 DDT crece en promedio 0.65 cm y en el último periodo de 42 a 56 DDT disminuye a 0.13 cm.

**Cuadro 6**

*Diferencia quincenal del grosor (cm) del tallo de las plantas de maíz tratadas con hongos micorrízicos vesículo arbusculares y el testigo en la EAP Zamorano, Honduras*

Tratamiento	Diferencia de diámetro (cm) en periodos de 14 días		
	14 a 28	28 a 42	42 a 56
<i>Glomus</i> sp M7	0.94	0.69	0.13
<i>Acaulosphora</i> sp. (M8)	0.72	0.67	0.13
<i>Enterophosphora</i> sp (SE3)	0.95	0.61	0.18
<i>Glomus Etunicatum</i> (GETU)	0.92	0.73	0.09
<i>Glomus interadices</i> (Amycor)	0.96	0.59	0.31
Mycoral-R	0.97	0.57	0.09
Mycozam	1.01	0.58	0.11
Testigo	0.92	0.67	0.11
Significancia	ns	ns	ns
P	0.09	0.84	0.43
R <sup>2</sup>	0.49	0.21	0.31
C V (%)	13.27	27.01	44.63

Nota. Letras diferentes en la misma columna difieren entre sí; \*: diferencia significativa (P=0.01 a 0.05); \*\*: diferencia altamente significativa

(P ≤ 0.01), ns: sin significancia.

**Número de Hojas**

Hubo diferencias significativas (P < 0.05) entre tratamientos a 14 DDT con los tratamientos *Acaulosphora* sp (M8), Mycoral-R, Mycozam que obtuvieron los mejores resultados, en contraste con la cepa M7 con el menor resultado. El testigo obtuvo resultados similares a *Enterophosphora* sp (SE3), *Glomus Etunicatum* (GETU) y *Glomus interadices* (Amycor), por encima de M7. De los 18 DDT ya no se observaron diferencias entre tratamientos (Cuadro 7).

**Cuadro 7**

*Efecto de aplicación de hongos micorrízicos vesículo arbusculares en el número de hojas de la planta de maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras*

Tratamiento	No. Hojas después del trasplante (DDT)			
	14	28	42	56
<i>Glomus</i> sp (M7)	4.4 c	7.4	11.7	12.3
<i>Acaulosphora</i> sp. (M8)	5.2 ab	7.7	10.5	12.3

Tratamiento	No. Hojas después del trasplante (DDT)			
	14	28	42	56
<i>Enterophospora</i> sp (SE3)	4.7 bc	7.3	11.6	12.9
<i>Glomus Etunicatum</i> (GETU)	4.7 bc	7.4	11.7	13.2
<i>Glomus interadices</i> (Amycor)	5.0 bc	7.7	11.6	12.7
Mycoral-R	5.8 a	7.7	11.7	12.5
Mycozam	5.2 ab	7.6	11.5	13.0
Testigo	4.8 bc	7.1	11.3	12.5
Significancia	*	ns	ns	ns
P	0.04	0.37	0.20	0.17
R <sup>2</sup>	0.71	0.41	0.63	0.49
C V (%)	8.85	5.46	5.55	3.89

Nota. Letras diferentes en la misma columna difieren entre sí; \*: diferencia significativa (P=0.01 a 0.05); \*\*: diferencia altamente significativa

(P ≤ 0.01), ns: sin significancia.

El número de hojas es un dato ligado a la genética de la planta (Pierce 2016). En otro experimento realizado en agave, se analizaron los mismos parámetros, con una mejora en las plantas tratadas con micorrizas, pero sin diferencias significativas (Pimienta Barrios et al. 2009).

#### Diferencias de Número de Hojas Quincenal

No se encontraron diferencias significativas en el número de las hojas de las plantas de maíz en periodos quincenales (Cuadro 8). En general se observa que en el periodo entre 14 y 28 DDT el número de hojas alcanza valores cercanos a tres hojas como máximo y el crecimiento foliar es menor conforme transcurre el tiempo ya que en el tercer periodo entre 42 a 56 DDT emiten en promedio 1.25 hojas.

