

Evaluación de los hongos Micorrizógenos Arbusculares y el FitoMas E en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la yuca.

Ratings Arbuscular mycorrhizal fungi and Fitomas E on growth and development of cassava.

Autores: M Sc. Yolais Borrero-Reynaldo, M Sc. Omara Rojas-Martínez, M Sc. Alegna Rodríguez-Fajardo, Téc. Edilberto Morales-Isaac.

Organismo: Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar "Oriente-Sur" (ETICA), Palma Soriano, Santiago, Cuba.

E-mail: yolaisis.borrero@inicas.azcuba.cu

Resumen.

Se evaluó el comportamiento del cultivo de la yuca con aplicaciones de los hongos micorrizógenos arbusculares y el FitoMas E, sobre un suelo Pardo Sialítico, utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas, para el estudio de los datos se efectuó un análisis de varianza de clasificación simple y 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 constató que la combinación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares + FitoMas E es una práctica muy favorable para el crecimiento y sus componentes, la mejor respuesta económica se obtuvo con las ganancias asociadas de \$ 14 307,00 y una relación beneficio / costo de \$ 3,27 en la primera campaña y para la segunda una ganancia de \$19 216,12 y la relación beneficio / costo de \$ 4,39.

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

Abstract.

The behavior of cassava were evaluated with applications arbuscular mycorrhizal fungi and Fitomas E, on a floor Pardo sialítico, using a block design randomized with four treatments and four replicates for the study of data made a analysis of variance of simple classification and the means were compared by the comparison test Tukey multiple range. All statistical analyzes were processed by the statistical package STATISTICA v 6.0. It was found that the combination of Arbuscular mycorrhizal fungi Fitomas + E is a very favorable environment for the growth and practical components, the best response was obtained economic gains associated with \$ 14 307.00 and benefit / cost of \$ 3 , 27 in the first season and the second a gain of \$ 19 216,12 and the benefit / cost ratio of \$ 4.39.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal; Fitomas E; cassava; fungi.

Introducción.

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 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 se desarrolló en áreas experimentales de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Oriente Sur, ubicada en la localidad “ Los Coquitos”, municipio Palma Soriano, provincia Santiago de Cuba sobre suelo Pardo Sialítico Cálcico (Hernández *et al.*, 1999), las características de las químicas del mismo se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Constantes físicas y químicas fundamentales.

Profundidad (cm)	MO (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCL)	P ₂ O ₅ mg/100g	K ⁺ cmol.kg ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	CCB
0-20	2,81	7,57	6,67	10,6	0,25	67,85	1,72	1,77	41,62

Se utilizó para este estudio el clon de yuca “Selección Holguín”, que se sembró en un marco de plantación de 1, 40 x 0,80, la cosecha se realizó a los 10 meses (300 días). El diseño experimental fue en bloques al azar, con cuatro tratamientos y cuatro réplicas, los mismos se muestran en la tabla dos.

Tabla 2. Tratamientos evaluados en cada experimento en los dos años de estudio.

No	Tratamientos	Dosis
T1	Testigo Absoluto	-
T2	Aplicación de HMA	13 kg.ha ⁻¹
T3	Aplicación de FitoMas E	2 L.ha ⁻¹
T4	Aplicación de HMA + FitoMas E	13 kg.ha ⁻¹ +2 L.ha ⁻¹

HMA: (Hongos Micorrizógenos Arbusculares).

Momentos de aplicación

Se utilizó la especie de los HMA cepa *Glomus intrarradices*, proveniente del cepario certificado del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) con una población efectiva de 25 esporas. G-1 de suelo. Se empleó el método de recubrimiento de semilla, se recubrieron las puntas de la "semilla" con una mezcla que contenía 0,5 kg inóculo en 600 mL H₂O (13 kg.ha⁻¹). El FitoMas E obtenido en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), se aplicó de forma foliar a razón de 2 L.ha⁻¹ a los 45 días de la plantación (González, 2008).

Evaluaciones realizadas.

