

Efecto de altas dosis de Mycoral[®] en las variedades de café Catimor 51/75 y Caturra en siembra directa en bolsa, Zamorano, Honduras.

Jorge Enrique Matamoros Montoya

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO
Carrera de Ingeniería Agronómica

**Efecto de altas dosis de Mycoral[®] en las
variedades de café Catimor 51/75 y Caturra
en siembra directa en bolsa, Zamorano,
Honduras.**

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

Presentado por

Jorge Enrique Matamoros Montoya

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2013

Efecto de altas dosis de Mycoral[®] en las variedades de café Catimor 51/75 y Caturra en siembra directa en bolsa, Zamorano, Honduras.

Presentado por:

Jorge Enrique Matamoros Montoya

Aprobado:

Gloria Arévalo, M.Sc.
Asesor principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Mauricio Huete Ing. Agr.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Mario Raudes Ing. Agr.
Asesor

Efecto de altas dosis de Mycoral® en las variedades de café Catimor 51/75 y Caturra en siembra directa en bolsa, Zamorano, Honduras.

Jorge Enrique Matamoros Montoya

Resumen: El objetivo fue evaluar el desarrollo del café Catimor 51/75 y Caturra con dosis altas de Mycoral® en la siembra directa en bolsa. El estudio tuvo duración de seis meses. Los tratamientos fueron dosis de 0, 75 g y 150 g Mycoral® en las dos variedades a la siembra. Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas en tiempo con un arreglo factorial de 2×3 (dos variedades y tres dosis) con el programa estadístico SAS® $P \leq 0.05$. Se evaluó en campo: porcentaje de germinación tres veces a partir de los 42 DDS (días después de siembra) cada 15 días. Altura y diámetro del tallo a partir de los 57 DDS por 12 semanas. En la semana 14 DS (después de siembra) se evaluó: porcentaje de materia seca de raíces y tallo con hojas, porcentaje de esporas por gramo de suelo, porcentaje de infección de micorrizas en la raíz, longitud del tallo y de raíz, análisis de suelos al tratamiento 150 g Mycoral® Catimor y testigo y al Mycoral®. En germinación el tratamiento 150 g Mycoral® fue el más bajo. Se dio el mayor porcentaje de germinación a los 72 días con una media de 82 %. No se presentaron diferencias significativas $P > 0.05$ en altura, porcentaje de infección de micorrizas, esporas por gramo de suelo, longitud del tallo y longitud de la raíz. En diámetro hubo diferencias siendo el tratamiento de 150 g Mycoral® el que menor diámetro presentó con la variedad Caturra. La variedad Catimor con la dosis de 75 g Mycoral® presentó mejor porcentaje de materia seca en raíz y tallo con hojas. La variedad Caturra con la dosis de 150 g Mycoral® presentó mayor porcentaje de materia seca en raíz pero para tallos con hojas fue mayor la dosis de 75 g Mycoral®. En el análisis de suelos se observó una elevado porcentaje de materia orgánica y contenido de macro nutrientes similares. En el análisis al Mycoral® destaca un bajo contenido de nitrógeno y fósforo. Las dosis elevadas no fueron diferentes del testigo y no se recomiendan dosis altas de Mycoral® en semillero para café.

Palabras clave: Catimor, Caturra, Mycoral®, micorrizas.

Abstract: The objective was to evaluate the development of coffee Catimor 51/75 and high-dose Caturra Mycoral® in direct planting bag. The study was run for six months. The treatments were 0, 75 g and 150 g Mycoral® in the two varieties to planting. We used the split plot design in time with a factorial arrangement of 2×3 (two varieties and three doses) with the statistical software SAS® $P \leq 0.05$. Was evaluated in field: three times germination percentage from the DAS 42 (days after sowing) every 15 days. Height and stem diameter from the 57 DDS for 12 weeks. At week 14 AS (after sowing) was evaluated: percentage of dry matter of stems with leaves and roots, percentage of spores per gram of soil, mycorrhizal infection percentage in the root, stem length and root treatment soil analysis 150 g Mycoral® Catimor and witness and Mycoral®. In germination treatment Mycoral® 150 g was the lowest. The highest percentage of germination was at 72 days with an average of 82%. There were no significant differences in height $P > 0.05$, percentage of mycorrhizal infection, spores per gram of soil, stem length and root length. In diameter differences were still treating Mycoral® 150 g smaller

