

**Efecto de los hongos micorrizógenos arbusculares y el fitomas E sobre el rendimiento de la yuca.**

**Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and Fitomas E and on yield of cassava.**

**Autores:** Ing. Yolais Borrero-Reynaldo, Dr C. Luperio Barroso-Frómata, M Sc. Yaquelin Puchades-Izaguirre, M Sc. Alegna Rodríguez-Fajardo, Tec. Edilberto Morales-Isaac.

**Organismo:** Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar "Oriente-Sur" (ETICA), Guantánamo, Cuba, Universidad de Guantánamo; "Facultad Agroforestal de Montaña" (UG; FAM), Cuba.

E-mail: [yborrero@etica.ciges.inf.cu](mailto:yborrero@etica.ciges.inf.cu)

**Resumen.**

En áreas experimentales de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar en la provincia Santiago de Cuba, se desarrollaron dos experimentos con el objetivo de evaluar el comportamiento del cultivo de la yuca con aplicaciones de los hongos micorrizógenos arbusculares y el fitoestimulante FitoMas E. Los experimentos se realizaron sobre un suelo Pardo Sialítico. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. Para el estudio de los datos se realizó un análisis de varianza de clasificación doble. Las medias fueron comparadas mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey. Todos los análisis estadísticos fueron procesados por el paquete estadístico STATISTICA v 6.0. Se determinó que los mayores resultados se obtuvo cuando se combinaron los hongos micorrizógenos arbusculares + FitoMas E en el segundo año con una ganancia de \$19 216.12 y relación beneficio / costo de \$ 4.39.

**Palabras clave:** yuca; hongos Micorrizógenos Arbusculares; FitoMas E.

**Abstract.**

In experimental areas of the Territorial Station of Investigations of the Cane of Sugar, county Santiago from Cuba, two experiments were developed with the objective of evaluating the behavior of the cultivation of the yucca with applications of the Hongos Micorrizógenos Arbusculares and the fitoestimulante FitoMas E, the experiments were carried out under unirrigated land conditions on a floor Brown sialítico. A design of blocks was used at random with four treatments and four replicas and samples of ten plants for replicas. To the data they were carried out an Analysis of Variance of double classification to detect significant differences among treatments. The stockings were compared by means of the test of comparison of multiple ranges of Tukey. All the statistical analyses were processed by the statistical package STATISTICA v 6.0. It was determined that in the variable of growth (height and fresh biomass to foliate) and yield the biggest results were obtained when he combined the Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) + FitoMas E in both years, with a gain of \$19 216.12 and relationship benefit / cost of \$4.39.

**Keywords:** manihot sculenta; fungus mycorrhizae; FitoMas E.

## **Introducción.**

En los últimos 40 años en Cuba, las recomendaciones de fertilizantes minerales para las raíces y tubérculos han pasado por tres etapas fundamentales. La primera se caracterizó por la utilización de sistemas de fertilización ineficiente, que si bien incluían dosis basadas en la experiencia práctica de los productores, no se encontraban ajustados por tipos de suelos y los niveles de disponibilidad de nutrientes de estos. Una segunda etapa representada por la introducción de las investigaciones realizadas por el Servicio de Suelos y Agroquímica, organizada por la Dirección Nacional de Suelos. En la tercera etapa se produjo una reducción drástica de la adquisición y aplicación de fertilizantes minerales, como consecuencia del período especial (MINAGRI, 2006).

La imperante necesidad de buscar vías que mejoren la eficiencia en utilización de los fertilizantes minerales, y el auge adquirido en la implantación de tecnologías cada vez más respetuosas del ecosistema y los recursos naturales, han dado nueva vida e impulso notable a la idea del uso de los biofertilizantes y fitoestimulantes. La eficiencia de los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) se encuentra condicionada por múltiples factores vinculados al dinamismo del sistema suelo-planta y la simbiosis en diferentes cultivos, dentro de los cuales se encuentra la yuca. Varios investigadores han dedicado su atención al papel de los HMA en la nutrición vegetal (Sánchez *et al.* 2000).

El FitoMas E es un producto derivado de la industria azucarera cubana, es un fitoestimulante creado a base de sustancias bioquímicas de alta energía propias de los vegetales superiores, compuesto por aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos bioactivos. Se ha reportado el uso de este producto en diversos cultivos con resultados significativos en cuanto a rendimiento, incremento del vigor de las plantas y la protección frente a los eventos estresantes (Montano, 2008).

