

**Efecto de la micorriza vesículo-arbuscular,  
Mycoral<sup>®</sup>, en vitroplantas de banano y  
plátano en vivero**

**Juan Carlos Solís Jara**

**ZAMORANO**

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Abril, 2003

# **Efecto de la micorriza vesículo-arbuscular, Mycoral<sup>®</sup>, en vitroplantas de banano y plátano en vivero**

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

presentado por

**Juan Carlos Solís Jara**

**Zamorano, Honduras**

Abril, 2003

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

---

Juan Carlos Solís Jara

**Zamorano, Honduras**  
Abril, 2003

**Efecto de la micorriza vesículo-arbuscular, Mycoral<sup>®</sup>, en vitroplantas de banano y plátano en vivero**

presentado por:

Juan Carlos Solís Jara

Aprobada:

---

Alfredo Rueda, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Alfredo Rueda, Ph. D.  
Coordinador de Area Temática

---

Carlos Gauggel, Ph. D.  
Asesor

---

Jorge Iván Restrepo, M. B. A.  
Coordinador de la Carrera de  
Ciencia y producción Agropecuaria

---

Juan Carlos Rosas, Ph. D.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, Ph. D.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A mi Dios, que me ha sabido acompañar por siempre y que durante todo este tiempo ha sabido guiar mis pasos en este duro camino de la vida.

A mi adorada madre Olga, que estuvo constantemente apoyándome y aconsejándome, y de la que siempre he estado orgullosa. Nosotros sabemos que mi padre Luis Enrique también está sonriendo por el triunfo que estamos logrando.

A mi amada Fanny Isabel, la compañera de mi vida, que estando lejos has sabido motivarme y quien es la razón de mi ser.

A mis hermanos Cynthia y Angel Enrique, mis sobrinos Luis Enrique y Paola, mi Abuelo Angel y toda mi familia que son motivo de aliento en esta vida.

A Mario Bustamante, el amigo y maestro cuya siembra ha estado y estará siempre rindiendo sus frutos; ahora permanece junto a nuestro Dios Todopoderoso gozando de su gloria, te lo mereces.

## AGRADECIMIENTOS

A mi adorada Alma Máter, que me ha formado como persona y profesional durante todo este tiempo que he permanecido en ella, y la que nunca dejará de ser una huella indeleble en mi vida.

A mi querida madre Olga, tu gran corazón me ha enseñado a ser más humano en esta vida y luchar por conseguir todas mis metas.

A Fanny Isabel, la adoración de mi vida y con la que Dios me ha bendecido; el sacrificio que hemos hecho durante este tiempo rendirá sus frutos.

A mis hermanos, sobrinos, tíos y abuelos que siempre se han preocupado por mí.

A mi tío Wilmo, que durante mi ausencia ha sabido apoyar a mi madre en los difíciles momentos de nuestra vida.

Al Dr. Carlos Gauggel, cuya paciencia, colaboración y enseñanzas me han hecho ser cada vez más profesional en esta vida; gracias por ser un gran maestro.

Al Dr. Juan Carlos Rosas, que durante mi paso en la Escuela supo brindarme su ayuda cuando no contaba con nadie.

Al Dr. Alfredo Rueda, por su gran ayuda en la culminación del presente proyecto de tesis.

Al Dr. Raúl Espinal, cuya colaboración en la parte estadística de la tesis fue fundamental.

A Byron Reyes, Lubwia Aranda y sus colaboradores Tomasa, Luz y el resto de amigos que tuvimos ahí; gracias por toda la ayuda brindada.

A mis grandes amigas Anabell, Estela y Gris, por la ayuda que me brindaron en mi último trimestre; han sido una gran compañía y espero haberles retribuido la colaboración.

A todos mis compañeros y amigos de PIA que tuve desde aquel 5 de mayo del 2002 que llegue una vez más a Zamorano; en especial a René, Xavier y Soraya, gracias por tenerme paciencia.

A René Antonio Medina Valdez, mi gran amigo desde mi llegada a Zamorano un día de enero de 1995; una vez más compartimos penas y alegrías, siempre has sido prácticamente un hermano para mí, gracias.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A la Nippon Foundation, que me dio la oportunidad de finalizar mi carrera y obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo (IECE), del que siempre recibí el apoyo para lograr financiar mi carrera desde sus inicios.

A la empresa Galil Tech por haber donado las plantillas para desarrollar el ensayo.

## RESUMEN

Solís, J. C. 2003. Efecto de la micorriza vesículo-arbuscular, Mycoral<sup>®</sup>, en vitroplantas de banano y plátano en vivero. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano. Honduras. 16 p.

