

**Evaluación de cuatro dosis de potasio e  
inoculación de micorrizas seleccionadas en  
producción de papaya (*Carica papaya* L.)**

**Santiago Javier Arce Valle  
Xavier Eduardo Carrera Huerta**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Evaluación de cuatro dosis de potasio e inoculación de micorrizas seleccionadas en producción de papaya (*Carica papaya* L.)**

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

Presentado por

**Santiago Javier Arce Valle  
Xavier Eduardo Carrera Huerta**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2017

## **Evaluación de cuatro dosis de potasio e inoculación de micorrizas seleccionadas en producción de papaya (*Carica papaya* L.)**

**Santiago Javier Arce Valle  
Xavier Eduardo Carrera Huerta**

**Resumen.** El potasio (K) en papaya es el nutriente de mayor consumo. La deficiencia de K puede afectar el peso, color y sabor de la fruta. Diferentes sistemas productivos utilizan diferentes dosis de nutrientes. Dada la facilidad de adquirir nutrientes para la planta en presencia de micorriza, inocular con ellas, podría afectar los requerimientos de dosis de K e influir los rendimientos y calidad del cultivo. Los objetivos fueron determinar la respuesta de la inoculación de micorrizas seleccionadas (Mycoral®), bajo cuatro niveles de fertilización con K en el cultivo de papaya variedad Red Lady en su producción y determinar el efecto en la nutrición de la planta. El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Los tratamientos consistieron en cuatro niveles de K-0, 100, 200, 300 (kg·ha<sup>-1</sup>), con y sin inoculación de micorriza. La micorriza seleccionada (Mycoral®) interactúa con la fertilización no importando la dosis de potasio. Los tratamientos con micorriza y dosis de 0 a 300 kg·ha<sup>-1</sup> de K no presentaron diferencia a los tratamientos sin micorriza con dosis de 200 y 300 kg·ha<sup>-1</sup> de K. Durante el desarrollo vegetativo no hubo una tendencia definida, posiblemente por los efectos de la pendiente en el campo, sin embargo, en el rendimiento, las plantas inoculadas con Mycoral® presentaron la misma respuesta que aplicar dosis altas de potasio. La micorriza interactúa con K para la mejor absorción de P y K.

**Palabras claves:** Inoculación, Mycoral®, niveles de K, nutrición vegetal.

**Abstract.** Potassium (K) in papaya is the most consumed nutrient by the plant. Potassium deficiency can affect weight, color and taste of the fruit significantly. Given this, different production systems use different nutrients doses. Due to the ease of obtaining nutrients for the plant in the association with mycorrhizae, the inoculation of mycorrhizae in papaya could affect the dose requirements of K without influencing crop yields and quality. The objectives were to determine the response of the inoculation of selected mycorrhizae (Mycoral®), under four levels of K in the Red Lady papaya variety in its yields and to determine the effect of inoculation with Mycoral® in plant nutrition. The experiment was set up in a randomized complete block design with five replicates. The treatments consisted in four levels of K-0, 100, 200, 300 (kg·ha<sup>-1</sup>), with and without mycorrhizae inoculation. The selected mycorrhiza (Mycoral®) interacts with fertilization regardless of the dose of potassium. The treatments with mycorrhizae and doses of 0 to 300 kg · ha<sup>-1</sup> of K did not present difference to the treatments without mycorrhizae with doses of 200 and 300 kg·ha<sup>-1</sup> of K. During the vegetative development there was no defined trend, possibly given the effects of slope in the field, however, in yield, plants inoculated with Mycoral® presented the same response as applying high doses of potassium. Mycorrhiza interacts with K for the best absorption of P and K.

**Key words:** Inoculation, levels of K, Mycoral®, plant nutrition.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Figuras .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>21</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Análisis de suelo del Lote 7 de la parcela de Conservación de Suelos. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	4
2. Tratamientos establecidos en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio en el cultivo de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.). En la Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	6
3. Significancia del factor y la interacción en la altura de la planta de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	8
4. Altura de las plantas de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	9
5. Significancia del factor y la interacción en el diámetro de la planta de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	10
6. Diámetro del tallo de las plantas de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.), en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	11
7. Significancia del factor y la interacción en el rendimiento, número de frutos y peso de frutos por planta en seis semanas de cosecha de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	11
8. Rendimiento a seis semanas de cosecha, número de frutos y peso de frutos por planta en el cultivo de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	12

9. Significancia del factor y la interacción en la evaluación del análisis foliar de las plantas de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	13
10. Macronutrientes en el peciolo de las plantas de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.), a las 24 semanas después de trasplante en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	15
11. Significancia del factor y la interacción en la calidad del fruto en el cultivo de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	15
12. Dureza y fractura de los frutos de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	16
13. Significancia del factor y la interacción en el conteo y % infección de esporas en el cultivo de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	17
14. Conteo y % infección de esporas en el cultivo de papaya ( <i>Carica papaya</i> L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	18

Figura	Página
1. Ubicación del experimento en la parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. ....	3

## 1. INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya L.*) forma parte de la familia *Caricaceae*, la cual incluye especies económicamente importantes. La papaya es nativa de las zonas tropicales de América Central (Storey 1976). Las mayores producciones se dan en la India, Brasil y México (FAO 2010). En los últimos años la papaya ha adquirido relevancia debido a su sabor y valor nutricional por su contenido de vitaminas B1, B2 y B3 importantes en la regulación del sistema nervioso y el aparato digestivo (Arias *et al.* 2010). Esto ha hecho que la fruta cada vez tenga mayor importancia de exportación a continentes como Europa y a países como Canadá. En el 2012, la papaya ocupó el tercer lugar de producción a nivel mundial con 11.2 millones de toneladas, equivalente al 15.36% del total de producción de frutas tropicales a nivel mundial (Evans y Ballen 2012).