Sin embargo, no se aprovecha el efecto producido por los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) y el FitoMas E en el cultivo de la yuca. Para cumplimentar esta afirmación se planteó como objetivo evaluar el efecto individual y combinado de los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y el fitoestimulante FitoMas E sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la yuca en un suelo Pardo Sialítico.

## **Desarrollo.**

### **Materiales y métodos**

La investigación estuvo formada por 2 experimentos, los que se ejecutaron durante 2 años en áreas experimentales de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Oriente Sur, ubicada a 13<sup>o</sup> 45' 60" de latitud Norte y de 00<sup>o</sup> 39' 79" y longitud Oeste. Localidad "Los Coquitos", municipio Palma Soriano, provincia Santiago de Cuba. Las condiciones climáticas fueron favorables para el desarrollo del cultivo de la yuca, las precipitaciones mostraron diferencias de 181.5 m.m. Las temperaturas presentaron un comportamiento similar en los dos años, entre los 18 a 32 °C, valores que son favorables para un buen desarrollo foliar y de las raíces tuberosas. (INIVIT 2008). El parámetro de la humedad relativa tuvo un comportamiento variable, observándose un descenso en los períodos secos e incrementándose en los lluviosos.

Las investigaciones se realizaron sobre suelo Pardo Sialítico Cálscico según la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.* 1999), siendo suelos representativos de las condiciones edáficas en que se desarrollan estos cultivos en Cuba.

Para ambos experimentos se utilizó el clon de yuca Selección Holguín, el marco de plantación empleado fue 0,80 x 1, 40 m, con un total de 8929 estacas.ha<sup>-1</sup> en canteros de 20-25 cm de altura (INIVIT, 2008). La cosecha se realizó a los 10 meses, se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y cuatro réplicas, los tratamientos evaluados se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Tratamientos evaluados en cada experimento durante los años 2008 y 2009.**

<u>No.</u>	<u>Tratamientos</u>	<u>Dosis</u>
T1	Testigo Absoluto	=
T2	Aplicación de HMA	13 kg.ha <sup>-1</sup>
T3	Aplicación de FitoMas E	2 L.ha <sup>-1</sup>
T4	Aplicación de HMA + FitoMas E	13 kg.ha <sup>-1</sup> +2 L.ha <sup>-1</sup>

**Leyenda:** HMA: Hongos Micorrizógenos Arbusculares.

### **Evaluaciones realizadas**

- Número de raíces comerciales (U.planta<sup>-1</sup>)
- Longitud de las raíces comerciales por planta (cm.planta<sup>-1</sup>)
- Rendimiento comercial (t.ha<sup>-1</sup>)

Los datos fueron procesados estadísticamente de acuerdo al diseño experimental empleado, a través del análisis de varianza de clasificación simple, para detectar diferencias significativas entre tratamientos. Las medias fueron comparadas mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey. Todos los análisis estadísticos fueron asistidos por el paquete estadístico STATISTICA v 6.0 en ambiente Windows.

### **Evaluación económica**

El análisis económico de los resultados se realizó según Metodología propuesta por la FAO (1980) y se evaluaron los siguientes indicadores:

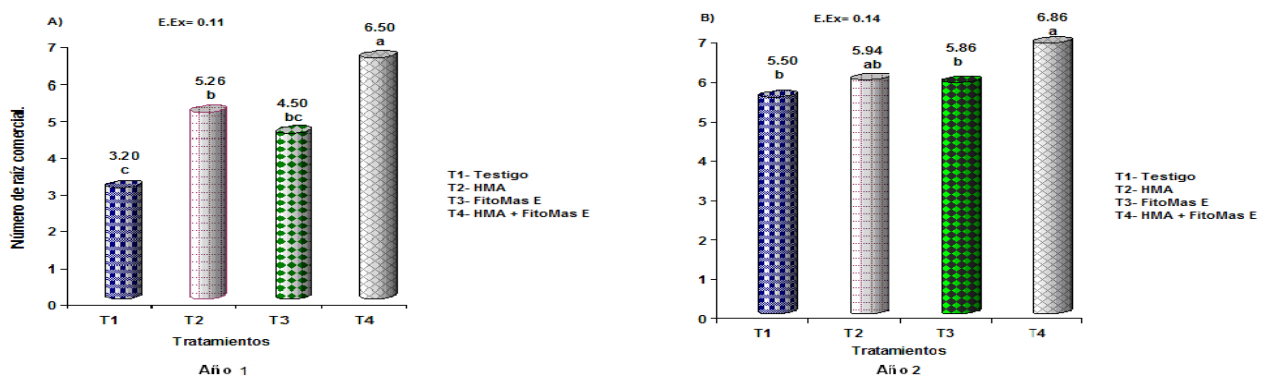
- Costo de producción (\$.ha<sup>-1</sup>), (Cp)
- Valor de la producción (\$.ha<sup>-1</sup>), (Vp)
- Ganancia (\$.ha<sup>-1</sup>), (G)
- Costo por peso (\$), (C/P):
- Relación Beneficio/Costo (\$), (B/C)