En plátano y banano el aumento de la producción y la reducción de los costos son las constantes preocupaciones de los productores debido a la gran competencia. El objetivo fue evaluar el efecto de Mycoral<sup>®</sup> en el desarrollo de vitroplantas de banano Galil 7 y plátano Curaré Enano en la etapa de vivero. El ensayo se llevó a cabo en El Zamorano, con vitroplantas de banano y plátano, bajo dos tratamientos: testigo y la aplicación de 50 g de Mycoral<sup>®</sup> en polvo al hoyo de siembra. Se contó con cuatro repeticiones en un diseño de bloques completamente al azar y se analizaron los parámetros de crecimiento (peso fresco, altura, dimensiones de hoja, número de raíces y peso seco), relación simbiótica (porcentaje de infección de la raíz y número de esporas en 1 ml de solución) y niveles nutricionales de la planta. Se observó que la aplicación de Mycoral<sup>®</sup> en plátano incrementa la tasa de crecimiento, expresado en:  $\text{Altura} = 5.49 + 0.218 \text{ peso} + 0.165 \text{ días} + 2.96 \text{ Mycoral}^{\text{®}}$ ; por el contrario, en banano no se observó efecto del Mycoral<sup>®</sup>:  $\text{Altura} = 4.93 + 0.447 \text{ peso} + 0.125 \text{ días} - 1.44 \text{ Mycoral}^{\text{®}}$ . En plátano se observaron diferencias significativas ( $P = 0.1$ ) a favor del testigo en el largo de la hoja, ancho de la hoja y peso seco de la parte aérea, y raíz corta y número de esporas por ml de solución para el tratamiento con Mycoral<sup>®</sup>. Para banano encontramos diferencias significativas, a favor del tratamiento con Mycoral<sup>®</sup>, en peso seco de la parte aérea y número de esporas por ml de solución. Al analizar los nutrientes de las plantas a los 120 días se observó una tendencia a que las plántulas con Mycoral<sup>®</sup> tenían más nutrientes, aunque sólo el azufre en banano fue mayor estadísticamente al usar Mycoral<sup>®</sup>. La aplicación de Mycoral<sup>®</sup> reduce los costos de mantenimiento en vivero en US\$ 0.14 por planta, teniendo un costo total de por planta de US\$ 1.75 comparado con US\$ 1.89 para el testigo, ya que alcanza la altura de transplante (25 cm) en menor tiempo.

**Palabras clave:** Análisis de regresión, micorriza.

## **NOTA DE PRENSA**

### **MYCORAL® UN BIOFERTILIZANTE EFICAZ EN PLANTACIONES DE PLATANO Y BANANO**

En la actualidad las nuevas tendencias del manejo de la agricultura nos esta llevando a mejorar el manejo del ambiente en que se desarrolla nuestra plantación y se están implementando nuevas practicas agronómicas. Mycoral® ya forma parte de la nueva tecnología de Biofertilizantes que se encuentran al alcance de los productores de plátano y banano, y demás cultivos. Este producto esta conformado por hongos benéficos que se asocian a la raíz del hospedero y forman una simbiosis, en la que la planta es la mas beneficiada al obtener una mejor absorción de nutrientes y agua.

Mycoral® esta conformado por materia inerte, en la que se encuentran las esporas de las micorrizas más eficientes en la aborcion de nutrientes y agua, y que serán las encargadas de colonizar la raíz de la planta.

En ensayos llevados a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, se encontró que su aplicación en vitroplantas que fueron sembradas en vivero, a razón de 50 gramos por planta, hubo un incremento en el desarrollo de las plantulas, logrando que estuvieran listas 18 días antes de las no aplicadas, que representaba un ahorro de US\$ 0.14 por planta y su respectivo incremento en la rotación de plantas al ano en el caso de viveros comerciales.

Para banano en esta etapa de vivero no hubo incremento en el desarrollo pero hay una notable absorción de nutrientes que al parecer serán reservados para una etapa posterior de crecimiento y producción.

Teniendo una opción mas de mejorar el manejo de nuestra plantación, Mycoral® se presenta como una alternativa válida para aplicar y contribuir al mejoramiento agronómico de nuestro campo.

---

Lcda. Sobeyda Alvarez

# CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras.....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
1.1.2 Objetivos generales.....	2
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 UBICACIÓN.....	3
2.2 MATERIALES.....	3
2.2.1 Material de siembra.....	3
2.2.2 Sustrato de siembra.....	3
2.2.3 Recipientes de siembra.....	3
2.2.4 Medio de inoculación.....	3
2.3 METODOLOGÍA.....	4
2.3.1 Siembra.....	4
2.3.2 Tratamientos.....	4
2.3.3 Medición de variables.....	4
2.3.4 Diseño experimental.....	4
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>6</b>
3.1 PLÁTANO.....	6
3.2 BANANO.....	8
3.3 ANÁLISIS DE COSTOS DE PLANTAS DE PLÁTANO.....	10
3.4 ANÁLISIS DE COSTOS DE PLANTAS DE BANANO.....	12

<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

1. Acción de Mycoral <sup>®</sup> en plántulas de plátano “Curare Enano” después de 120 días de permanecer en vivero bajo condiciones de Zamorano, Honduras, 2003.....	7
2. Absorción de nutrientes en plántulas de plátano “Curaré Enano” a los 120 días de establecimiento en vivero en Zamorano, Honduras, 2003.....	8
3. Absorción de nutrientes en plántulas de banano “Galil 7” a los 120 días de establecimiento en vivero. Zamorano, Honduras, 2003.....	9
4. Absorción de nutrientes en plántulas de banano “Galil 7” a los 120 días de establecimiento en vivero. Zamorano, Honduras, 2003.....	10
5. Costos de producción de plántulas de plátano “Curaré Enano” en vivero. Zamorano, Honduras, 2003.....	11
6. Análisis de costos para plantas plátano “Curare Enano” de 25 cm bajo diferentes tratamientos y pesos. Zamorano, Honduras, 2003.....	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Incremento de la altura bajo la influencia de Mycoral<sup>®</sup>, días de desarrollo y peso inicial de la plántula (valor en paréntesis), en plátano “Curaré Enano”..... 6
2. Comparación del aumento de altura de plantas de banano “Galil 7” bajo la influencia de Mycoral<sup>®</sup> vs. Testigo, influenciado por los días de desarrollo y peso inicial de la plántula..... 9