diameter which present with the variety Caturra. The variety Catimor with the dose of 75 g Mycoral[®] showed the best percentage of dry matter in root and stem with leaves. The variety Caturra with the dose of 150 g Mycoral had higher percentage of dry matter in root but stems with leaves was higher at 75 g Mycoral[®]. In soil analysis showed a high percentage of organic matter and similar macronutrient content. In analyzing the Mycoral[®] stands low in nitrogen and phosphorus. High doses were not different from control and high doses are not recommended for Mycoral[®] on coffee seed.

Keywords: Catimor, Caturra, Mycoral[®], micorrizas.

CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
Contenido	v
Índice de cuadros.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES	13
6. LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Efecto del Mycoral® en la germinación del café Catimor 51/75 y Caturra en parcela de conservación de suelos en Zamorano, Honduras.	6
2. Porcentaje de plantas germinadas después de siembra en la parcela de suelos de Zamorano, Honduras.	6
3. Mejor dosis en el porcentaje de germinación de café Catimor 51/75 y Caturra a los 72 DDS ^o en almacigo, Zamorano, Honduras.	7
4. Efecto del Mycoral® en la altura del café Catimor 51/75 y Caturra en la parcela de conservación suelos en Zamorano, Honduras.	7
5. Efecto del Mycoral® en el diámetro del tallo del café Catimor 51/75 y Caturra en la parcela de conservación de suelos en Zamorano, Honduras.	7
6. Mejor dosis por 12 semanas, mejor dosis por semana y mejor variedad por 12 semanas y mejor variedad por semana.	8
7. Efecto del Mycoral® en el peso de raíz y tallos con hojas, porcentaje de humedad y materia seca en el café Catimor 51/75 en la parcela de conservación de suelos en Zamorano, Honduras.	8
8. Efecto del Mycoral® en el peso de raíz y tallos con hojas, porcentaje de humedad y materia seca en el café Caturra en la parcela de conservación de suelos en Zamorano, Honduras.	9
9. Efecto del Mycoral® en la longitud de las raíces del café Catimor 51/75 y Caturra Zamorano, Honduras.	9
10. Efecto del Mycoral® en la longitud del tallo del café Catimor 51/75 y Caturra en Zamorano, Honduras.	9
11. Infección de micorrizas en la raíz del café Catimor 51/75 y Caturra en Zamorano, Honduras.	10
12. Esporas por gramo de suelo para el café Catimor 51/75 en Zamorano, Honduras. ...	10
13. Nutrientes presentados en la muestra de suelos del café Catimor 51/75 con el tratamiento de 150g Mycoral® y testigo en la parcela de suelos Zamorano, Honduras.	10
14. Nutrientes presentes en la muestra de Mycoral® utilizada.	11

INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica L.*) familia Rubiáceas, es un frutal perenne originario de Etiopia (Carvajal 1984). En países como Nicaragua y Honduras es considerado uno de los principales pilares de la economía y representa hasta el 60% de la economía. El café es un producto de seguridad alimentaria, generación de empleos y contribuye a la diversidad ecológica, (FAO 2012). En el 2012 Nicaragua generó un total de 519.4 millones de dólares en ventas de este grano siendo así su principal producto de exportación, (CONACAFE 2012).

En la actualidad se han dado avances en la tecnología del café en cuanto a cosecha, fertilización, nuevos métodos de empaque entre otros. Todo esto con el fin de hacer más eficiente su producción y abaratar los costos que son una de las mayores problemáticas para el caficultor actualmente, (Aguilar 2002).

En el año 2011 se presentaron los mejores precios en la última década, pero estos pasaron de estar en 6.7 \$/kg en abril 2011 hasta llegar a los 3 \$/kg para agosto 2013, (World Bank 2013). Este último precio a los caficultores los no les cubre los gastos de producción. A raíz de este problema se han implementado métodos para reducir los costos en la producción para hacer más eficiente todo su proceso hasta la exportación del mismo, (Perezgrovas y Celis 2002).