### **Resultados y discusión**

La Figura 1 representa la influencia de los diferentes tratamientos en el número de raíces comerciales en dos años de estudio; el mejor tratamiento resultó ser la combinación del HMA + FitoMas E, ya que en el año 2008 presentó diferencias significativas sobre todos los tratamientos en estudio y en el año entrante fue superior al testigo.

El número de raíces comerciales más bajo se registró en el testigo para ambos años, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Speck (2008) cuando reportó un incremento en el número de raíces al evaluar la aplicación de HMA en el cultivo de la yuca en el clon Selección Holguín.

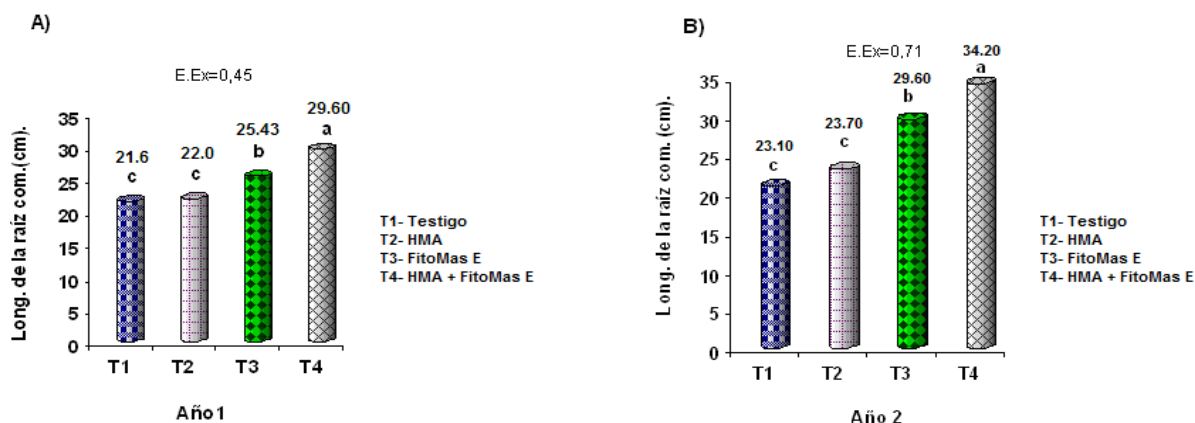
Estos resultados corroboran lo encontrado por Montano *et al.* (2007) cuando demostró que el empleo del FitoMas-E potencia la acción de los preparados biológicos, no es dañino para la microbiota del suelo e incrementa la misma en la rizosfera; también señalaron que la fertilidad del suelo constituye un factor importante en el funcionamiento de las micorrizas nativas del suelo. En estudios realizados por Hernández, (2007), sobre el efecto del FitoMas-E en la empresa de cultivos varios de Batabanó, en los cultivos de Ají cachucha, fruta bomba y guayaba reportó incrementos del número de frutos por planta y aumento del rendimiento.



**Figura. 1 Influencia de los HMA y FitoMas E sobre el número de raíces comerciales. [E.Ex: Error estándar de la media].**

Los resultados del efecto simple y combinado de los HMA y el FitoMas E sobre la longitud de la raíz se presentan en la figura 2. Para ambos años la combinación de los HMA + FitoMas E fue el mejor tratamiento, significativamente superior al resto, seguido de T3; Los tratamientos T2 y T1 se comportaron similar con los valores más bajos en esta variable. Estos datos corroboran el carácter repetitivo de los resultados en el tiempo, ya que existió un efecto completamente reproducible de los mismos en los diferentes años en que se realizaron los experimentos.