# 1. INTRODUCCIÓN

El plátano y banano son cultivos de mucha importancia en las zonas tropicales del mundo siendo un alimento que aporta gran cantidad de carbohidratos. Mayormente son de consumo humano, pudiendo también ser suministrado a animales; en algunos casos, se puede llegar a industrializar, como en el caso de África Oriental en la que es materia prima para la elaboración de cerveza (Terranova, 2001). Su origen procede del sudeste asiático, cerca de la India y las islas del Pacífico. Estas plantas tuvieron su origen con base en los cruces naturales de dos especies diploides, *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, las cuales dieron origen a más de 300 cultivares triploides. Los "nuevos" materiales son híbridos diploides y tetraploides entre estas subespecies. (INIBAP 2000).

Estas plantas se adaptan a regiones tropicales que poseen un clima húmedo y cálido. Su desarrollo ha beneficiado a regiones que van desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm (Ramos, 1999). La propagación vegetativa de estas plantas durante mucho tiempo fue una gran limitante para la extensión de su cultivo. En la actualidad, con la ayuda de la propagación *in vitro* se logra obtener miles de plantas de una pequeña porción de la planta madre de la variedad que mejor se adapta para la zona en que se desea sembrar.

La palabra micorriza es derivada del griego *mykes* que significa hongo y *rhiza* raíz. Las micorrizas entran en asociación con las raíces y ayudan a la absorción de nutrientes y agua. (Chavarría 1999). Hay dos clases de micorrizas: la ectomicorriza, cuya hifa se desarrolla alrededor de la raíz con una ligera penetración en el tejido de la misma; y la endomicorriza, cuyo micelio crece dentro del tejido de la raíz. Las micorrizas de las que tratamos en el presente trabajo son las endomicorrizas, más específicamente conocidas como micorriza vesículo-arbuscular (VAM) (Harley y Smith, 1983). Las micorrizas proveen a las plantas con las que se asocian, la ventaja de prevenir la colonización de hongos patógenos en la zona de la rizósfera (Rubio et al, 1997). La inoculación con hongos simbióticos proveen a las plantas el beneficio de poder aprovechar mejor los macro y micronutrientes del suelo, logrando con esto una mejor nutrición de las mismas, por ende una mejor predisposición a resistir ataques de patógenos (Bruehl, 1987).

Severn y Ellis (1998) manifiestan que en cultivos micropropagados, la VAM promueve su crecimiento y esto se ve reflejado en el tamaño y el vigor de sus raíces. Las micorrizas pueden influir en las plantas más allá de mejorar su nutrición, por ejemplo aumentan la producción de reguladores de crecimiento y mejoran el aprovechamiento del agua.

Existen estudios previos en musáceas micropropagadas, en los que se ha encontrado que hay un efecto positivo de la colonización de micorrizas, al reducir la infección causada

por *Fusarium oxisporum* (Pinochet et al, 1997). En Zamorano, la respuesta de plátano micropropagado fue buena en lo que se refiere a crecimiento y desarrollo; las plantas inoculadas presentaron mejor conformación y fueron más sanas que las no tratadas (Reyes, 2001).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Determinar el efecto de Mycoral® en el desarrollo de vitroplantas de banano “Galil 7” y plátano “Curaré Enano” en vivero.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Cuantificar la acción de Mycoral® sobre el crecimiento de raíces de plátano y banano.

Observar si el uso de Mycoral® reduce el tiempo de permanencia de las plantas en vivero, debido al incremento de su desarrollo.

Determinar la absorción efectiva de nutrientes del suelo de las plantas en el ensayo.

Establecer el grado de asociación de las micorrizas y las raíces de las plantas en el ensayo.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 UBICACIÓN**

El trabajo de investigación estuvo ubicado en un vivero en el Programa de Biofertilización de la Escuela Agrícola Panamericana. El vivero estaba hecho de una estructura de madera y un sarán de 50% de sombra, recubierto de plástico para prevenir problemas en la época lluviosa.

### **2.2 MATERIALES**

#### **2.2.1 Material de siembra**

Las plantas utilizadas en el trabajo de investigación fueron proporcionadas por la empresa Galil Tech, las cuales fueron desarrolladas por propagación *in vitro*. Se emplearon 248 plantas de banano “Galil 7” y 160 plantas de plátano “Curare Enano”.

#### **2.2.2 Sustrato de siembra**

Se realizó la mezcla de tierra y arena de río (2:1) proporcionada por la Zamoempresa de Servicios Forestales. Se hicieron análisis del medio para determinar la cantidad de macro y micro nutrientes existentes.

#### **2.2.3 Recipientes de siembra**

Las plantas se desarrollaron en bolsas para vivero de color negro de 25.4 cm de diámetro x 30.5 cm de largo x 0.10 cm de espesor.

#### **2.2.4 Medio de inoculación**

Se utilizó la fórmula comercial Mycoral® que contiene tres especies de micorrizas vesículo-arbusculares (*Glomus*, *Acaulospora* y *Entrophospora*) seleccionadas por su efectividad simbiótica con plantas afines.