Brasil ha sido uno de los países que ha hecho inversiones muy grandes buscando como aumentar la producción del café así mismo abaratando los costos. Lo que se busca es una planta sana y con mucha producción por lo cual se están implementando la investigaciones desde el almacigo del mismo hasta llevar la planta al campo y su proceso de producción, (Aguilar 2002).

Tradicionalmente el café se siembra en bolsas de polietileno las cuales vienen en muchas dimensiones 6×8 , 7×8 , 8×9 , 8×19 , 8×11 o 9×11 pulgadas. El tamaño de la bolsa depende de cuánto tiempo la planta estará en plántula, (Aguilar 2002).

Las micorrizas son hongos benéficos que se desarrollan en el suelo. La mayoría de estos son nativos del lugar y simplemente lo que se hace es desarrollarlos para comercializarlos. Estas micorrizas son llamadas arbusculares (HMA) ó (VAM) debido a que dentro de la raíz forman estructuras llamadas vesículas y arbusculos que ayudan en la absorción de nutrientes ya que el hongo extiende su micelio fuera de la raíz y hace que estas mismas

lleguen a lugares que comúnmente no llegarían. Estas se pueden utilizar como bio fertilizante, (Bolaños y Luna 2007).

Pero ¿qué es lo que sucede entre el suelo, la planta y los hongos? Lo que ocurre es una simbiosis entre la planta (raíces) y el hongo por medio del suelo, en el que ambos se benefician. Las raíces toman del hongo todos los nutrientes que necesitan del suelo y el hongo toma de la planta el carbono para su desarrollo. También estos hongos ayudan a prevenir enfermedades en la planta durante su desarrollo, (Bolaños y Luna 2007).

Parte de la búsqueda de nuevos métodos en la producción de café y más eficientes desde almacigo, se realizó este experimento que consistió en evaluar dosis altas de Mycoral[®] en siembra directa a bolsa. Mycoral[®] contiene tres cepas seleccionadas por el Dr. Erich Raddatz ex profesor adjunto de Zamorano, estas son: *Glomus* sp., *Acaulospora* sp. y *Entrophospora*, . Las tres son del tipo endo micorrizas VAM (vesículas-arbusculares micorrizas).

La dosis recomendada por el Dr. Erich Raddatz es de cinco g en semillero, 75 g en vivero y 150 g en campo. Esta fue probada por (Romero Oseguera 2006) quien realizó un estudio con diferentes dosis de Mycoral[®] a la siembra y obtuvo los mejores resultados con cinco g en semillero, 75 g en almacigo y 150 g al trasplante a campo, (Raddatz 2001).

El objetivo del estudio fue evaluar el desempeño de dosis altas de Mycoral[®] en la siembra directa en bolsa, pasando la etapa del semillero de cinco g recomendada y no estar haciendo la segunda aplicación de Mycoral[®] de 75 g que es la recomendada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la parcela de conservación de suelos y agua, lotes de monte redondo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (EAP), ubicada en el valle del Yeguaré, Francisco Morazán Honduras, a una altura de 750 msnm, temperatura y precipitación promedio anual de 24°C y 1100 mm respectivamente. Se utilizaron dos variedades de café, Caturra y Catimor 51/75 debido a que son las variedades más utilizadas en Honduras y Nicaragua actualmente.

Métodos

El estudio se llevó a cabo entre los meses de enero a agosto del 2013. Se inició con la aplicación de Mycoral[®] al momento de la siembra en bolsas de 7 × 8 pulgadas de polietileno, se hizo un hueco de cinco cm aproximadamente en el que se aplicó Mycoral[®] y se colocó la semilla posteriormente. Se sembraron tres parcelas con la variedad Catimor y tres parcelas con la variedad Caturra, cada parcela contenía 24 semillas. La semilla se colocó directamente en la bolsa para evitar la etapa de trasplante del semillero al almacigo después se cubrió con hoja de zacate seco para evitar el golpe y erosión por parte de la lluvia, el riego y el viento.