## Cuadro 8

*Diferencia quincenal del número de hojas de las plantas de maíz tratadas con hongos micorrízicos vesículo arbusculares y el testigo para evaluación de la viabilidad de cinco cepas y dos productos de hongos micorrízicos arbusculares en maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras*

Tratamiento	Diferencia de hojas en periodo de 14 días		
	14 a 28	28 a 42	42 a 56
<i>Glomus</i> sp M7	3.00	4.30	0.70
<i>Acaulosphora</i> sp. (M8)	2.45	2.85	1.82
<i>Enterophosphora</i> sp (SE3)	2.60	4.30	1.30
<i>Glomus Etunicatum</i> (GETU)	2.70	4.30	1.45
<i>Glomus interadices</i> (Amycor)	2.75	3.85	1.13
Mycoral-R	1.85	4.05	0.97
Mycozam	2.35	3.90	1.50
Testigo	2.30	4.20	1.15
Significancia	ns	ns	ns
P	0.32	0.3	0.7
R <sup>2</sup>	0.4	0.43	0.39
CV (%)	24.89	22.32	33.29

Nota. Letras diferentes en la misma columna difieren entre sí; \*: diferencia significativa (P=0.01 a 0.05); \*\*: diferencia altamente significativa (P ≤ 0.01), ns: sin significancia.

## Componentes de Producción de Maíz Dulce

Hubo diferencias significativas (P<0.05) entre tratamientos en las mazorcas evaluadas en peso completo y en el peso de las brácteas. El tratamiento con *Glomus interadices* (Amycor) fue superior en el peso completo con 371.15 g y en el peso de brácteas de 94.2 gramos. El testigo obtuvo las menores producciones ya que no recibió ninguna suplementación con MVA (Cuadro 9).

**Cuadro 9**

*Efecto en algunos componentes de la producción de mazorca de maíz dulce tratadas con hongos micorrízicos vesículo arbusculares en la EAP Zamorano, Honduras*

Tratamiento	Peso de la mazorca (g)			
	Completo	Ráquiz y grano	Brácteas	Número hileras
<i>Glomus</i> sp M7	340.5 abc	247.4	93.1 ab	14.8
<i>Acaulosphora</i> sp. (M8)	317.8 bc	250.8	67.0 cd	14.7
<i>Enterophosphora</i> sp (SE3)	351.9 ab	267.9	84.0 ab	15.5
<i>Glomus Etunicatum</i> (GETU)	356.0 abc	254.2	81.7 ab	14.5
<i>Glomus interadices</i> (Amcor)	371.5 a	276.9	94.2 a	14.9
Mycoral-R	345.0 ab	266.7	78.3 bc	15.2
Mycozam	347.3 ab	263.3	84.0 ab	15.0
Testigo	303.1 c	239.5	63.6 d	14.5
Significancia	**	ns	**	ns
P	<0.001	0.14	<0.001	0.12
R <sup>2</sup>	0.2	0.14	0.25	0.13
C V (%)	16.51	17.09	27.45	7.41

Nota. Letras diferentes en la misma columna difieren entre sí; \*: diferencia significativa (P=0.01 a 0.05); \*\*: diferencia altamente significativa (P ≤ 0.01), ns: sin significancia.

Estos datos coinciden con una mejoría de producción en tratamientos que incluían MVA en cultivos de ciclo corto como la soya, con diferencias significativas (Clua et al. 2013). Los resultados obtenidos coinciden de la misma manera con un experimento realizado en la EAP Zamorano por Montaña Alvarado (2001), en su experimento se evidenció una mejora en producción con diferencias significativas marcadas en el cultivo del frijol.

**Número de Esporas**

Los resultados obtenidos no evidencian una diferencia significativa entre tratamientos (P < 0.05). El tratamiento con *Acaulosphora* sp. (M8) mostró la menor cantidad de esporas y el testigo mostró la mayor cantidad de las mismas (Cuadro 10).

**Cuadro 10**

*Efecto de aplicación de hongos micorrízicos vesículo arbusculares en el número de esporas inoculadas, porcentaje de infección de raíces y peso seco de raíz (g) de la planta de maíz dulce en la EAP Zamorano, Honduras*

Tratamiento	Análisis de Raíz		
	Esporas/g	% Infección	Peso seco de raíz (g)
<i>Glomus</i> sp (M7)	2.2	52.5	59.0 cd
<i>Acaulosphora</i> sp. (M8)	1.9	46.7	59.3 cd
<i>Enterophosphora</i> sp (SE3)	3.7	51.8	51.8 de
<i>Glomus Etunicatum</i> (GETU)	2.8	50.7	53.0 de
<i>Glomus interadices</i> (Amycor)	3.8	50.4	78.8 a
Mycoral-R	3.3	67.1	72.0 ab
Mycozam	3.8	49.3	65.8 bc
Testigo	4.2	48.2	43.8 e
Promedio	3.21	52.0	60.4
Significancia	ns	ns	**
R <sup>2</sup>	0.27	0.14	0.80
C V (%)	23.08	27.9	11.93

Nota.\*A = alto (> 30 esporas/gramo; > 30% infección), M = medio (21-30 esporas/gramo; 21-30% infección),

B= bajo (< 20 esporas/gramo; < 20% infección).