## **2.3 METODOLOGÍA**

### **2.3.1 Siembra**

Previo a la siembra, las plantas fueron medidas en longitud y peso para establecer las cuatro repeticiones de los dos tratamientos en un diseño de bloques completamente al azar (BCA).

Dentro del bloque, el primer grupo de plantas correspondieron al Testigo, seguido de las plantas inoculadas con 50 gramos de Mycoral® al hoyo de siembra.

Los tratamientos fueron aplicados con la misma metodología tanto en las plantas de banano como las de plátano.

### **2.3.2 Tratamientos**

En los trabajos de investigación con ambas plantas (banano y plátano) se tuvo dos tratamientos, una réplica de testigo en cada bloque, teniendo así el siguiente orden:

- T1: Testigo sin Mycoral®
- T2: Con 50 gramos de Mycoral® polvo por planta.

### **2.3.3 Medición de Variables**

- Altura de pseudotallo (cm), desde la base del suelo hasta la formación de la V entre el cigarro y la primera hoja de la planta.
- Número de raíces por planta.
- Longitud de la raíz más larga (cm).
- Longitud de raíz más corta (cm).
- Peso seco del pseudotallo y hojas (en gramos).
- Peso seco de las raíces (en gramos).
- Longitud de la tercera hoja de la planta (cm).
- Ancho de la tercera hoja de la planta (cm).
- Porcentaje de infección de las raíces con micorrizas (en muestras de raíces analizadas en el Laboratorio de Biotecnología).
- Número de esporas (en 1 ml de solución acuosa del medio de crecimiento).
- Análisis foliar de nutrientes.

### **2.3.4 Diseño Experimental**

En el proyecto de investigación se empleó un diseño BCA, con cuatro repeticiones. Se midió cada 15 días la longitud de la planta, para analizar el efecto de los tratamientos en el crecimiento. Se determinó el efecto mediante una regresión lineal efectuada con el programa MINITAB®.

Los datos de rendimiento de peso seco y los niveles de nutrientes fueron analizados con el programa “Statistical Analysis System®” (SAS®) a través de un análisis de varianza (ANDEVA) para establecer las diferencias entre los dos tratamientos, complementado con una separación de medias (prueba Duncan) con un nivel de significancia de  $P < 0.10$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

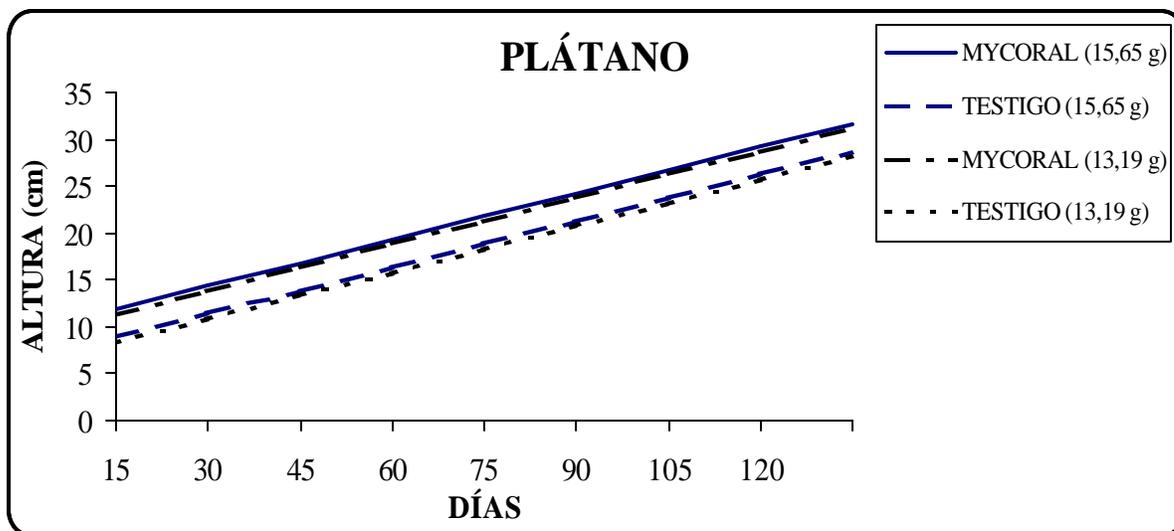
#### 3.1 PLÁTANO

Las plantas de plátano respondieron favorablemente al uso de Mycoral<sup>®</sup>. La ecuación siguiente presenta la regresión lineal de los efectos de Mycoral<sup>®</sup> en el incremento de la altura de la planta; siendo esta también afectada por el peso de la plántula y los días de desarrollo de la misma.

$$\text{Altura (cm)} = 5.49 + 0.218 \text{ peso} + 0.165 \text{ días} + 2.96 \text{ Mycoral}^{\text{®}} \quad (R^2 = 71.1 \% ; P = 0.1)$$

Donde:

- La altura es la medida desde la base de la planta hasta la “V” formada por las dos últimas hojas más jóvenes.
- El valor 5.49 es una constante para ajustar la ecuación al modelo lineal.
- El valor del peso inicial de la vitroplanta en gramos. El valor de la ecuación indica que por cada gramo adicional de peso de la plántula, se incrementará la altura en 0.218 cm.
- Los días en la ecuación, se refieren al tiempo que pasan las plántulas en el vivero; el valor indica que por cada día en el vivero, la altura de la planta aumentará en 0.165 cm.
- Mycoral<sup>®</sup>, se refiere al efecto del inóculo VAM con un aumento de 2.96 cm sobre el testigo (Figura 1).