- Altura del tallo
- Superficie foliar
- Rendimiento

Los datos fueron procesados estadísticamente de acuerdo al diseño experimental empleado. Los mismos fueron procesados a través del análisis de varianza de clasificación simple, 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

Para la valoración económica de los resultados se evaluaron los siguientes indicadores:

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

Resultados y discusión

Comportamiento de la altura de la planta

La tabla tres muestra los resultados del efecto individual y combinado de los HMA y FitoMas E sobre la altura de las plantas de yuca durante el transcurso de dos campañas, como se puede apreciar existen diferencias significativas entre los tratamientos desde la primera evaluación para ambas campañas, siendo el de mejor comportamiento T4 (HMA + FitoMas E). Lo que evidencia que cuando se combinan estos dos productos garantizan la existencia de condiciones favorables para el mejor desarrollo de las plantas, a partir de los beneficios

que aporta los HMA cuando absorben los compuestos inorgánicos a través de sus hifas y el FitoMas E propicia una mejor utilización de estos nutrientes por las plantas como activador del crecimiento y desarrollo de la misma. De manera general el T1 (testigo) obtuvo los menores valores en ambas campañas.

Tabla 3. Efecto del HMA y el FitoMas E sobre la altura de la planta

Altura de la planta (cm)								
Tratamientos	Campaña 1				Campaña 2			
	Días después de la plantación							
	30	90	180	300	30	90	180	300
T1 (Testigo)	16,03 b	46,15 c	c	202,30 b	16,24 b	48,32 b	166,75 b	213,58 c
T2 (HMA)	16,07 b	48,98 b	169,43 bc	209,43 ab	17,99 ab	47,61 b	172,91 b	222,94 b
T3 (FitoMas E)	16,60 b	49,04 b	174,40 b	214,86 ab	16,61 b	50,64 b	177,13 b	226,06 b
T4 (HMA + FitoMas E)	18,88 a	56,63 a	192,00 a	231,88 a	19,02 a	55,24 a	190,74 a	241,78 a
E.E_x	1,19*	0,50*	1,79*	1,80*	1,15*	1,22*	1,35*	1,85*

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p \leq 0,05\%$
[E.Ex: error estándar de la media]

Montano *et al.*, (2007) también demostró el efecto beneficioso de FitoMas E en el crecimiento y rendimiento comercial de varios cultivos como: tabaco (52 %), pepino (47 %), lechuga (37 %) habichuela (50 %)). También Almenares (2007) obtuvo incrementos en la altura de la planta en el cultivo de la cebolla variedad F1 Grano 2000.

Xiafong (2007) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum M*) y Terrero (2007) en el cultivo de pepino (*Cucumissativus L.*) al aplicar en todos los casos el FitoMas E y encontrar incrementos en la longitud del tallo. También existen evidencias experimentales de que la altura de la planta de yuca se favorece con la inoculación de HMA directamente al cultivo (Alcántara, 2010).

Por tanto la aplicación conjunta de ambos productos puede provocar resultados tan satisfactorios como los obtenidos en el experimento.

Comportamiento de la superficie foliar

Los valores correspondientes a la superficie foliar en dos campañas en que se realizaron los experimentos se muestran en la tabla cuatro. Se puede apreciar que en la primera campaña a los 90 y 180 días de plantado el cultivo se mantuvo la misma tendencia, T4 (HMA + FitoMas E) supera al resto de los tratamientos con diferencia estadística entre ellos. En la segunda campaña la combinación (HMA + FitoMas E) también presenta los mejores comportamientos en cuanto a esta variable a los 90 días, pero a los 180 días no difiere estadísticamente de la aplicación individual de FitoMas E y en ambos años en que se ejecutaron los experimentos T1 mostró los menores valores en la variable superficie foliar.

Esto pudo estar influenciado porque al suministrarle a la planta los bioproductos, estos causan efectos positivos sobre el desarrollo y crecimiento de la planta. Estos efectos son el resultado del incremento en los contenidos de elementos esenciales en forma asimilables aportados al suelo por la aplicación de biofertilizantes y a los resultantes del proceso de degradación de la MO. Además de las mejoras que producen la aplicación de estos productos orgánicos en las propiedades físicas, al crear una simbiosis con las plantas se benefician las poblaciones biológicas del suelo y a su vez le garantiza un mayor desarrollo de las mismas.