Variables en campo (12 semanas)

Aproximadamente a los 40 días se formó la plántula comúnmente llamada “grapita” por su forma, posteriormente pasó al estado de fosforito y es ahí donde comenzaron las evaluaciones cada 15 días las cuales consistieron en tomar: germinación, diámetro del tallo y altura de la plantas. La germinación se realizó de la siguiente manera: se contó el número de plantas germinadas a los 42 días y se dividió por el número de semillas sembradas, expresado en porcentaje y se midió tres veces desde los 42 días cada dos semanas en cada parcela.

Las mediciones del diámetro y altura del tallo se realizaron a partir de los 57 días por 12 semanas. El diámetro del tallo se midió con un pie de rey a la mitad de este, desde la base del tallo hasta la base del primer par de hojas bajas. La altura de la planta se midió con una regla, se hizo desde la base del tallo hasta la base del primer par de hojas bajas en la planta.

Variables semana 12

El porcentaje de materia seca se realizó de la siguiente manera: Se seleccionaron tres plantas por tratamiento para un total de 18 plantas las cuales se juntaron tres de cada tratamiento y se pesaron sus tallos con hojas y las raíces por aparte. El peso seco se hizo después de pasar por el proceso de deshidratación en el horno del Laboratorio de suelos de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano durante 35 horas a 70°C. El resultado de los pesos, y porcentaje de materia seca se dividió en tres para obtener los resultados por planta.

Al final del experimento cuando se pesaron las raíces y tallo con hojas, se midió la longitud del tallo desde el punto de diferenciación del tallo y las raíces hasta la base del último par de hojas apicales. También se midió la longitud las raíces desde el punto de diferenciación con el tallo hacia donde esta llegara (raíz apical). Las raíces y muestras de suelos se enviaron al laboratorio del PIF en la EAP para determinar el número de esporas por gramo en el suelo y % de infección en las raíces por el método de clarificación y tinción, (Giovannetti y Mosse 1980) además de análisis de suelos de testigo y Mycoral[®] del tratamiento de 150g Mycoral[®] y al Mycoral[®].

En el análisis de suelos se calculó el % de nitrógeno (N) como el cinco % de la materia orgánica presente en el suelo, el pH es una relación suelo agua de 1:1, materia orgánica con el método Walkley & Black, el fosforo (P) con la solución extractora Mehlich tres, determinado por colometria, el potasio (K), calcio (Ca), sodio (Na) y magnesio (Mg) con la solución Mehlich tres, determinados por espectrofotometría de absorción atómica y textura por el método de Bouyoucos, (Arévalo y Gauggel 2013).

También se realizó un análisis de número de esporas por gramo en el producto de Mycoral[®] de la misma procedencia del utilizado y un análisis de suelos del mismo producto para determinar los nutrientes que tenía la muestra.

Variables determinadas

- Porcentaje de germinación (tres veces)
- Diámetro del tallo (12 semanas)
- Altura de la planta (12 semanas)
- Materia seca, raíces y tallos con hojas (semana 12)
- Longitud de las raíces y tallo (Semana 12)
- Porcentaje de infección de micorrizas en la raíz (semana 12)
- Esporas por gramo de suelo (semana 12)
- Nutrientes presentes en el suelo (semana 12)

Tratamientos

Se realizaron seis tratamientos:

- Café variedad Catimor 0 g de Mycoral[®]
- Café variedad Caturra 0 g de Mycoral[®]
- Café variedad Catimor 75 g de Mycoral[®]

- Café variedad Caturra 75 g de Mycoral[®]
- Café variedad Catimor 150 g de Mycoral[®]
- Café variedad Caturra 150 g de Mycoral[®]

Diseño experimental

Parcelas divididas en tiempo. Este constó de seis parcelas, cada una con un tratamiento y 24 repeticiones y una planta como unidad experimental.