**Figura 1.** Incremento de la altura bajo la influencia de Mycoral<sup>®</sup>, días de desarrollo y peso inicial de la plántula (valor en paréntesis), en plátano “Curaré Enano”.  $\text{Altura (cm)} = 5.49 + 0.218 \text{ peso} + 0.165 \text{ días} + 2.96 \text{ Mycoral}^{\text{®}} \quad (R^2 = 71.1 \% ; P = 0.1)$

Las plántulas de plátano listas para la siembra en campo necesitan tener una altura mínima de 25 cm. Para llegar a esta altura, con el uso de Mycoral<sup>®</sup> se necesita aproximadamente 80 días. En el testigo altura se necesitaron 98 días; por lo tanto se estaría ahorrando 18 días con Mycoral<sup>®</sup>. Con Mycoral<sup>®</sup> se tendría una rotación de plantillas mayor y se estaría reduciendo costos de mantenimiento de estas plantas.

Al alcanzar el 50% de las plantas una altura mayor de 25 cm, se procedió a la selección de tres plantas de cada tratamiento por cada repetición. Del análisis de todas las variables, resultó que en la mayoría el tratamiento con Mycoral<sup>®</sup> tuvo una respuesta favorable con relación al desarrollo del plátano. Sin embargo, solo se encontraron diferencias estadísticas en la longitud de la raíz más corta en un 70.0% ( $P = 0.002$ ), y en el número de esporas en 176.3% ( $P = 0.002$ ), superior al testigo. En el caso de la raíz más corta, la diferencia puede deberse a que las raíces mantienen una mejor condición sanitaria en comparación al testigo; la misma tendencia se observó en la raíz más larga. En cuanto al número de esporas fue con Mycoral<sup>®</sup>, aunque se tuvo presencia de micorriza nativa proveniente de la tierra usada para la elaboración de sustrato (Cuadro 2).

Para la absorción de nutrientes de las plántulas no se encontraron diferencias significativas pero si observamos tendencias de la mayor absorción al aplicársele el tratamiento de Mycoral<sup>®</sup> en P, K, S y Cu pudiendo deberse a que para esta etapa de desarrollo la planta no requiere mayores reservas de los mismos, esperándose una mejor respuesta en campo. Se recalca que no se realizó ningún tipo de aplicación de fertilizante (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Acción de Mycoral<sup>®</sup> en plántulas de plátano “Curare Enano” después de 120 días de permanecer en vivero bajo condiciones de Zamorano, Honduras, 2003.

Tratamiento	Largo hoja	Ancho hoja	Raíz larga	Raíz corta	No. Raíces	Parte aérea	Raíces	N. E.	Infección raíces %
	Centímetros					Peso seco (g)			
<b>Testigo</b>	25.8	12.9	67.2	5.0	21.8	9.1	5.9	11.8	31.5
<b>Mycoral<sup>®</sup></b>	24.2	11.9	71.1	8.5	23.8	6.3	6.3	32.6	44.7
<b>Prob</b>	0.04	0.04	0.55	0.002	0.63	0.02	0.95	0.002	0.17

N.E. = número esporas. Prob será la probabilidad de que ocurran esas diferencias. El análisis se hizo con una prueba Duncan  $P = 0.1$ .

**Cuadro 2.** Absorción de nutrientes en plántulas de plátano “Curaré Enano” a los 120 días de establecimiento en vivero en Zamorano, Honduras, 2003.

Trat	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Testigo	1.96	0.19	3.59	0.59	0.31	0.20	4.00	71.67	941.67	17.00	30.33
Mycoral <sup>®</sup>	1.93	0.28	3.65	0.56	0.30	0.21	4.25	61.25	856.25	15.75	27.50
Prob <sup>®</sup>	0.83	0.41	0.83	0.90	0.96	0.89	1.00	0.35	0.63	1.00	0.60

<sup>®</sup> Probabilidad de que existan diferencias significativas. El análisis se hizo con una prueba Duncan P= 0.1.