Tabla 4. Efecto del HMA y el FitoMas E sobre la superficie foliar

Superficie foliar (cm²)	Superficie foliar (cm²)			
	Campaña1		Campaña 2	
	Días después de la plantación			
Tratamientos	90	180	90	180
T1 (Testigo)	39,44 d	97,77 d	35,29 c	123,08 c
T2 (HMA)	44,29 c	141,46 c	35,71 c	135,14 b
T3 (FitoMas E)	46,77 b	147,61 b	36,94 b	140,00 a
T4 (HMA + FitoMas E)	64,71 a	149,47 a	50,71 a	142,00 a
E.Ex	1,51	1,48	1,35	1,24

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p \leq 0,05\%$
[E.Ex: error estándar de la media]

Estos resultados están en concordancia con los planteados por González (2008), cuando plantea que la superficie foliar es uno de los parámetros importantes en la evaluación del crecimiento y producción en las plantas; porque la determinación adecuada de la misma es fundamental para la correcta interpretación de los procesos en una especie vegetal. También se informa que el área foliar guarda relación bastante consistente con el rendimiento en diferentes cultivos.

Efecto de los HMA y el FitoMas E sobre el rendimiento comercial

La figura uno muestra los resultados del efecto simple y combinado de los HMA y el FitoMas E sobre el rendimiento, T4 (HMA + FitoMas E) resultó ser significativamente superior al resto de los tratamientos en la primera campaña pero sin diferencia altamente significativa con T3 en la segunda campaña. En el caso de T1 (testigo) se puede observar que tanto en el rendimiento comercial como las demás variables muestran los valores más bajos.

Este comportamiento pudiera estar motivado a que las plantas desarrolladas en el suelo donde se aplicó los HMA y el fitoestimulante contaron con una mayor reserva en el sustrato y por otra parte el FitoMas E garantizó un mayor flujo del agua y de los nutrientes procedentes directamente del mismo, propiciando además una mayor absorción y asimilación por parte de las plantas, resultados que concuerdan con los obtenidos por Duran (2011).

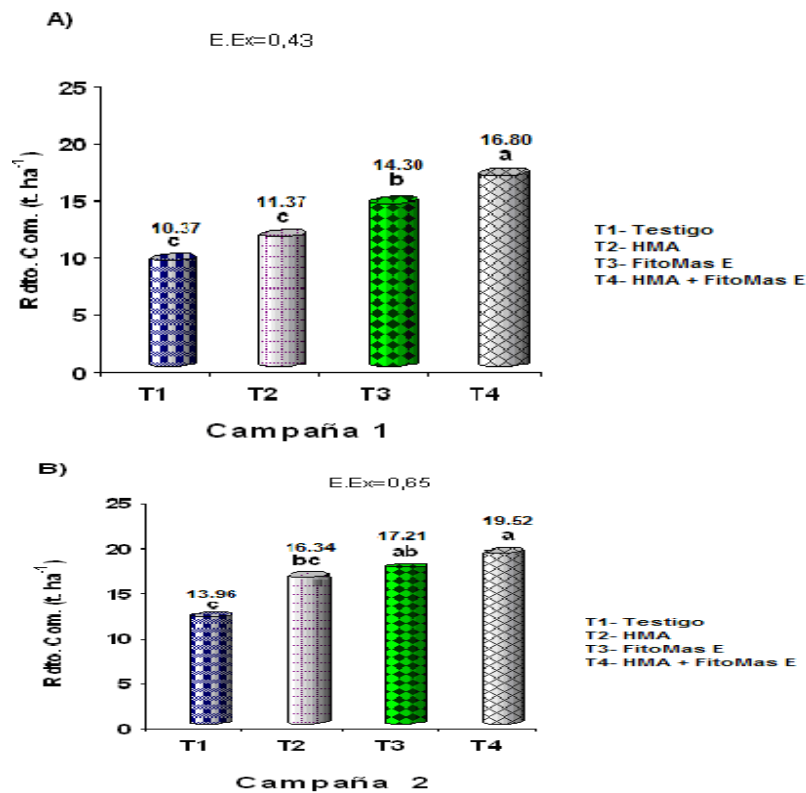


Figura. 1: Efecto de los HMA y el FitoMas E sobre el rendimiento. [E.Ex: Error estándar de la media]. A) Campaña 1 y B) Campaña 2.