Letras diferentes en la misma columna difieren entre sí; \*: diferencia significativa (P=0.01 a 0.05); \*\*: diferencia altamente significativa (P ≤ 0.01),

ns: sin significancia.

Se evidenciaron menores cantidades de esporas promedio en las plantas tratadas que en las no tratadas (testigo). Esto es posible ya que las MVA pueden estar presentes de manera natural en plantaciones y suelos si la cantidad de materia orgánica y pH es óptima para su inoculación natural (Alvarado et al. 2004). Los resultados concuerdan con el experimento de Rivera Reyes (2016) realizado en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, en este experimento no se encontraron diferencias significativas en el número de esporas en el suelo. La concentración de esporas en ese experimento era menor al experimento realizado para este documento.

### **Peso Seco Raíz**

El peso seco de raíz demostró ser el parámetro que obtuvo la mayor cantidad de diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos. Como mayor exponente de los tratamientos se presentó el *Glomus interadices* (Amycor) con un peso seco de raíces de 78.8 gramos. El tratamiento con el producto comercial Mycoral demostró también unos excelentes resultados (Cuadro 10).

Como se demuestra en los cuadros de resultados anteriores las menores producciones se manifestaron en el tratamiento testigo, debido a que estas plantas no recibieron ninguna suplementación de MVA. Estos resultados son favorables ya que estudios realizados en la EAP Zamorano evidenciaron datos en contra de esto, no se visualizaron diferencias significativas entre tratamientos de micorrizas y el testigo en el parámetro de peso seco de raíces (Minero 2003). Sin embargo, los datos concuerdan con los resultados obtenidos en experimentos realizados en Zamorano en el 2018, en el cual entre las cepas M7, M8 y SE3 los mejores resultados los obtuvo la cepa M8 (Maldonado Ortiz y Reyes Pozo 2018).

### **Análisis de Infección de Raíces**

No hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos y el testigo. Al revisar el cuadro se puede identificar que el tratamiento con el producto comercial Mycoral-R presentó los mayores niveles de infección frente al tratamiento de inoculación de MVA. El tratamiento con la cepa *Acaulosphora sp* (M8) registró los menores niveles de infección siendo menores que los del testigo (Cuadro 10).

Los datos no concuerdan con los de Rivera Reyes (2016) ya que en su proyecto si se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de infección de raíces entre tratamientos. En ese experimento la cepa M8 también demostró tener los menores resultados en infección de raíces. Se puede apreciar que los niveles de infección de micorrizas *glomus sp* están muy cercanos los analizados por Ojeda et al. (2015), los porcentajes de infección analizados fueron entre 50 y 67 %, valores cercanos a los del proyecto. Los resultados coinciden con los de Marin Palomino (2002). En su proyecto realizado en EAP Zamorano inoculó

pasto con el producto Mycoral-R y encontró un mejor porcentaje de infección de raíces a diferencia del testigo, pero sin diferencias significativas.

En Honduras el uso de MVA como un suplemento natural para las plantas no es muy frecuente, pero si se han realizado varios estudios de sus efectos en diferentes tipos de cultivos ya sean ornamentales o frutales. En el caso de banano (var. curaré enano) ya establecido en campo no se encontró diferencias significativas en el desarrollo vegetativo entre plantas inoculadas con hongos micorrízicos y plantas no inoculadas (Coello Wilches 2004). Esto se dio probablemente por el método de inoculación que invadía y dañaba las raíces del banano. La falta de diferencias significativas en los parámetros de crecimiento vegetal se puede explicar por la fertilización que se realizó con fósforo en las plantas. Ya que está comprobado que este elemento puede opacar la colonización y el trabajo de las micorrizas en maíz (Salas E 2000).

## Conclusiones

La viabilidad de las cepas y productos de micorrizas probados se evidenció a través del efecto sobre las plantas, ya que la cepa *Glomus intrradices* (Amycor), y los productos Mycoral-R y Mycozam mostraron un efecto positivo en la altura, número de hojas, peso de la mazorca y peso de las raíces en plantas del cultivo de maíz dulce, en contraste con no hacer inoculación con estos productos. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en los parámetros de % de infección de raíces y concentración de esporas en el suelo, respecto al testigo.

Demostraron un mayor efecto en el cultivo de maíz dulce la cepa *Glomus intrradices* (Amycor) y los productos Mycoral-R que no contiene esa cepa y Mycozam que sí la contiene, ya que demostraron los mejores resultados en cada uno de los parámetros evaluados, especialmente en la producción.