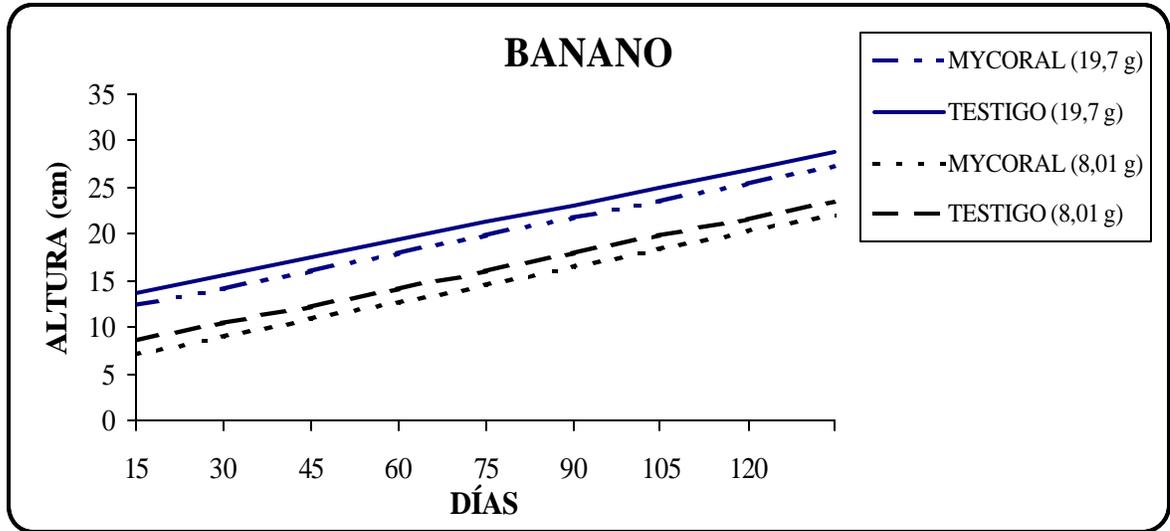
### 3.2 BANANO

El crecimiento de las vitroplantas de banano en vivero se puede explicar mediante el modelo de regresión lineal aplicado a la altura de las plantas:

$$\text{Altura (cm)} = 4.93 + 0.447 \text{ peso} + 0.125 \text{ días} - 1.44 \text{ Mycoral}^{\text{®}} \quad (R^2 = 66.9\%; P= 0.1)$$

Donde:

- La altura es la medida desde la base de la planta hasta la “V” formada por las dos últimas hojas más jóvenes.
- El valor 4.93 es una constante para ajustar la ecuación al modelo lineal.
- El valor del peso inicial de la vitroplanta (gramos) nos indica que por cada gramo adicional de peso de la plántula, se incrementará en 0.447 cm.
- Los días mencionados en la ecuación, se refieren a los que se encuentra la plántula en el vivero, y el valor que lo acompaña indica que por cada día en el vivero, la altura aumentará en 0.125 cm.
- Mycoral<sup>®</sup> se refiere al efecto del inoculo VAM, y que en este caso es de -2.96 cm, y para el testigo tendrá un valor de 0. Podemos decir entonces, que Mycoral<sup>®</sup> no aumenta el crecimiento de la planta de banano en esta etapa de desarrollo (Figura 2).



**Figura 1.** Comparación del aumento de altura de plantas de banano “Galil 7” bajo la influencia de Mycoral® vs. Testigo, influenciado por los días de desarrollo y peso inicial de la plántula.  $Altura (cm) = 4.93 + 0.447 \text{ peso} + 0.125 \text{ días} - 1.44 \text{ Mycoral}^{\circledR}$  ( $R^2 = 66.9\%$ ;  $P = 0.1$ )

Al llegar a la altura de siembra en campo (25 cm), se procedió a la toma de datos de las variables de crecimiento. A pesar de que en la mayoría de éstas hay una mejor respuesta al tratamiento con Mycoral® sus resultados son únicamente significativos para el peso seco parte aérea en un 15.9 % ( $P = 0.09$ ) y el número de esporas en 224.7 % ( $P = 0.0001$ ). Esto puede deberse a la presencia de micorriza nativa de la tierra usada en el sustrato (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Absorción de nutrientes en plántulas de banano “Galil 7” a los 120 días de establecimiento en vivero. Zamorano, Honduras, 2003.

Tratamiento	Largo	Ancho	Raíz	Raíz	No. Raíces	Parte	Raíces	N. E*.	Infección
	hoja	hoja	larga	corta		aérea			
	Centímetros					Peso seco (g)			%
<b>Testigo</b>	23.5	11.0	55.0	7.25	23.3	8.8	6.8	9.7	54.8
<b>Mycoral®</b>	23.8	11.5	54.0	5.1	21.8	10.2	7.2	31.5	64.8
<b>Prob</b>	0.79	0.41	0.85	0.17	0.23	0.09	0.54	0.0001	0.15

\* N.E.= Número de esporas. Prob será la probabilidad de que ocurran esas diferencias. El análisis se hizo con una prueba Duncan  $P = 0.1$ .

En el caso del análisis de nutrientes para banano tenemos que el tratamiento con Mycoral<sup>®</sup> favorece la absorción de los mismos, a pesar de que solo se manifestó diferencia significativa en el caso de azufre (Cuadro 4).

### 3.3 ANÁLISIS DE COSTOS PLÁTANO

Para el análisis de costos tomamos en cuenta un vivero con capacidad para 1500 plantas de las que se espera una pérdida del 5 % por diversas causas, con esto tendríamos una cantidad suficiente para sembrar una hectárea del cultivo.

Los resultados de este análisis indican que los costos fijo para una planta serán de US\$ 1.09, los costos variables de US\$ 1.01, dándonos un costo total de US\$ 2.1(Cuadro 5).

Más detalladamente podemos notar que para lograr una planta lista para ser transplantada con 25 cm cuyo peso inicial sea de 15.65 g y con los dos tratamientos usados, Testigo y Mycoral<sup>®</sup> necesitamos 98 y 80 días respectivamente, y para el caso de las plantas de peso promedio de 13.19 g necesitará 101 y 83 días, teniendo costos fijos por US\$ 1.09, costos variables de US\$ 0.008 por día, pudiendo decir que bajo el tratamiento de Mycoral<sup>®</sup> llegamos a tener listas las plantas 18 días antes que sin su aplicación, logrando un ahorro de US\$ 0.14 por planta y una ahorro total por ciclo de US\$ 210, que representa un 8.24 % de los costos totales (Cuadro 6).