Son varios los autores que han indicado el aporte realizado por los HMA en la nutrición de la planta, cuando se logra una eficiente simbiosis hongo - raíz. Kaya (2009) ha señalado que los HMA en condiciones favorables aumentan la capacidad de la planta de movilizar y absorber nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca), hierro (Fe), cobre (Cu) y Zinc (Zn), además de defender el espacio radical con las excreciones de antibióticos.

Evaluación económica de la aplicación de los HMA y FitoMas E

La tabla cinco presenta los costos e ingresos por actividad para el cultivo de la yuca, cuando se aplican los HMA y FitoMas E, en las dos campañas estudiadas.

Tabla 5. Análisis económico de la aplicación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares y FitoMas E, en el cultivo de la yuca

Tratamientos	Campaña 1					Campaña 2				
	Rdto (t.ha ⁻¹)	Cp (\$. ha ⁻¹)	Vp (\$. ha ⁻¹)	G (\$. ha ⁻¹)	B/C (\$)	Rdto (t.ha ⁻¹)	Cp (\$. ha ⁻¹)	Vp (\$. ha ⁻¹)	G (\$. ha ⁻¹)	B/C (\$)
(Testigo)	10,37	4 300,70	11 928,00	7 627,30	1,77	13,96	4358,16	11623,51	7265,35	1,67
(HMA)	11,37	4 365,70	12 978,00	8 612,30	1,97	16,34	4365,70	17157,00	12791,30	2,93
(FitoMas E)	14,30	4 307,50	15 015,00	10 707,50	2,49	17,21	4312,38	20695,50	16383,12	3,80
(HMA + FitoMas E)	16,80	4 372,50	18 679,50	14 307,00	3,27	19,52	4377,38	23593,50	19216,12	4,39

HMA: Hongos Micorrizógenos Arbusculares

Como muestran los resultados, el mejor tratamiento fue HMA + FitoMas E es el que ofrece los mejores indicadores de rentabilidad en las dos campañas analizadas, debido a que ofrece mayor rendimiento de la producción y con ello aumentaron las utilidades que se sugiere al productor utilizar este tratamiento. Al calcular la relación Beneficio / Costo se obtiene mejor resultado la utilización del HMA + FitoMas E ya que por cada peso invertido se obtuvo utilidades de \$ 3,27 (Campaña 1) y \$ 4,39 (Campaña 2) respectivamente. Se señala que el segundo año fue el mejor período para la aplicación de los tratamientos según los resultados obtenidos.

Conclusiones.

- La aplicación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) +FitoMas E demostró ser una práctica muy favorable para las variables de crecimiento evaluadas.
- La mejor respuesta económica se obtuvo con la combinación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) + FitoMas E y las ganancias asociadas a este resultado alcanzan valores de \$14307 y una relación beneficio / costo de \$ 3,27 en la primera campaña y para la segunda, una ganancia de \$ 19 216,12 y relación beneficio / costo de \$ 4,39.

Bibliografía.

- Alcántara, I. (2010). Evaluación de especies de leguminosas micorrizadas asociadas al cultivo de Yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en la Granja Agro-pecuaria Honduras. Tesis en opción al título de Master en Ciencias Agrícolas. Centro Universitario de Guantánamo.
- Almenares, R. (2007). Efecto del FitoMas E en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana.
- Durán, L. (2011). Manejo del cultivo del Boniato (*Ipomea batatas Lam*) con aplicaciones de bioestimulante y biofertilizante en condiciones de niveles de humedad reducido. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Guantánamo.
- González, A. (2008). Efecto de los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y un fitoestimulador sobre los cultivos de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y el boniato (*Ipomoea batata Lam.*) en suelo ferralítico rojo lixiviado. Tesis en opción al grado científico de Master en Ciencias en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. Universidad Agraria de la Habana.
- Hernández, A. Pérez, J., Bosch., Rivero, L. D. (1999). *Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. Instituto de Suelos. La Habana. Agrinfor, 64 p.

- Kaya, C. (2009). The influence of arbuscularmycorrhizalcolonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. *Scientia Horticulturae*, 12(1), 1–6.
- Montano, M. (2008). FitoMas E. Bionutriente *Derivado de la Industria azucarera, Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental*.
- Montano, R.; Zuaznábar R., García A., Viñals Mabel, Villar J. 2007. *FitoMas E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera*. La Habana, 10 p.

Fecha de recibido: 8 oct. 2013
Fecha de aprobado: 9 dic. 2013