Las exportaciones de frutas frescas de Honduras lograron una cifra récord con US \$595 millones en el 2016 (SAG 2016). Entre estas se encuentra la papaya, cuyo mercado principal para Honduras es Europa. Su productividad es generalmente afectada por enfermedades, plagas y manejo agronómico. Además, las prácticas de manejo van ligadas a la aplicación de fertilizantes, que juega un papel primordial en el cultivo.

El potasio (K) en papaya es el nutriente de mayor consumo en la producción. Este desarrolla funciones como facilitar la absorción de otros nutrientes como Ca, Na y N. Además, facilita la producción de proteínas, regula la disponibilidad y transporte de azúcares desde el sistema foliar hacia el fruto. La etapa del cultivo en que más incidencia presenta es la floración, ya que el fruto dependerá en su mayoría de este nutriente para su desarrollo (García 2010). Se sabe que la falta de K puede afectar en el peso, color y sabor de la fruta (Jiménez 2002). El uso de micorrizas es una de las estrategias a implementar para incrementar la productividad del cultivo en suelos pobres. La inoculación de micorrizas en la planta puede suplir de mejor manera los requerimientos de algunos elementos, incluyendo K.

La micorriza son hongos que realizan una simbiosis con la raíz de la planta para obtener beneficios mutuos. La palabra micorriza proviene del griego *mykes*: hongo y del latín *rhiza*: raíz (Frank 1885). Las micorrizas pueden estar presentes en la mayoría de las plantas vasculares, estas producen estructuras en la corteza de las raíces creando una simbiosis. Estos hongos hacen una importante labor en la nutrición transfiriendo minerales del suelo a la planta (Charvat 1999). Es probable que el inocular micorrizas al cultivo de papaya tenga un efecto positivo en su producción.

El beneficio de la simbiosis de la micorriza se da por la actividad del micelio externo del hongo. Este cuenta con una alta absorción de nutrientes mediante la actividad que realizan las hifas (Alarcón *et al.* 1999). Quiñones *et al.* (2014) sostiene que el uso de micorrizas en el cultivo de

papaya promueve su crecimiento general considerablemente, así mismo mejorando la nutrición del cultivo y disminuyendo los gastos económicos en fertilizantes.

La inoculación con micorrizas en plántulas de papaya puede generar un 500% más de desarrollo en su etapa de vivero en comparación a no inoculadas. Dado que los rendimientos totales y calidad de la papaya estarán directamente relacionados a la suficiencia de los requerimientos de K. Además, el uso de micorrizas es común en suelos de baja fertilidad y se ha demostrado los beneficios de la inoculación en suelos pobres (Quiñones *et al.* 2014). Se podría establecer una hipótesis de que la respuesta del cultivo de la papaya a la inoculación con micorrizas estará en interacción con los niveles de fertilización bajo los cuales se maneje el cultivo. Es por esto que los objetivos principales del experimento fueron:

- Determinar la respuesta de la inoculación de micorrizas seleccionadas, Mycoral®, bajo cuatro niveles de potasio en el cultivo de papaya.
- Determinar el efecto de la inoculación con micorrizas seleccionadas, Mycoral® y aplicación de cuatro niveles de potasio en el crecimiento y la producción del cultivo de papaya.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del estudio.

El ensayo se realizó entre noviembre del 2016 a septiembre de 2017, en el Modulo de Conservación de Suelos, de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano, Honduras (lat. 13° 59' 47" N, long. 86° 59' 24" O). El área experimental está ubicada a una altura de 760 msnm, durante este periodo la precipitación del ensayo fue de 1,133 mm distribuidos de noviembre a agosto y una temperatura promedio de 22 °C siendo la temperatura máxima 25 °C y la temperatura mínima 19.5 °C, respectivamente.

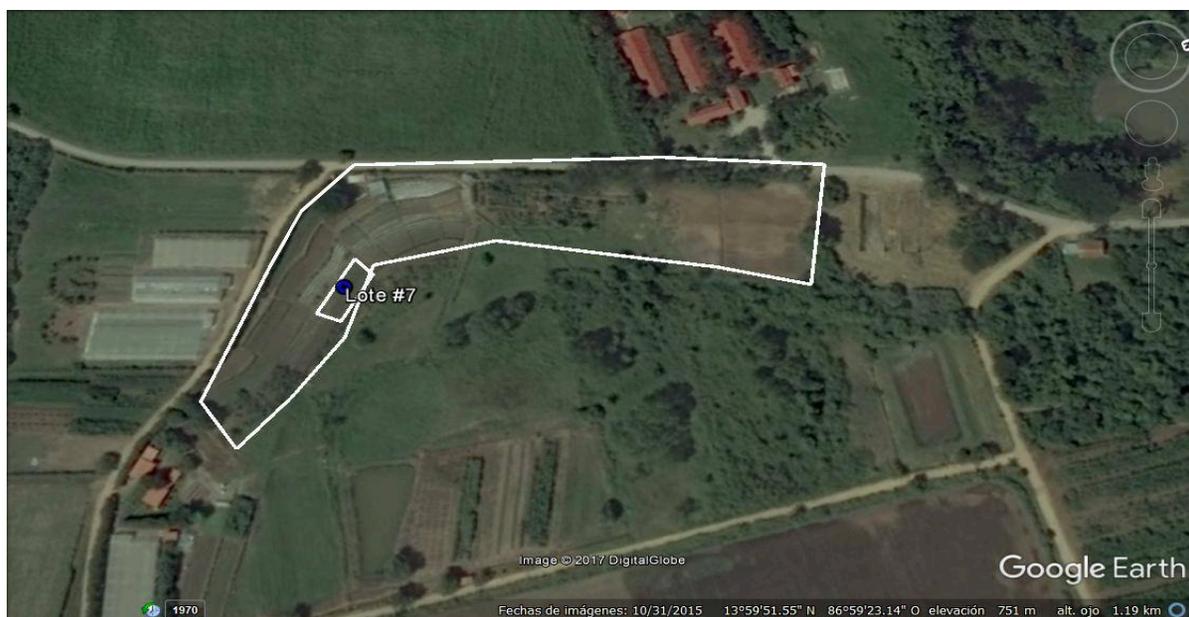


Figura 1. Ubicación del experimento en la parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

### Localización.

El ensayo se desarrolló en un área de 1000 m<sup>2</sup>, en el lote siete del módulo de Conservación de Suelos. En camas de 60 m de largo, 0.5 m de alto y 0.75 m de ancho con curvas a nivel con una pendiente 15°.