**Cuadro 4.** Absorción de nutrientes en plántulas de banano Galil 7 a los 120 días de establecimiento en vivero. Zamorano, Honduras, 2003.

Tratamiento	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
<b>Testigo</b>	1.81	0.20	3.39	0.39	0.25	0.21	5.50	61.75	611.25	15.50	28.00
<b>Mycoral<sup>®</sup></b>	1.93	0.26	3.57	0.39	0.26	0.23	6.00	67.50	547.25	17.50	28.50
<b>Prob</b>	0.45	0.16	0.21	0.99	0.25	0.03	0.39	0.40	0.33	0.45	0.79

Prob es la probabilidad de que existan diferencias significativas. El análisis se hizo con una prueba Duncan P= 0.1

**Cuadro 5.** Costos de producción de plántulas de plátano “Curaré Enano” en vivero. Zamorano, Honduras, 2003.

	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio/unidad US\$</b>	<b>Precio total US\$</b>
<b>COSTOS FIJOS</b>				
<b>Equipos y materiales</b>				
Tierra y arena	22.5	Metro cúbico	0.20	4.50
Bolsas plásticas	18.75	Libra	0.75	1.88
Plántulas	1500	Plántula	1.00	1500.00
<b>Subtotal</b>				<b>1506.38</b>
Herramientas	1	Unidad	12.20	12.20
<b>Subtotal</b>				<b>12.20</b>
<b>Mano de obra</b>		<b># horas /hombre</b>	<b>US\$ / hora</b>	<b>Total US\$</b>
Secado y colado de tierra		15	0.52	7.80
Secado y colado de arena		15	0.52	7.80
Cargado y descargado de troco		5	0.52	2.60
Llenado de bolsas		11	0.52	5.72
Siembra e inoculación		11	0.52	5.72
<b>Subtotal</b>				<b>29.64</b>
<b>Total costos fijos</b>				<b>1548.22</b>
<b>Costo fijo/planta*</b>				<b>1.09</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio/unidad US\$</b>	<b>Precio total US\$</b>
Renta invernadero	120	Día	1.79	214.80
Micorriza	75	Kg	1.18	88.50
<b>Subtotal</b>				<b>289.80</b>
<b>Mano de obra</b>			<b>US\$ / hora</b>	<b>Total US\$</b>
Labores invernadero	900	Horas/hombre	0.52	468.00
Riego	900	Horas/hombre	0.52	468.00
Técnico encargado	80	Horas/hombre	2.67	213.60
<b>Subtotal</b>				<b>1,149.60</b>
<b>Total costos variables</b>				<b>1,439.40</b>
<b>Costo variable/planta*</b>				<b>1.01</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>2,987.62</b>
<b>TOTAL COSTO / PLANTA*</b>				<b>2.10</b>

\* Se toma en cuenta una pérdida de plantas de un 5% por diversos motivos.

**Cuadro 6.** Análisis de costos para plantas platano “Curare Enano” de 25 cm bajo diferentes tratamientos y pesos. Zamorano, Honduras, 2003.

	Peso 15.65 g.		Peso 13.19 g.		Promedio	
	Testigo	Mycoral <sup>®</sup>	Testigo	Mycoral <sup>®</sup>	Testigo	Mycoral <sup>®</sup>
<b>Días</b>	98	80	101	83	100	82
<b>Costo Fijo US\$ 0.009</b>	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
<b>Costo Variable US\$ 0.008 / día</b>	0.78	0.64	0.81	0.66	0.80	0.66
<b>Costo Total</b>	1.87	1.73	1.90	1.75	1.89	1.75

El dato de días se refiere a los que se tarda para llegar a la altura de 25 cm para ser transplantada a campo; los pesos son los promedios de las plántulas de mayor y menor tamaño; los costos tienen su valor por día de permanencia en el vivero.

### 3.4 ANÁLISIS DE COSTOS DE PLANTAS DE BANANO

Las plantas de banano no se observó respuesta favorable al tratamiento con Mycoral<sup>®</sup> llegando las plantas testigo a la altura deseada a los 90 días, mientras con Mycoral<sup>®</sup> tarda 102 días resultando desfavorable para una actividad comercial.

## 4. CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados mencionados podemos concluir lo siguiente para el caso de plátano:

La aplicación de Mycoral<sup>®</sup> favorece el desarrollo de las plantas de plátano, las cuales pueden estar listas para trasplante 18 días antes que el testigo. Por tanto con Mycoral<sup>®</sup> se puede tener un ahorro de US\$ 0.14 por planta en una explotación comercial, es decir, un 8.24 % de los costos totales. El mayor peso de la plántula al trasplante en bolsa favorece el crecimiento, aumentando 0.218 cm por cada gramo extra de peso.

En plátano, las variables de crecimiento en su mayoría resultaron a favor de Mycoral<sup>®</sup>, a pesar de que resultaron significativos al análisis estadístico sólo para longitud de raíz corta y número de esporas con una  $P= 0.1$ , por lo que podemos decir que el uso de Mycoral<sup>®</sup> resulta beneficioso para el desarrollo de la planta.

En la absorción de nutrientes no encontramos diferencias significativas a favor del tratamiento con Mycoral<sup>®</sup>, sin embargo tenemos una buena respuesta por parte de P, K, S y Cu superior al testigo pudiendo explicarse debido a la menor necesidad de éstos para esta etapa de desarrollo del cultivo.