Las variables que mejor evidenciaron el efecto de la aplicación de MVA seleccionadas fueron el peso seco de raíces y el peso de la mazorca completo como variable de producción, parámetros que permiten evidenciar diferencias y evaluar la eficiencia en cada una de las cepas.

La edad de renovación de las cepas no fue determinante en los resultados ya que la cepa más competente fue *Glomus intrradices* (Amycor) renovada en 2008, en comparación con otras de más reciente renovación.

### Recomendaciones

El experimento permitió identificar que el producto en prueba Mycozam (*Glomus Interradices* Amycor, *Glomus sp.* M-7 y *Acaulosphora sp.* M-8) dio resultados satisfactorios en el cultivo de maíz, por lo tanto, puede considerarse proseguir su evaluación en otros cultivos y comprobar su efectividad a fin de registrarlo comercialmente.

Continuar manteniendo las cepas en un ambiente controlado, para preservar su viabilidad.

Realizar análisis de suelo para conocer su estado de fertilidad química y física y determinar si incide o no en la simbiosis del hongo y la planta, crecimiento, desarrollo y propagación de los mimos.

Probar el efecto de cada cepa y producto con la inoculación de las plantas en suelo esterilizado.

## Referencias

- Aguirre Medina JF, Mendoza López A, Cadena Iñiguez J, Avendaño Arrazate CH. 2007. Efecto de la biofertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao L*) con *azospirillum brasilense* tarrand, krieg et döbereiner Y Glomus intraradices. INCI; [consultado el 24 de jul. de 2021]. 32(8):541–546. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442007000800010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442007000800010&script=sci_arttext&tlng=en).
- Alvarado A, Chavarría M, Guerrero R, Boniche J, Navarro JR. 2004. Características edáficas y presencia de micorrizas en plantaciones de teca (*Tectona grandis Lf*) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*; [consultado el 28 de jun. de 2021]. 1(28):89–100. <https://cutt.ly/AQULG7I>.
- 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; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6046/1/CPA-2017-010.pdf>.
- Clua A, Olgiati J, Beltrano J. 2013. Evaluación de la doble inoculación *Bradyrhizobium*-micorrizas y el uso de fitoterápicos de semilla en el crecimiento, eficiencia de inoculación y el rendimiento de un cultivo de soja. *Investigaciones Agropecuarias*; [consultado el 22 de jun. de 2021]. 39(3):250–258. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86429347008>.
- Coello Wilches AA. dic. 2004. Efecto del Biofertilizante Mycoral® en el crecimiento fisiológico de plátano con 5 meses de establecimiento en el campo de El Zamorano, Honduras. [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 22 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2090/1/CPA-2004-T016.pdf>.
- Elizondo J, Boschini C. 2001. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana*; [consultado el 26 de jul. de 2021]. 12.2(2):181–187. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43712208.pdf>.
- Franco AD. 2008. Respuesta del sorgo a micorriza arbuscular y *Azospirillum* en estrés hídrico. *Fitotecnia Mexicana*; [consultado 22/06/21]. 32(001):35–42. [https://www.academia.edu/15777978/Respuesta\\_del\\_sorgo\\_a\\_micorriza\\_arbuscular\\_y\\_Azospirillum\\_en\\_estr%C3%A9s\\_h%C3%ADrico](https://www.academia.edu/15777978/Respuesta_del_sorgo_a_micorriza_arbuscular_y_Azospirillum_en_estr%C3%A9s_h%C3%ADrico).
- García F. 2012. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. International Plan Nutrition Institute (IPNI). Programa Latinoamericano Cono Sur. Fertilización de cultivos y forrajes. Maíz. *Informacion agronomica Hispana*; [consultado el 17 de jul. de 2021]. 1:1–36. <https://cutt.ly/rQUZbey>.
- Gardezi Ak, Alcalá VM, Magaña DT, Cerrato RF, Neave FR, Saavedra ML. 2000. Efecto de inoculación con endomicorriza arbuscular y dosis creciente de fertilización fosfatada en el crecimiento de chapulixtle (*Dodonaea viscosa*). *Terra Latinoamericana*; [consultado el 9 de ago. de 2021]. 18(2):153–159. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318208.pdf>.
- Gauggel CA, Vazquez N. 2005. Anatomy and morphology of monocotyledonous and dicoty-ledonous roots. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 105(3):192–200. doi:10.2307/2484114.
- González Serrano CP. 2014. Aplicacion de micorrizas y un mycobacter en viveros de Cacao (*Theobroma cacao L*) [Tesis]. Ecuador: Universidad Tecnica de Machala. 65 p; [consultado el 9 de may. de 2021]. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/933/7/CD295\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/933/7/CD295_TESIS.pdf).