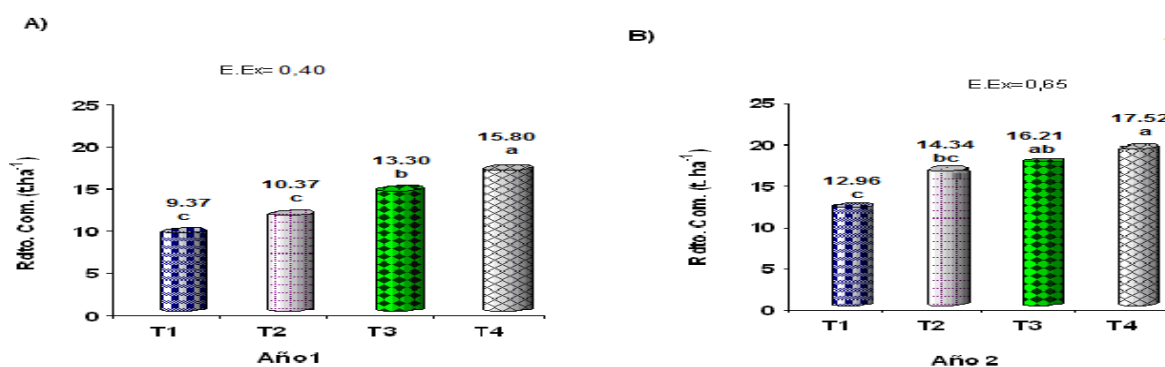
Shagarodsky, (2006), estudió el efecto del FitoMas E en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum*) y apreció que con este biostimulante se logró una mayor longitud promedio de vainas por planta, así como un rendimiento por planta mucho más elevado con respecto al control. También en cebolla, (variedad Grano 2000 F1), Almenares, (2007) estudió el efecto de tres dosis de FitoMas E (1.0 L/ha, 1.5 L/ha y 2.0 L/ha) en condiciones de producción, los resultados crecen con las dosis, con incrementos de 2%, 5.6% y 16% respectivamente, así el FitoMas E permite obtener bulbos de mayor tamaño.



**Figura 2.** Influencia de la aplicación de los HMA y el FitoMas E sobre la longitud de la raíz comercial. [E.Ex: Error estándar de la media].

La Figura 3 muestra los resultados del efecto simple y combinado de los HMA y el FitoMas-E sobre el rendimiento en el cultivo de la yuca en los dos años de estudio. El mejor tratamiento continuó siendo la combinación de HMA + FitoMas-E, que resultó ser significativamente superior al resto de los tratamientos en el primer año, pero sin diferencia significativa con el FitoMas-E en el segundo año. En el caso del tratamiento testigo se puede observar que tanto el rendimiento como las demás variables los valores son los más bajos.

Zuaznábar (2005) y Díaz, (2007), llevaron a cabo varios estudios en el cultivo de la caña de azúcar en todas las cepas, sobre las variedades económicamente más importantes y en los suelos más representativos bajo condiciones climáticas diversas. Nacionalmente el promedio del incremento del rendimiento agrícola fue de 12.06 y 5.45 t.ha<sup>-1</sup>, que representan incrementos de 37.05 % y 18.44 % respectivamente, en comparación con el testigo sin FitoMas-E y todas las demás condiciones iguales.



**Figura. 4:** Efecto de los HMA y el FitoMas E sobre el rendimiento. [E.Ex: Error estándar de la media].

Como muestran los resultados (Tabla 2), el mejor tratamiento fue HMA + FitoMas E, que es el que ofrece los mejores indicadores de rentabilidad en los dos años analizados, debido a que ofrece mayor rendimiento de la producción. En las tres variantes se superan

significativamente los resultados obtenidos por el tratamiento testigo, donde el costo por peso es más alto y el beneficio costo es menor, aunque no se tienen pérdidas en este tratamiento.

Al utilizar estos procedimientos aumentaron los rendimientos y con ello las utilidades, por lo que se le sugiere al productor utilizar el tratamiento donde se combinan los MHA + FitoMas E.