Análisis estadístico

Un ANDEVA. Separación de medias con prueba de Duncan y LSMEANS, $P \leq 0.05$ utilizando el programas estadístico SAS[®] (Statistical Analysis System) con Variables repetidas en el tiempo y un arreglo factorial de 2×3 (dos variedades y tres dosis).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de germinación: No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en variedad, ni en las interacciones variedad por dosis y variedad por día. Sin embargo existe una diferencia significativa en los días y dosis ($P \leq 0.05$) (cuadro 1). La germinación del café depende mucho de las condiciones ambientales que se encuentra, altura, variedad, precipitación, sombra, entre otras (Carvajal 1984). El mayor porcentaje de germinación se dio a los 72 DDS (días después de siembra) con una media de 82% de plantas germinadas (Cuadro 2). La dosis de 150 g Mycoral® a los 72 DDS fue la que menor porcentaje de germinación presento y no hubo diferencia significativas entre aplicar y no aplicar Mycoral® a la dosis de 75 g/planta. Factores claves como la calidad de semilla, profundidad de siembra pueden perjudicar la germinación (Mora Castillo 2001) (Cuadro 3).

Cuadro 1. Efecto del Mycoral® en la germinación del café Catimor 51/75 y Caturra en parcela de conservación de suelos en Zamorano, Honduras.

Dosis de Mycoral® (g/planta)	% Germinación						
	Medias		Valor P				
	Catimor	Caturra	Variedad	Dosis	Días	Var x Dosis	Var x Días
0	69	56					
75	75	50	0.0877	0.0274	0.0001	0.1385	0.5817
150	40	8					

Var= variedad. P= ($P \leq 0.05$)

Cuadro 2. Porcentaje de plantas germinadas después de siembra en la parcela de suelos de Zamorano, Honduras.

DDS ^u	% de germinación
42	22 c
57	61 b
72	82 a

Valores en columna con distinta letra difieren significativamente entre sí ($P \leq 0.05$) según la prueba de Duncan.

DDS^u= días después de siembra

Cuadro 3. Mejor dosis en el porcentaje de germinación de café Catimor 51/75 y Caturra a los 72 DDS⁰ en almacigo, Zamorano, Honduras.

Dosis de Mycoral® (g/planta)	% de germinación
0	62 a
75	62 a
150	42 b

DDS⁰= días después de siembra

Valores en columna con distinta letra difieren significativamente entre sí ($P \leq 0.05$) según la prueba de Duncan.

Altura de la planta: No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en variedad, dosis, ni en las interacciones, variedad por dosis por semana, dosis por semana y variedad por semana (Cuadro 4). (Romero Oseguera 2006) encontró diferencias en la altura de la planta con el tratamiento de 5 g Mycoral a la siembra pero al trasplantar se le puso lo recomendado de 75 g en almacigo.

Cuadro 4. Efecto del Mycoral® en la altura del café Catimor 51/75 y Caturra en la parcela de conservación suelos en Zamorano, Honduras.

Dosis de Mycoral® (g/planta)	Altura de la planta (cm)						
	Medias		Valor P				
	Catimor	Caturra	Variedad	Dosis	Var x Dosis	Dosis x Sem	Var x Sem
0	4.80	4.89					
75	5.50	4.85	0.0872	0.3287	0.4841	0.3614	0.4804
150	5.24	4.85					

Var= variedad. Sem= semana. P= ($P \leq 0.05$)

Diámetro del tallo: No existió diferencia significativa ($P > 0.05$) en variedad por dosis por semana (Cuadro 5). Pero en variedad, dosis y las interacciones, dosis por semana y variedad por semana si hubo, siendo la dosis de 150 g Mycoral® con la variedad Caturra los que menor diámetro presentaron (Cuadro 6). (Rodriguez Morera 2001) obtuvo mejor grosor de tallo con las plantas inoculadas con Mycoral® en almacigo pero con medios pasteurizados.

Cuadro 5. Efecto del Mycoral® en el diámetro del tallo del café Catimor 51/75 y Caturra en la parcela de conservación de suelos en Zamorano, Honduras.

Dosis de Mycoral® (g/planta)	Diámetro del tallo (cm)						
	Medias		Valor P				
	Catimor	Caturra	Variedad	Dosis	Var x Dosis	Dosis x Sem	Var x Sem
0	0.23	0.23					
75	0.23	0.22	0.0001	0.0001	0.0924	0.0010	0.0001
150	0.22	0.21					

Var= variedad. Sem= semana. P= ($P \leq 0.05$)

Cuadro 6. Mejor dosis por 12 semanas, mejor dosis por semana y mejor variedad por 12 semanas y mejor variedad por semana.