### Fertilización.

La fertilización se realizó de manera manual en la base de la planta en forma de media luna por debajo de la cinta de riego para asegurar la humedad del suelo, se suministraron las dosis cada dos semanas, los días martes. Las dosis utilizadas totales fueron de 148.6 kg·ha<sup>-1</sup> · ciclo<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> de Urea, 526.4 kg·ha<sup>-1</sup> · ciclo<sup>-1</sup> de Nitrato de Calcio y 312.3 kg·ha<sup>-1</sup> · ciclo<sup>-1</sup> Sulfato de Magnesio como solución madre de acuerdo al análisis de suelos.

### Fuente de potasio.

Para evaluar la respuesta de K, se utilizó cloruro de potasio (KCl). El aporte de este fertilizante es 0% de N, 0% de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 60% de potasio (K) y 45% de Cloro (Cl). Los tratamientos fueron diferenciados bajo las dosis de 0 kg·ha<sup>-1</sup> · ciclo<sup>-1</sup>, 100 kg·ha<sup>-1</sup> · ciclo<sup>-1</sup>, 200 kg·ha<sup>-1</sup> · ciclo<sup>-1</sup> y 300 kg·ha<sup>-1</sup> · ciclo<sup>-1</sup> de K evaluado como K<sub>2</sub>O, considerando el ciclo de ocho meses que fue la duración del ensayo.

### Análisis de suelo.

Para la toma de muestras se realizaron diez barrenaciones encima de las camas en forma de zigzag cubriendo toda el área definida, a una profundidad de 20 cm. Las muestras fueron trasladadas y analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Los métodos utilizados para el análisis fueron: K, Ca, Mg: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica. Para el elemento P: Solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. Porcentaje de materia orgánica (M.O.): Método de Walkley y Black. Porcentaje de N total: 5% de M.O. pH: Relación de suelo:agua (1:1) utilizando el potenciómetro (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de suelo del Lote 7 de la parcela de Conservación de Suelos. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

pH (H <sub>2</sub> O)	g·100g <sup>-1</sup>		mg·kg <sup>-1</sup>								
	M.O.	N total	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
5.58	3.22	0.16	47	199	1,254	175	7	1.3	232	52	1.8
	2.00	0.20	13	Por: saturación				0.12	56	28	1.7
Rango Medio	4.00	0.50	30	de bases				3.00	112	112	3.4

Basado en el análisis de suelo se determinó el equivalente de 68 kg·ha<sup>-1</sup> de cal dolomita para subir el pH y el bajo contenido de Mg.

### Preparación de suelo.

El suelo fue preparado manualmente con piocha (pico) y azadón incorporando la cal dolomita. Posteriormente se hicieron camas en forma trapezoidal con una altura de 0.5 m y 0.7 m de ancho siguiendo las curvas a nivel, con una separación entre camas de 3 m.

### Riego.

En cada cama se colocó una línea de cinta de riego marca (NORTape) con goteros separados a 20 cm y una descarga por emisor de 1 L/h. Los días de aplicación por disposición de agua en el módulo fueron los lunes, martes y viernes. El riego fue ajustado a las condiciones climáticas del lugar y a las necesidades hídricas del cultivo.

### **Establecimiento del cultivo.**

La variedad usada fue Red lady caracterizada por su pronto tiempo a cosecha, buena dulzura, producción, ganancia de peso y elongación del fruto de coloración anaranjada a rojiza según su maduración. Una semana después del encalado se realizó el trasplante, las plántulas tenían una edad de 45 días. El trasplante se realizó a mano haciendo hoyos de 30 cm de profundidad el mismo del pilón, se procedió a establecer las plantas a hilera simple con una distancia de 1.5 m entre planta. Al momento del trasplante se inóculo 100g de Mycoral® sobre la superficie de cada pilón a los tratamientos correspondientes.

El manejo agronómico del cultivo fue igual para todos los tratamientos. Se realizaron podas, aplicación de fungicidas, aplicación de insecticidas y el desmalezado manual. El cultivo se desarrolló de noviembre del 2016 a septiembre del 2017, los datos de condiciones climáticas fueron adquiridos por la estación climática de Zamorano.

### **Análisis de tejidos.**

Para determinar los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del peciolo de las hojas maduras más jóvenes del cultivo de papaya a las 28 semanas después de trasplante, en el Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, se analizaron 24 muestras en donde cada una consistió de cinco peciolos para tres muestras por tratamiento. Las muestras fueron secadas con molino para su posterior análisis mediante extracción de macronutrientes por digestión húmeda con ácido sulfúrico y peróxido de H, cada elemento se determinó por absorción atómica (Spacrk 1996).

### **Calidad de fruto.**

Se analizaron las variables de fuerza, dureza, trabajo y sólidos solubles en los frutos. Se tomaron tres frutos por tratamiento en tres repeticiones para un total de 24 muestras o frutos analizados en la quinta cosecha. Estas fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), por medio de un refractómetro para medir los sólidos totales y para determinar la dureza (N), trabajo (mJ) y número de fracturas se utilizó un texturómetro CT3 “Texture Analyzer” ASTM 83 de Brookfield® con acople TA-JTPB.

### **Conteo de esporas e infección.**

Para la toma de muestras del conteo e infección de esporas se realizaron barrenaciones localizadas a 70 cm de distancia de la planta y 30 cm de profundidad para obtener raíces nuevas, se juntaron varias sub muestras para hacer tres muestras homogéneas de cada tratamiento. Se obtuvieron 24 muestras las cuales fueron identificadas por el tratamiento y la repetición. El análisis tuvo lugar en el Laboratorio de Biotecnología Aplicada del Programa de Investigación en Frijol de Zamorano. Luego las muestras fueron separadas en raíces y sustrato para los distintos análisis. Para el porcentaje de infección se utilizó el método de tinción de raíces (Jarstfer 1970). Para el conteo de esporas se determinó el uso del protocolo de (Jartsfer 1963). Los niveles en los análisis fueron determinados como 0-15 bajo, 15-30 medio y mayor 30 alto, por el laboratorio.