En banano tenemos que en la aplicación de Mycoral<sup>®</sup> no afecta en el aumento de altura teniendo mejores resultados el testigo. Esto se debe a que las condiciones climáticas de Zamorano no son las óptimas para el cultivo. Además, en el rango de edad evaluada no encontramos diferencias significativas, sin embargo, estas diferencias podrían presentarse en una edad posterior de la planta; esto es sugerido debido a que se observa una mayor absorción de nutrientes con el tratamiento de Mycoral<sup>®</sup>, lo cual podría resultar en incrementos de rendimiento posteriores.

Las variables de crecimiento en banano en su mayoría fueron superiores para el caso de Mycoral<sup>®</sup>, a pesar de que sólo resultaron significativos el peso seco de la parte aérea y el número de esporas, pudiéndose deber a un mejor estado sanitario de las raíces y la presencia de micorriza nativa en el suelo además de la aplicada en el Mycoral<sup>®</sup>. Estas variables no influenciaron en un mayor crecimiento de la planta, que es confirmado con la regresión lineal.

La absorción de nutrientes en banano es mejor en la mayoría de los nutrientes a pesar de que solo se manifiestan diferencias significativas en Azufre, como ya se mencionó antes, puede deberse a que su aprovechamiento máximo se llegue a dar en posteriores etapas de desarrollo.

## **5. RECOMENDACIONES**

1. Para incrementar los beneficios de la asociación de las plántulas de plátano y banano con Mycoral<sup>®</sup> se debe hacer una inoculación a nivel de laboratorio, repetirla en el vivero y finalmente en el establecimiento en campo.
2. Mejorar el manejo de la fertilización para establecer cual es la mejor combinación de nutrientes para una asociación efectiva de las micorrizas con la planta.
3. Para el caso de banano, se deben validar los resultados en una zona climática más favorable para el desarrollo de las plantas, y por ende maximizar los efectos de Mycoral<sup>®</sup>.
4. La aplicación de Mycoral<sup>®</sup> en plántulas de plátano propagadas in vitro resulta beneficiosa, sobre todo en plántulas de buen crecimiento (tamaño y vigor), pudiéndose alcanzar el desarrollo deseado para trasplante en menor tiempo.
5. Debido a que el ensayo cubrió una etapa temprana de desarrollo de la planta y que existen variables, como absorción de nutrientes, que dan a notar una posible respuesta posterior de las plantas tratadas con Mycoral<sup>®</sup> es fundamental evaluar los tratamientos hasta la cosecha en ensayos futuros.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Belalcázar, S. 2000. Producción comercial del plátano en Escuela Agrícola Panamericana. Ed. W. Melara, O. Avila, M. Bustamante. s.n.t. El Zamorano, Honduras. 108 p.

Bruehl, G.W. 1987. Soilborne plant pathogens. New York, USA. Mc Millan Publishing Company. 253 p.

Calla, B. 2002. Efectos del uso de Mycoral® durante la aclimatación y endurecimiento de plátano (*Musa spp*) “Cuerno” y “FHIA-20” producidos a partir de ápices meristemáticos. Tesis Lic. Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 33 p.

Chavarría, M. 1999. Uso de las micorrizas en la agricultura. *In* Curso de Biología de Suelos, CIA-UCR. AGROPO. S.n.t. San José, Costa Rica.. p. 29-59.

Harley, J.L.; Smith, S.E. 1983. Mycorrhizal symbiosis. London, United Kingdom. Academic PRESS. 129 p.

INIBAP. 2000. Production of Bananas and Plantains *In* Latin America an the Caribbean (en línea). Disponible en [http://www.inibap.org/network/lacproduction\\_eng.html](http://www.inibap.org/network/lacproduction_eng.html)

Pinochet, J.; Fernández, C.; Jaizme, M. C., Tenoury, P. 1997. Micropropagated Banana Infected with *Meloidogyne javanica* Responds to *Glomus intraradices* and Phosphorus. *In* Hort Science. 32 (1): 1001-103.

Ramos, C. 1999. Arboricultura. *In* Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Barcelona, España. Grupo Editorial Océano. 1032 p.

Reyes, B. 2001. Uso de L-Cisteína y ácido ascórbico para el control de la oxidación durante el establecimiento y la multiplicación *in vitro* de ápices meristemáticos de tres cultivares de plátano (*Musa spp.*) incubados bajo condiciones de luz y oscuridad. Tesis Lic. Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 52 p.

Rubio, R.; Cepeda, M.; Borie, F.; Contreras, A. 1997. Efecto de hongos micorrizógenos arbusculares sobre crecimiento de algunas hortalizas en almácigo y posterior transplante. *Agricultura Técnica Chile* 57(3): 161-168.

Sabio, C.; Salgado, C.; Salgado, V.; Sáenz, V. 2001. Manual del cultivo de banano. s.n.t. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 78 p.

Severn, A.; Ellis, A. 1998. Aplicación de biotecnología para el mejoramiento de los cultivares de banano en Sudáfrica. MUSARAMA: Boletín Bibliográfico Internacional sobre Bananos y Plátanos Francia (13)1:8.

Terranova, 2001. Producción agrícola 1. *In* Enciclopedia Agropecuaria. 2 ed. Bogotá, Colombia. Terranova Editores, Ltda. 284 p.