Dosis		Dosis × Semana		Variedad		Var × Sem	
TRT	Media	TRT	Media	Café	Media	Var	Media
0	0.23 a	0	0.23 a	CT	0.23 a	CT	0.23 a
75	0.22 b	75	0.23 a	CR	0.21 b	CR	0.22 b
150	0.21 c	150	0.21 b				

Valores en columna con distinta letra difieren significativamente entre sí ($P \leq 0.05$) según la prueba de Duncan.

Var= variedad. Sem= semana. CT= Catimor. CR= Caturra.

Materia seca del café Catimor 51/75: La dosis de 75 g Mycoral[®] presentó mejor porcentaje de materia seca para las raíces y tallo junto con hojas (Cuadro 7). (Romero Oseguera 2006) obtuvo mejores porcentajes con las plantas inoculadas con Mycoral[®].

Cuadro 7. Efecto del Mycoral[®] en el peso de raíz y tallos con hojas, porcentaje de humedad y materia seca en el café Catimor 51/75 en la parcela de conservación de suelos en Zamorano, Honduras.

Pesos (g), porcentaje de humedad y materia seca café Catimor 51/75								
Dosis de Mycoral [®] (g/planta)	Ph raíz	Ps raíz	%H	%MS	Ph tallo y hojas	Ps tallo y hojas	%H	%MS
0	1.0	0.3	70.0	30.0	8.4	2.1	74.6	25.4
75	1.2	0.7	40.2	59.8	12.5	3.7	70.3	29.7
150	1.1	0.3	70.0	30.0	8.7	2.4	72.7	27.3

Ph= peso húmedo. Ps= peso seco. %H= porcentaje de humedad. %MS= porcentaje de materia seca.

Materia seca del café Caturra: La dosis de 150 g Mycoral[®] obtuvo mejor porcentaje de materia seca en la raíz, pero la dosis de 75 g Mycoral[®] obtuvo mejor porcentaje de materia seca en tallo con hojas (Cuadro 8). (Rodríguez Morera 2001) obtuvo mejores pesos con las plantas inoculadas con Mycoral[®].

Cuadro 8. Efecto del Mycoral® en el peso de raíz y tallos con hojas, porcentaje de humedad y materia seca en el café Caturra en la parcela de conservación de suelos en Zamorano, Honduras.

Pesos (g), porcentaje de humedad y materia seca café Caturra								
Dosis de Mycoral® (g/planta)	Ph raíz	Ps raíz	%H	%MS	Ph tallo y hojas	Ps tallo y hojas	%H	%MS
0	1.6	0.5	66.9	33.1	12.2	3.2	73.8	26.2
75	0.8	0.5	39.8	60.2	11.6	3.4	70.6	29.4
150	0.5	0.3	34.0	66.0	8.2	2.4	71.1	28.9

Ph= peso húmedo. Ps= peso seco. %H= porcentaje de humedad. %MS= porcentaje de materia seca.

Longitud de la raíz: No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) en variedad, dosis y variedad por dosis (cuadro 9). Podemos inferir que a esta etapa todavía la planta no está en su pleno desarrollo radicular por lo cual no se pueden encontrar diferencias, (Romero Oseguera 2006) y también (Rodríguez Morera 2001) obtuvo el mismo resultado diciendo que la inoculación del hongo puede retrasar el crecimiento de la raíz.

Cuadro 9. Efecto del Mycoral® en la longitud de las raíces del café Catimor 51/75 y Caturra Zamorano, Honduras.

Dosis de Mycoral® (g/planta)	Longitud de Raíz (cm)				
	Medias		Valor P		
	Catimor	Caturra	Variedad	Dosis	Var x Dosis
0	23.3	24.3			
75	28.0	26.0	0.9088	0.1169	0.7977
150	29.0	29.3			

Var= variedad. P= ($P\leq 0.05$)

Longitud del tallo: No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) en variedad, dosis y variedad por dosis (Cuadro 10). Esto puede darse por la etapa que esta el cultivo donde no alcanzan todavía un buen desarrollo del tallo (Romero Oseguera 2006).