### Variables.

- Altura de planta (de la base del tallo a inicio de pedúnculo de la hoja más joven) a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante (SDT) todas las plantas.
- Diámetro del tallo medido en la base a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante (SDT) todas las plantas medido con un pie de rey.
- Rendimiento de frutos  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a seis semanas de cosecha, número de frutos comerciales y peso de frutos por planta.
- Análisis de tejidos, macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) en el peciolo de la hoja madura más joven a las 28 semanas después de trasplante (SDT).
- Calidad de fruto: análisis de sólidos totales solubles del fruto, dureza (N), trabajo (mJ) y número de fracturas.
- Conteo de esporas en el suelo e infección por micorrizas en las raíces de las plantas.

### Tratamientos.

Ocho tratamientos en total de los cuales la mitad se inoculó con micorriza y la otra no. Los niveles de potasio como  $\text{K}_2\text{O}$  fueron 0, 100, 200 y 300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos establecidos en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.). En la Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Mycoral®	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$		$\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$
		Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ )	Cloro	Mycoral®
0K	Ausencia	0	0	0
100K	Ausencia	100	74	0
200K	Ausencia	200	49	0
300K	Ausencia	300	223	0
0K	Presencia	0	0	100
100K	Presencia	100	74	100
200K	Presencia	200	149	100
300K	Presencia	300	223	100

A: Ausencia de Mycoral®, P: Presencia de Mycoral®, K: Potasio.

Los tratamientos se aplicaron diferentes dosis de KCl.

- $0\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  KCl.
- $167\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  KCl ( $100\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  y  $74\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Cl).
- $333\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  KCl ( $200\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  y  $149\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Cl).
- $500\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  KCl ( $300\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  y  $223\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Cl).
- $0\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  KCl +100 g de Mycoral®.
- $167\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  KCl ( $100\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  y  $74\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Cl) +100 g de Mycoral®.
- $333\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  KCl ( $200\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  y  $149\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Cl) +100 g de Mycoral®.
- $500\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  KCl ( $300\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  y  $223\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Cl) +100 g de Mycoral®.

**Diseño del experimento.**

El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con ocho tratamientos, de inoculación micorrizas y dosis de K, con cinco repeticiones para un total de cuarenta parcelas. Las parcelas contaban con 6 m de largo. Cada parcela consistió de cuatro plantas, todas fueron utilizadas para evaluación de rendimiento y para evaluación de biomasa. Las parcelas fueron divididas por una distancia de separación de 2 m. con arreglo factorial 2×4 dos dosis de micorriza y cuatro dosis de potasio.

**Análisis estadístico.**

Para analizar los datos del estudio se utilizó el programa “Statistical Analysis System” (SAS® VERSIÓN 9.4), con un análisis de varianza ANDEVA, un modelo lineal general GLM con la probabilidad de ( $P \leq 0.05$ ) y una separación de medias usando Duncan.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Altura de la planta.

Hubo interacción entre la presencia de micorriza y la aplicación de potasio en las semanas 9, 29 ( $P < 0.05$ ) y 39 ( $P < 0.0001$ ) después de trasplante (SDT). En la semana 19 no fue significativa la interacción ni los factores analizados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Significancia del factor y la interacción en la altura de la planta de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factores	Altura de la planta (cm)			
	9 SDT	19 SDT	29 SDT	39 SDT
Micorriza	ns	ns	ns	ns
K	ns	ns	**	**
Micorriza × K	*	ns	*	***
R <sup>2</sup>	0.4	0.5	0.6	0.7
CV	11.1	7.7	9.1	9.8

\*\*\* Diferencias altamente significativas ( $P < 0.0001$ ), \*\* Diferencias muy significativas ( $P = 0.01$  a  $0.0001$ ), \* significativa ( $P < 0.05$ ), ns: no significativo

SDT: Semanas después de trasplante, K: Potasio

La interacción de los factores micorriza y aplicación de potasio como fertilizante en la altura de las plantas a través del tiempo desde la semana 9 a la 39 (SDT) se manifestó en los tratamientos sin Mycoral® con  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio es igual a aplicar Mycoral® con  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  (Cuadro 4).

La altura de las plantas de papaya a las 9, 29 y 39 SDT, mostró diferencia significativa entre tratamientos a través del tiempo, con las interacciones Mycoral® y aplicación de potasio:  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza y  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza, los mejores e iguales entre ellos, en los cuales la planta alcanzó una altura entre 232 y 237 cm a las 39 SDT (Cuadro 4). La menor altura la presentó el tratamiento con Mycoral® sin aplicación de potasio el cual alcanzó una altura de apenas 195 cm a la semana 39. A las 19 SDT no se encontró diferencia entre tratamientos y las plantas alcanzaron altura entre 140 y 146 cm

(Cuadro 4), resultados que estuvieron muy por encima de los encontrados por (Vázquez-Hernández et al 2011), quienes inocularon micorriza (gen) y encontraron que a las 18 SDT el tratamiento con la planta de mayor altura fue de 88 cm, dicho tratamiento fue inoculado con la micorriza de especie *G. mosseae* por lo que se puede señalar que las condiciones bajo las que se desarrolló este experimento, fueron más adecuadas para el cultivo de papaya. En las 29 SDT se encontró diferencia significativa, donde el mejor tratamiento fue 100 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin presencia de micorriza con una altura de 186 cm; estos resultados se asemejan con la altura a las 30 SDT en el estudio realizado por Vázquez-Hernández et al (2011) donde igual se encontró diferencia estadística con una altura de 180 cm con la inoculación de *G. mosseae*.