- Jarstfer AG. 2016. Método para tinción de raíces. University of Florida [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 26 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5885/1/CPA-2016-T083.pdf>.
- Maldonado Ortiz KL, Reyes Pozo MA. 2018. Evaluación de cuatro cepas de micorriza vesículo arbuscular en los cultivos de tomate y pasto Marandú en macrotúnel, Zamorano, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 15 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6437/1/CPA-2018-T055.pdf>.
- Marin Palomino MN. 2002. Efecto de la inoculación con Mycoral® en el pasto guinea *Panicum maximum* c.v. Tobiata [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 14 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2190/1/CPA-2002-T073.pdf>.
- Martín GM, Rivera R. 2015. Influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes. Efecto sobre el cultivo principal. Estudio de caso: el maíz. Cultivos tropicales; [consultado el 9 de jul. de 2021]. 36:34–50. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr04s115.pdf>.
- Mínero JA. 2003. Evaluación de métodos de inoculación de maíz y frijol con micorrizas VAM [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 28 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5342/1/CPA-2003-T047.pdf>.
- Montaño Alvarado GG. 2001. Evaluación de los beneficios de la inoculación con micorriza arbuscular en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 22 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1462>.
- Ojeda L, Hernandez C, Muñoz P, Ferrozala E, Herrera R. 2015. Efectividad de cepas de micorrizas en el desarrollo de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. Pastos y Forrajes; [consultado el 14 de jul. de 2021]. 38(3):176–182. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n3/pyf04315.pdf>.
- Pierce B. 2016. Genética: Un enfoque conceptual. 5ª ed. Madrid, España: Editorial Medica Panamericana (vol. 5). ISBN: 9788491107781.
- Pimienta Barrios E, Zañudo Hernández J, Lopez Alcocer E. 2009. Efecto de las micorrizas arbusculares en el crecimiento, fotosíntesis y anatomía foliar de plantas jóvenes de *Agave tequilana*. Acta botánica mexicana; [consultado el 22 de jun. de 2021]. 89:63–78. <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n89/n89a5.pdf>.
- Prager MS. 2012. Actividad biológica de hongos formadores de micorriza arbuscular en un suelo Humic dystrodepts cultivado con maíz y diferentes fuentes de fertilización. Acta Agronomica; [consultado el 18 de jun. de 2021]. 61(5):57–58. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169959497027>.
- Reeves TG, Thomas G, Ramsay G. 2016. Ahorrar para crecer en la práctica maíz · arroz · trigo Guía para la producción sostenible de cereales. Roma: FAO. ISBN: 978-92-5-308519-4; [consultado el 22 de jun. de 2021]. <http://www.fao.org/3/i4009s/i4009s.pdf>.
- Rivera Reyes IM. 2016. Renovación de cuatro cepas de micorriza vesículo arbuscular en cultivo de perejil (*Petroselinum crispum*) y pasto marandú (*Brachiaria brizantha*) en macrotúnel, Zamorano, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 12 de jul. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5885/1/CPA-2016-T083.pdf>.

- Rodriguez KR, Ortuño N. 2007. Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. *Acta Nova*; [consultado el 11 de jul. de 2021]. 3(4):697–719. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892007000200005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892007000200005).
- [SAG] Secretaria de Agricultura y Ganaderia. 2020. Para año agrícola 2020-2021: Honduras espera producción de 16.8 millones de quintales en granos básicos. Honduras: [sin editorial]; [consultado el 15 de abr. de 2021]. <https://sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2/septiembre-2020/nuevo-noticia-3/>.
- Salas E BF. 2000. Selección de plantas hospederas y efecto del fósforo para la producción de inoculo de hongos formadores de micorrizas arbusculares por el método de cultivo en macetas; [consultado el 29 de jun. de 2021]. 24(1):19–28.
- Salazar Sosa E, Trejo Escareno HI, Vazquez Vasconez C, Lopez Martinez JD. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino; [consultado el 18 de abr. de 2021]. 6(8):169–185. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n8/2007-0934-remexca-6-08-01743-en.pdf>.
- Serralde AM, Ramirez MM. 2004. Análisis de poblaciones de micorrizas en maíz (*Zea mays*) cultivado en suelos ácidos bajo diferentes tratamientos agronómicos. *Ciencia y tecnología agropecuaria*; [consultado el 24 de jun. de 2021]. 5(1):31–40. <http://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/22>.