Cuadro 10. Efecto del Mycoral® en la longitud del tallo del café Catimor 51/75 y Caturra en Zamorano, Honduras.

Dosis de Mycoral® (g/planta)	Longitud del tallo (cm)				
	Medias		Valor P		
	Catimor	Caturra	Variedad	Dosis	Var x Dosis
0	19	23			
75	20	19	0.75080	0.05270	0.07520
150	19	17			

Var= variedad. P= ($P\leq 0.05$)

Porcentaje de Infección de micorrizas en la raíz: No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) en variedad, dosis y variedad por dosis (Cuadro 11). Sin embargo en el estudio realizado por (Romero Oseguera 2006) si obtuvo diferencias significativas, siendo el tratamiento de 75 g Mycoral® el mejor.

Cuadro 11. Infección de micorrizas en la raíz del café Catimor 51/75 y Caturra en Zamorano, Honduras.

Dosis de Mycoral® (g/planta)	Porcentaje de infección de micorrizas				
	Medias		Valor P		
	Catimor	Caturra	Variedad	Dosis	Var x Dosis
0	45	19			
75	54	16	0.1118	0.0948	0.1699
150	0.5	12			

Var= variedad. P= ($P\leq 0.05$)

Esporas por gramo de suelo: No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) en variedad, dosis y variedad por dosis (cuadro 12). Estos resultados son similares a los obtenidos por (Romero Oseguera 2006) donde no encontraron diferencias significativas.

Cuadro 12. Esporas por gramo de suelo para el café Catimor 51/75 en Zamorano, Honduras.

Dosis de Mycoral® (g/planta)	Esporas por gramo de suelo				
	Medias		Valor P		
	Catimor	Caturra	Variedad	Dosis	Var × Dosis
0	5	7			
75	9	7	0.68440	0.62950	0.44370
150	8	6			

Var= variedad. P= ($P\leq 0.05$)

Nutrientes presentes en el suelo: En Ambas muestras se dio un elevado porcentaje de materia orgánica; los macro nutrientes están en los rangos ideales según la referencia proporcionada por el laboratorio de suelos de la universidad Zamorano (Cuadro 13).

Cuadro 13. Resultados del análisis químico de la muestra de suelos del café Catimor 51/75 con el tratamiento de 150g Mycoral® y testigo en la parcela de suelos Zamorano, Honduras.

Muestra	pH	%		mg/kg P	% de Saturación			
		M.O.	N Total		K	Ca	Mg	PSI
Con Mycoral	5.2	9.2	0.5	19	4	75	17	1
Sin Mycoral	5.2	8.3	0.4	22	4	74	20	1
Min	FA	2.0	0.2	13	3	60	15	<15
Max		4.0	0.5	30	5	75	20	

F.A.= fuertemente ácido. M.O.= materia orgánica. N= nitrógeno. P= fósforo. K= potasio. Ca= calcio. Mg= magnesio. PSI, por ciento de sodio intercambiable.

Nutrientes presentados en la muestra de Mycoral[®]: Se observa un porcentaje bajo de nitrógeno y la cantidad de fosforo es baja. Para el resto de los macro nutrientes está en el rango ideal según el laboratorio de suelos en la universidad Zamorano.

Cuadro 14. Nutrientes presentes en la muestra de Mycoral[®] utilizada.

Muestra	Textura	%			pH	%		mg/kg	% de Saturación			
		Arena	Limo	Arcilla		M.O.	N Total	P	K	Ca	Mg	PSI
Mycoral	FA	70	18	12	5.6	2.5	0.1	4	4	62	23	7
Min					FA ^o	2.0	0.2	13	3	60	15	<15
Max						4.0	0.5	30	5	75	20	

F.A.= Franco arenoso. F.A^o= Fuertemente ácido. M.O.= materia orgánica. N= nitrógeno. P= fósforo. K= potasio. Ca= calcio. Mg= magnesio. PSI Por ciento de sodio Intercambiable.

CONCLUSIONES

- Mycoral[®] en dosis altas actúa como sustrato el cual no tiene los nutrientes necesarios para el buen crecimiento de la planta y retrasa la germinación, pero mejora el porcentaje de materia seca en el café.
- Mycoral[®] en altas dosis puede actuar como inhibidor del crecimiento en las raíces.