Cuadro 4. Altura de las plantas de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento		Altura de la planta (cm)		
K <sub>2</sub> O (kg·ha <sup>-1</sup> ·ciclo <sup>-1</sup> )	Mycoral <sup>®</sup> (100 g.pl <sup>-1</sup> )	9 SDT	29 SDT	39 SDT
0K	Ausencia	75 ab <sup>‡</sup>	175 b	223 ab
100K	Ausencia	78 a	186 a	237 a
200K	Ausencia	71 b	169 b	203 bc
300K	Ausencia	71 b	181 ab	217 b
0K	Presencia	74 ab	168 b	195 c
100K	Presencia	76 ab	177 ab	215 b
200K	Presencia	73 ab	169 b	212 b
300K	Presencia	73 ab	177 ab	232 a
R <sup>2</sup>		0.4	0.6	0.7
CV		11.1	9.1	9.8

<sup>‡</sup> Medias con distinta letra en la misma columna indican diferencia significativa (P≤0.05)  
SDT: Semanas después de trasplante

#### **Diámetro de la planta.**

Hubo interacción entre la presencia de micorriza y la aplicación de potasio en las semanas 9, 19 y 29 (P 0.01 a 0.0001) y 39 (P<0.05) después de trasplante (SDT). En ninguna semana presentó diferencia significativa en los factores analizados individualmente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Significancia del factor y la interacción en el diámetro de la planta de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factores	Diámetro de la planta (cm)			
	9 SDT	19 SDT	29 SDT	39 SDT
Micorriza	ns	ns	ns	ns
K	ns	ns	ns	ns
Micorriza × K	**	**	**	*
R <sup>2</sup>	0.5	0.4	0.6	0.6
CV	15.0	9.5	9.4	9.3

\*\* Muy significativas (P 0.01 a 0.0001) y \* significativa (P<0.05), ns: no significativo  
SDT: Semanas después de trasplante, K: Potasio

El diámetro del tallo a las 9 SDT mostró diferencia estadística con el tratamiento de 100 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza como el mejor con 3.1 cm (Cuadro 6). Por otra parte el tratamiento 300 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza presentó el diámetro más bajo con 2.8 cm. En las 19 SDT se apreció diferencia significativa entre tratamientos con el tratamiento 200 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza con un diámetro de 7.4 cm y el tratamiento 0 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza con el diámetro más bajo con 6.7 cm; resultados muy parecidos a los presentados por (Vázquez-Hernández *et al* 2011) donde la micorriza de especie *G. mosseae* generó un diámetro de 6.9 cm en la 18 SDT. A las 29 SDT el tratamiento 100 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza con un diámetro de 10.4 cm volvió a presentarse como el mejor tratamiento tal como lo fue a las 9 SDT (Cuadro 6); resultados que se asemejan a los presentados por Vázquez-Hernández *et al.* (2011) donde *G. mosseae* volvió a presentarse como el mayor diámetro con 10.7 cm a las 30 SDT. El diámetro a las 39 SDT más representativo se encontró en el tratamiento 300 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza con 12.2 cm, mientras que el tratamiento 100 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza con 10.9 cm mostró el diámetro más bajo.

Cuadro 6. Diámetro del tallo de las plantas de papaya (*Carica papaya* L.), en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio a las 9, 19, 29 y 39 semanas después de trasplante. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento		Diámetro del tallo (cm)			
K <sub>2</sub> O (kg·ha <sup>-1</sup> ·ciclo <sup>-1</sup> )	Mycoral <sup>®</sup> (100 g.pl <sup>-1</sup> )	9 SDT	19 SDT	29 SDT	39 SDT
0K	Ausencia	2.9 b <sup>‡</sup>	6.7 c	9.5 b	11.5 ab
100K	Ausencia	3.1 a	7.3 ab	10.4 a	12.0 a
200K	Ausencia	2.9 a	7.4 a	10.1 a	11.4 b
300K	Ausencia	2.8 b	7.3 ab	10.2 a	12.2 a
0K	Presencia	3.0 a	7.1 ab	10.3 a	11.7 a
100K	Presencia	2.9 b	6.9 bc	9.3 b	10.9 b
200K	Presencia	2.9 a	7.1 ab	10.1 a	11.6 a
300K	Presencia	3.0 a	7.3 ab	10.3 a	12.0 a
R <sup>2</sup>		0.5	0.4	0.6	0.6
CV		15.0	9.5	9.4	9.3

<sup>‡</sup> Medias con distinta letra en la misma columna indican diferencia significativa (P<0.05)  
SDT: Semanas después de trasplante

### Cosecha.

Todas las variables para cosecha presentaron una interacción entre la micorriza y las dosis de potasio aplicadas en las variables cosecha (kg), número de frutos (kg) (P<0.05) y peso promedio (P 0.01 a 0.0001) de significancia. Peso Promedio (Cuadro 7) fue la única variable que no presentó diferencias significativas entre sus factores individuales.

Cuadro 7. Significancia del factor y la interacción en el rendimiento, número de frutos y peso de frutos por planta en seis semanas de cosecha de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factores	Seis cosechas del cultivo		
	Rendimiento (kg)	Frutos (N°)	Peso de frutos/planta (kg)
Micorriza	*	*	ns
K	*	*	ns
Micorriza × K	*	*	**
R <sup>2</sup>	0.6	0.7	0.6
CV	33.0	30.0	17.0

\*\* Muy significativas (P 0.01 a 0.0001) y \* significativa (P<0.05), ns: no significativo  
K: Potasio, kg: kilogramo

El peso de frutos cosechados hasta seis semanas de cosecha, en el peso en kg se encontró diferencia estadística. El mejor tratamiento fue 300 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza con un total de 39.1 kg (cuadro 8). Se infiere que se obtienen mejores rendimientos, aplicando micorriza y bajas dosis de potasio, como los tratamientos de 0 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> y 100 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza a diferencia de 0 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> y 100 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza.

En el número de frutos hubo diferencia estadística. Siendo los tratamientos más altos 0 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza y 100 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza a diferencia de los tratamientos ausentes de inocular Mycoral® con las mismas dosis de K que presentaron menor número de frutos.