Los costos se incrementan en la utilización del MHA + FitoMas E por la combinación de los dos productos, se obtienen las mayores utilidades y el costo por peso da como resultado que por cada peso de ingreso se gastó \$ 0.23 (2008) y \$ 0.19 (2009), respectivamente.

Al calcular la relación Beneficio - Costo dio como mejor resultado la utilización del MHA + FitoMas E, ya que por cada peso invertido se obtuvo utilidades de \$3.27 (2008) y \$4.39 (2009) respectivamente.

**Tabla 2. Análisis económico de la aplicación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares y FitoMas E, en el cultivo de la yuca.**

Tratamientos	Año 1					Año 2				
	Cp (\$ . ha <sup>-1</sup> )	Vp (\$ . ha <sup>-1</sup> )	G (\$ . ha <sup>-1</sup> )	C/P (\$)	B/C (\$)	Cp (\$ . ha <sup>-1</sup> )	Vp (\$ . ha <sup>-1</sup> )	G (\$ . ha <sup>-1</sup> )	C/P (\$)	B/C (\$)
(Testigo)	4300,7	11928	7627,3	0,36	1,77	5958,9	13214,9	7256,09	0,45	1,22
(HMA)	4365,7	12978	8612,3	0,34	1,97	4365,7	17157,0	12791,3	0,25	2,93
(FitoMas E)	4307,5	15015	10707,5	0,29	2,49	4312,38	20895,5	16383,12	0,21	3,80
(HMA + FitoMas E)	4372,5	18679,5	14307	0,23	3,27	4377,38	23593,5	19216,12	0,19	4,39

**Conclusiones.**

1. La combinación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) +FitoMas E produce los mejores rendimientos en los dos años de estudio.
2. La mejor respuesta económica se obtuvo con la combinación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares + FitoMas E y las ganancias asociadas a este resultado alcanzan valores de \$14 307 y una relación beneficio / costo de \$3.27 en el primer año y para el segundo una ganancia de \$19 216.12 y relación beneficio / costo de \$ 4.39.

**Bibliografía.**

Almenares, R. (2007). *Efecto del FitoMas E en el cultivo de la cebolla (Allium cepa L.)*. Unpublished Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria de La Habana.

al., R. e. (2001). *Tecnología Integral para la producción de yuca (Manihot esculenta Crantz) en Cuba*.

Díaz, J. C. (2007). *Rendimiento de los lotes control - extensiones de los bioestimulantes FitoMas E, Enerplant y Vitazime en la zafra 2007. Informe interno*.

Hernández, A. P., J., Bosch., Rivero, L. D. (1999.). *Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana*.

- Hernández, J. (2007). *Aspectos cualitativos evaluados por productores en la Empresa de Cultivos Varios de Batabanó en algunos cultivos donde se aplicó FitoMas E. Informe al proyecto ramal del MINAZ.*
- Hernández, Y. (2005). Aspectos relacionados con las bases bioquímicas de la simbiosis micorrízica arbuscular. *Cultivo Tropicales*, 26(1), 11-19.
- INIVIT. (2008). *Instructivo Técnico del cultivo de la yuca.*
- Montano, M. (2008). *FitoMas E. Bionutriente Derivado de la Industria azucarera, Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental.*
- Montano, R. R. Z., A. García, Mabel Viñals Y J. Villar. (2007). *FitoMas E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera.* Ciudad de la Habana.
- Sánchez, C. R. R. C. G. R. C. R. H. Y. M. V. (2000). Efecto de la inoculación de HMA sobre la producción de posturas de cafetos en tres tipos de suelos del macizo montañoso de Guamuaya. *Cultivos Tropicales*, 21(3), 5-13.
- Shagarodsky. (2006). *Evaluación del producto FitoMas E en el cultivo del garbanzo durante la campaña 2005-2006. INIFAT, Informe interno.*
- Speck, J. (2008). *Uso de biofertilizantes y niveles de humedad en la producción de yuca en la localidad de "El salvador".* Unpublished Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas, Centro Universitario de Guantánamo.
- Zuaznábar, R. D., J.C Montano, R; Córdoba, E; Angarica, E; Hernández, I; Morales, M. (2005). *Resultado de la Evaluación Experimental y de Extensión del Bioestimulante FitoMas E en Caña de azúcar. Zafra 2003-2004. INICA, Informe interno.*

**Fecha de recibido: 10 oct. 2012**

**Fecha de aprobado: 11 dic. 2012**