RECOMENDACIONES

- En café seguir utilizando la dosis de 5 g Mycoral[®] en semillero, 70 g Mycoral[®] en vivero y 150 g Mycoral[®] al trasplante en campo.
- Evaluar el rendimiento de la producción a los tres años para saber los efectos del Mycoral[®] en producción.
- Utilizar otras variedades de café para determinar su desempeño con Mycoral[®].
- Evaluar el desarrollo del café con Mycoral[®] a más de 1000 m que es donde el café se desarrolla mejor.
- Hacer uso de fertilización en esta etapa para determinar la absorción de nutrientes en la planta, (análisis foliar).
- Realizar un análisis económico del Mycoral[®] y el uso de fertilizantes, (compararlos), tomando en cuenta una valoración contingente.
- Utilizar un medio rico en nutrientes y determinar el comportamiento del Mycoral[®] con ese tipo de medio.
- Tomar en cuenta cuando se aplique fungicidas porque estos son altamente tóxicos para las micorrizas.

LITERATURA CITADA

Aguilar, A. 2002. Establecimiento y manejo de semilleros y viveros en cafetales (En línea) consultado el 25/11/2012. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7568E/A7568E.PDF>

Arévalo, G., C, Gauggel. 2013. Manual de prácticas del laboratorio del curso de manejo de suelos y nutrición vegetal. Primera edición. Tegucigalpa, Honduras. Editorial, Litocom. 89 p.

Bolaños Benavides, M. M., A, L. Luna Geller. A. 2007. Las micorrizas, una opción sostenible de manejo de suelos y nutrición de plantas. Corporación colombiana de investigación agropecuaria, CORPOICA. (En línea) consultado el 12/06/2013. Disponible en http://books.google.hn/books?id=bTmd_XYrPwC&pg=PA6&lpg=PA6&dq=micorrizas&source=bl&ots=hBqZW4eEx4&sig=Dr81zJMNyHoX81ApAuRKm8bHA7g&hl=es-

Carvajal F, J. 1984. Cafeto cultivo y fertilización, segunda edición. Editorial, Instituto internacional de la Potasa. Berna/Suiza. 254 p.

CONACAFE (Consejo nacional del café). 2012. Consejo nacional del café, Nicaragua. Recomiendan renovar cafetales en el norte del país. (En línea) consultado el 29/09/2013. Disponible en <http://www.conacafe.org.ni/>

FAO (Food and Agriculture Organization). 2012. Coffee, Medium-term prospects for agricultural commodities. (En línea) consultado el 29/09/2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/y5143e/y5143e0v.htm>

Giovannetti, M., Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal in roots. *New phytologist* 84: 489-500.

Mora Castillo, J.R. 2001. Control biológico de la pudrición radicular por *Fusarium Oxysporum* en semilleros de café usando endomicorriza y *Thichoderma harzianum*. Tesis. Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 42 p. (en línea) consultado el 10/10/2013. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1464/1/T1338.pdf>

Raddatz, E. 2001. VAM y la resistencia de las plantas contra causantes de daño. Cali, Colombia.

Perezgrovas Garza, V., F, Celis Callejas. 2002. La crisis del café causas, consecuencias y estrategias de respuestas. (En línea) consultado el 25/11/2012. Disponible en <http://www.eldis.org/go/topics/resource-guides/health&id=30335&type=Document#.UfCdaNLrySp>

Romero Oseguera, G. A. 2006. Determinación de la dosis del biofertilizante Mycoral® en semillero, vivero y establecimiento del café, en El Paraíso, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 29 p. (En línea) consultado el 12/06/2013. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/935/1/T2309.pdf>

Rodriguez Morera, J.L. 2001. Efecto del biofertilizante Mycoral® (micorriza arbuscular) en el desarrollo del café (*Coffea arabica L.*) en vivero en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 44 p. (En línea) consultado el 1/10/2013. Disponible en http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2001/T1271.pdf

World Bank. 2013. Agricultural production statistics. (En línea) consultado el 29/09/2013. Disponible en <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=cafe-arabica&meses=300>