En el peso promedio por fruto existe diferencia, el tratamiento 200 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza presentó la mejor conversión de peso promedio. El resto de los tratamientos no tuvo diferencia estadística. Estos datos concuerdan con las investigaciones donde las micorrizas logran mejores producciones con menos dosis de fertilizantes (Quiñones *et al* 2014).

Cuadro 8. Rendimiento a seis semanas de cosecha, número de frutos y peso de frutos por planta en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento		Seis cosechas del cultivo		
K <sub>2</sub> O (kg·ha <sup>-1</sup> ·ciclo <sup>-1</sup> )	Mycoral <sup>®</sup> (100 g.pl <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg)	Frutos (N°)	Peso de frutos/planta (kg)
0K	Ausencia	18.0 b <sup>‡</sup>	11.4 b	1.5 ab
100K	Ausencia	23.1 b	14.8 b	1.6 ab
200K	Ausencia	27.2 ab	17.8 ab	1.5 ab
300K	Ausencia	30.1 ab	19.0 a	1.6 ab
0K	Presencia	27.4 ab	19.2 a	1.5 ab
100K	Presencia	29.6 ab	20.4 a	1.4 b
200K	Presencia	31.9 ab	18.8 a	1.8 a
300K	Presencia	39.1 a	24.0 a	1.6 ab
R <sup>2</sup>		0.6	0.7	0.6
CV		33.0	30.0	17.0

<sup>‡</sup> Medias con distinta letra en la misma columna indican diferencia significativa (P<0.05)

Promedio: Peso promedio de fruto

### Análisis Foliar.

Hubo interacción entre la presencia de micorriza y la aplicación de potasio en los elementos de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio ( $P < 0.05$ ). El magnesio (Cuadro 9) no fue significativa la interacción ni los factores analizados.

Cuadro 9. Significancia del factor y la interacción en la evaluación del análisis foliar de las plantas de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factores	Elemento nutritivo foliar				
	N	P	K	Ca	Mg
Micorriza	ns	*	***	*	ns
K	*	*	***	ns	ns
Micorriza × K	*	*	*	*	ns
R <sup>2</sup>	0.6	0.7	0.9	0.5	0.4
CV	27.0	13.0	6.0	14.0	12.0

\*\*\* Diferencias altamente significativas ( $P < 0.0001$ ), \* significativa ( $P < 0.05$ ), ns: no significativo

N: Nitrógeno, P: Fósforo, K: Potasio, Ca: Calcio, Mg: Magnesio

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

En la absorción de nitrógeno, se obtuvo que el tratamiento  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza obtuvo la media más alta con  $1.7 \text{ g/mg}$  de N. El resto de los tratamientos  $0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza,  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza,  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza,  $0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza,  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza,  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza y  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza no se obtuvieron diferencias entre ellos con una absorción de 0.7, 0.8, 0.9, 0.9, 1.2, 0.9 y 1.0 en la absorción de este nutriente (cuadro 10). En comparación entre los tratamientos sin y con micorriza no existe una diferencia general entre estas ya que la única que presentó diferencia fue  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza.

El nitrógeno es un elemento esencial para el desarrollo vegetativo en todas las plantas, ayuda a la creación de biomasa, mayor grosor, peso, altura y número de hojas (Suppo 2005). Así el tratamiento  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza presentó también los mejores rendimientos de desarrollo vegetal en altura y diámetro, se puede decir que es gracias al N que acumuló en la planta.

En la absorción del fósforo, si hubo significancia. El tratamiento  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza presentó la mayor absorción con  $0.3 \text{ g/mL}$ . Los mejores tratamientos  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  y  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza presentaron con una diferencia estadística a los tratamientos  $0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$ ,  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  y  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza (cuadro 10). Esto con cuerda al estudio donde se analizaron

diferentes dosis de fósforo en plantas inoculadas y no inoculadas con micorrizas, donde las plantas inoculadas presentan una mejor absorción gracias al micelio extra radical (Quiñones *et al* 2014). El fósforo es otro de los elementos esenciales considerándose un macro nutriente, ya que la planta lo requiere en más cantidad que otros elementos. Es responsable de la captación almacenamiento y transferencia de energía en la planta (Fernández 2007).

Para la absorción de potasio si hubo diferencia estadística. Los tratamientos con los más altos niveles de absorción fueron  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza y  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza con 5.3 y 5.4 g/mL. Se puede observar que se puede llegar a mejores niveles de absorción aplicando micorrizas con bajas dosis como lo expresan los tratamientos con dosis de  $0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  y  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  de potasio con micorriza a comparación de  $0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  y  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza. Esto concuerda con estudio similar donde se usaron distintos tipos de micorriza y sin micorriza en papaya el cual se demostró que el uso de micorrizas potencia nutricionalmente la planta (Vázquez-Hernández *et al* 2011).

El potasio se requiere en grandes cantidades en el momento de floración, ya que el desarrollo del fruto va a tener mucha dependencia de este elemento para su formación (García 2010). Basados en los resultados del (Cuadro 10) se puede decir que el uso de micorriza en bajas dosis de potasio tiene un rendimiento igual al de grandes dosis de potasio sin micorriza.

En la absorción del elemento Calcio se puede observar diferencia estadística. Siendo el tratamiento  $0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza obtuvo la mayor absorción con 1.6 g/mg. Los tratamientos que presentaron las absorciones más altas fueron  $0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$ ,  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  y  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ciclo}^{-1}$  de potasio sin micorriza. Esto no concuerda con estudios previos realizados por Vázquez-Hernández *et al* (2011) y Quiñones *et al* (2014).

En el Magnesio no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 10). Sin embargo, según (Fernández 2007) en la interacción de fósforo magnesio, al magnesio se le atribuye la función de transportador de fósforo. En este caso el magnesio no presenta diferencia entre los tratamientos, pero si el fósforo y lo podemos atribuir al uso de micorrizas ya que estudios como Vázquez-Hernández *et al* (2011) y Quiñones *et al* (2014) respaldan el potencial de absorción nutricional de estas.

Cuadro 10. Macronutrientes en el peciolo de las plantas de papaya (*Carica papaya* L.), a las 24 semanas después de trasplante en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento		g·100g <sup>-1</sup>			
K <sub>2</sub> O (kg·ha <sup>-1</sup> ·ciclo <sup>-1</sup> )	Mycoral <sup>®</sup> (100 g.pl <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca
0K	Ausencia	0.7 b <sup>‡</sup>	0.1 d	3.4 d	1.6 a
100K	Ausencia	1.7 a	0.1 d	3.2 d	1.5 a
200K	Ausencia	0.8 b	0.2 cd	4.2 c	1.5 a
300K	Ausencia	0.9 b	0.2 bc	5.3 ab	1.4 ab
0K	Presencia	0.9 b	0.2 abc	4.8 b	1.3 ab
100K	Presencia	1.2 b	0.2 abc	4.3 c	1.3 b
200K	Presencia	0.9 b	0.2 ab	4.8 b	1.3 b
300K	Presencia	1.0 b	0.3 a	5.4 a	1.1 b
R <sup>2</sup>		0.6	0.7	0.9	0.5
CV		27.0	13.0	6.0	14.0

<sup>‡</sup>Medias con distinta letra en la misma columna indican diferencia significativa (P≤0.05)

N: Nitrógeno, P: Fósforo, K: Potasio, Ca: Calcio, Mg: Magnesio

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

### Calidad del fruto.

Hubo interacción entre la presencia de micorriza y la aplicación de potasio en la dureza y fracturan (P<0.05). Las variables brix y fuerza no fueron significativas en la interacción ni los factores individuales (Cuadro 11).

Cuadro 11. Significancia del factor y la interacción en la calidad del fruto en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factores	Calidad de fruto			
	Dureza	Fuerza	Fractura	Brix
Micorriza	ns	ns	ns	ns
K	*	ns	*	ns
Micorriza × K	*	ns	*	ns
R <sup>2</sup>	0.5	0.5	0.6	0.4
CV	30.0	33.0	33.0	22.0

\* Significativa (p<0.05), ns: no significativo

K: Potasio, Brix: Sólidos solubles totales

En los análisis físicos del fruto se encontró que en la dureza hubo diferencia estadística, siendo los tratamientos 200 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza y 0 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza con 25 y 26 N (Cuadro 12). Estudios demuestran que la dureza del fruto puede variad dependiendo de los días post cosecha (maduración) esto afecta directamente (Zhumi Vinueza y Flore Auguste 2012). Para la variable fuerza expresada en julios no hubo diferencia estadística entre tratamientos.

En el análisis de fractura hubo diferencia estadística, siendo los tratamientos 300 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza y 300 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza con los mayores números de fracturas 3.9 y 3.3. Se puede observar una tendencia en la que a mayor K más números de fracturas. Los resultados en los análisis de grados brix reflejan que no existe una diferencia estadística entre tratamientos.

Cuadro 12. Dureza y fractura de los frutos de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento		Calidad de fruto	
K <sub>2</sub> O (kg·ha <sup>-1</sup> ·ciclo <sup>-1</sup> )	Mycoral <sup>®</sup> (100 g.pl <sup>-1</sup> )	Dureza (N)	Fractura (N°)
0K	Ausencia	26 a <sup>¥</sup>	2.2 b
100K	Ausencia	21 ab	1.8 b
200K	Ausencia	21 ab	2.7 ab
300K	Ausencia	17 ab	3.3 a
0K	Presencia	21 ab	1.8 b
100K	Presencia	17 ab	2.8 ab
200K	Presencia	25 a	2.3 b
300K	Presencia	13 b	3.9 a
R <sup>2</sup>		0.5	0.6
CV		30.0	33.0

<sup>¥</sup> Medias con distinta letra en la misma columna indican diferencia significativa (P≤0.05), ns: no significativo N: Newtons

### Esporas.

Hubo interacción entre la presencia de micorriza y la aplicación de potasio en la variable de número de esporas (P<0.05). El porcentaje de infección de raíces no fue significativa la interacción ni los factores analizados (cuadro 13).

Cuadro 13. Significancia del factor y la interacción en el conteo y % infección de esporas en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Factores	Micorrizas en el cultivo	
	N° esporas/mL	Infección %
Micorriza	*	ns
K	ns	ns
Micorriza × K	*	ns
R <sup>2</sup>	0.5	0.6
CV	23.0	36.0

\* Significativa (P<0.05), ns: no significativo

Fuente: Laboratorio de Biotecnología Aplicada del Programa de Investigaciones en Frijol de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

El mayor número de esporas micorrízicas (Cuadro 14) se encontró en los tratamientos 200 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza, 0 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza y 300 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza lo que generó tres diferentes respuestas de la micorriza y su interacción con el K, como su buen funcionamiento a dosis de 200 kg·ha<sup>-1</sup> de K, y a la vez sin dosis de K o 0 kg·ha<sup>-1</sup> y el número de esporas presentados sin la inoculación de micorrizas con dosis de 300 kg·ha<sup>-1</sup> de K; los valores más bajos se dieron cuando no se inocularon micorrizas en las plantas de papaya al momento del trasplante. Esto resalta que la aplicación del producto Mycoral® es capaz de estimular una mayor producción de esporas/mL.

Es posible que estos resultados se dieran por la cantidad de P en el suelo, ya que estudios anteriores reportan una buena interacción entre este elemento y micorrizas logrando resultados nutricionales significativos (Quiñones *et al.* 2014), como se apreció en el (Cuadro 14) donde se observó una buena absorción del P en los análisis foliares, además de la alta cantidad de P en el suelo como se muestra en la (Figura 1).

En el % de infección de raíces no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero se puede apreciar que los tratamientos 300 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio sin micorriza, 100 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza y 200 kg·ha<sup>-1</sup>·ciclo<sup>-1</sup> de potasio con micorriza presentaron porcentajes de infección bajas (Cuadro 14), probablemente esto se debe a que entre más esporas presentes la infección va a ser menor, mientras que entre menos número de esporas el porcentaje será mayor, resultados que se asemejan a estudios anteriores (Lagos Molina 2010).

Cuadro 14. Conteo y % infección de esporas en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en la evaluación de la inoculación con micorriza y cuatro dosis de potasio. Parcela de Conservación de Suelos, Lote 7, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Tratamiento		Micorrizas en el cultivo	
K <sub>2</sub> O (kg·ha <sup>-1</sup> ·ciclo <sup>-1</sup> )	Mycoral <sup>®</sup> (100 g.pl <sup>-1</sup> )	N° esporas/mL	Infección %
0K	Ausencia	9.0 ab <sup>¥</sup>	55
100K	Ausencia	8.0 b	53
200K	Ausencia	8.0 b	47
300K	Ausencia	12.0 a	54
0K	Presencia	13.0 a	67
100K	Presencia	12.0 ab	47
200K	Presencia	13.0 a	46
300K	Presencia	10.0 ab	72
R <sup>2</sup>		0.5	0.6
CV		23.0	36.0

<sup>¥</sup> Medias con distinta letra en la misma columna indican diferencia significativa (P≤0.05)

Fuente: Laboratorio de Biotecnología Aplicada del Programa de Investigaciones en Frijol de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

#### **4. CONCLUSIONES**

- La micorriza seleccionada (Mycoral®) interactúa con la fertilización no importando la dosis de potasio en la producción de papaya.
- Durante el desarrollo vegetativo no hubo una tendencia definida por la inoculación de micorriza seleccionada (Mycoral®) y la aplicación de potasio, sin embargo, en el rendimiento, las plantas inoculadas con Mycoral® presentaron la misma respuesta que aplicar dosis altas de potasio.
- La micorriza seleccionada (Mycoral®) aumenta la absorción de potasio y fósforo en la producción de papaya.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Inocular con Mycoral® y usar dosis bajas de potasio en el cultivo de papaya, si el nivel de potasio en el suelo es medio o alto.
- Realizar el seguimiento respectivo al experimento hasta finalizar la producción del cultivo.
- Probar el efecto de las Mycoral® con diferentes nutrientes, como nitrógeno y fósforo para determinar su respuesta.
- Realizar la inoculación de la micorriza seleccionada desde la etapa de semilla.
- Evaluar la sobrevivencia de las cepas de Mycoral® en el suelo.

## 6. LITERATURA CITADA

- Alarcón A, Ferrera-Cerrato R, González-Chávez M, Villegas-Monter A. 1999. Hongos micorrizicos arbusculares en la dinámica de aparición de estolones y nutrición de plantas de fresa cv. fern obtenidas por cultivo in vitro. Terra vol. 18, núm 3: 211-218.
- Arias A, Mora E, Umaña G, Loría C. 2010. Guía para la producción de la papaya en Costa Rica. San Pedro (Costa Rica): MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) Universidad de Costa Rica. 53 p.
- Charvat I. 1999. Methods to Process and Identify Symbiotic Fungi in the Roots of Vascular Plants. Department of Botany. University of Minnesota. 8p.
- Evans E. y Ballen F. 2012. Una mirada a la producción, el comercio y el consumo de papaya a nivel mundial. Universidad de Florida. IFAS Extension.7p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2010. Estadísticas de producción de papaya. Faostat. [consultado 2017 may 26]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fernández M. 2007. Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar, vol. XLI, núm. 2: 51-57.
- Frank A. 1985. Uber die auf wurzelsymbiose eranahrung gewisser baume durch unterirdisch pilze. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 3-128.
- García M. 2010. Guía Técnica del Cultivo de la Papaya. La Libertad (El Salvador): CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova"); [consultado 2017 jun 12]. <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PAPAYA.pdf>
- Jarstfer, AG. 1963. University of Florida, Soil Science Department, 2171 McCarty Hall, Gainesville, FL 32611-0151 USA. Plant Dis. Rep. 48:692.
- Jarstfer, AG. 1970. Método para tinción de raíces. University of Florida, Soil Science Department, 2171 Mccarty Hall, Gainesville, FL 32611-0151 USA.
- Jiménez J. 2002. Manual práctico para el cultivo de la papaya Hawaiana. Guácimo, Lima, Costa Rica: Universidad EARTH. 126 p.

- Lagos Molina S. 2010. Evaluación de cuatro cepas de micorriza arbuscular en plantas de tomate en vivero. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 24 p
- Quiñones E, López L, Rincón G, Hernández E, Ferrera R. 2014. Simbiosis micorrízica arbuscular y fuentes de materia orgánica en el crecimiento de *Carica papaya* L. *Interciencia* vol. 39, núm 3: 198-204
- SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería) 2016. Honduras alcanza cifra récord en exportación de frutas. [consultado 2017 abr 27]. <http://www.sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2016/septiembre-2016/honduras-alcanza-cifra-record-en-exportacion-de-frutas/>
- Spacrks, D. 1996. *Methods of Soils Analysis. Part 3, Chemical Methods. SSSA Book Series* 3. 65 p.
- Storey WB. 1976. *Carica papaya* L. In: N.W. Simmonds (ed). *Evolution of Crop Plants*. Longman, Londres, Inglaterra. 21-24.
- Suppo F. 2005. Fertilizantes. *Nutrición Vegetal*. AGT Editor S.A. México, Distrito Federal. 29, 56, 71-72, 78.
- Vázquez-Hernández M, Arévalo-Galarza M, Jaén-Contreras D. 2011. Evaluación del efecto de micorrizas en la producción y calidad de papaya Maradol (*Carica papaya* L.). *AGRO Productividad*. 6 p.
- Zhumi Vinueza M, Flore Auguste S. 2012. Efecto del uso de tecnologías combinadas en las características físicas, químicas y sensoriales de papaya (*Carica papaya* L.). [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 29 p.