

INCREMENTOS EN LOS RENDIMIENTOS DEL CULTIVO DE BONIATO POR LA UTILIZACIÓN COMBINADA DEL FITOESTIMULANTE FITOMAS-E Y EL BIOFERTILIZANTE ECOMIC® EN CONDICIONES DE PRODUCCIÓN

L. R. Fundora[✉], J. González, L. A. Ruiz y J. A. Cabrera

ABSTRACT. This work was developed in a cooperative production unit (UBPC) from «Camilo Cienfuegos» Agricultural Enterprise, Santa Cruz del Norte town, Havana province, during 2005, which is geographically situated at 83° 10' N, 23° 10' W and 103 m over sea level, with the objective of studying the influence of the national phytostimulant *FitoMas-E* combined with the biofertilizer *EcoMic®* and mineral fertilization on sweet potato yield and other variables. Six treatments were studied in the experiment employing the clone *INIVIT B 98-2*. Results showed significant differences among treatments for those combinations studied, so proving crop answer to the combined application of phytostimulant, biofertilizers and mineral fertilization, besides obtaining yield increments of 50 % compared to the control. In general, this work showed that the combined application of phytostimulant *FitoMas-E* with an efficient AMF and 50 % mineral fertilization with NPK improves crop development and yields under production conditions.

RESUMEN. El trabajo se desarrolló en una unidad de producción cooperativa (UBPC) perteneciente a la Empresa Agropecuaria «Camilo Cienfuegos», municipio Santa Cruz del Norte, provincia La Habana, durante el 2005, que está ubicada geográficamente a 83° 10' N, 23° 10' W y 103 m snm, con el objetivo de estudiar la influencia sobre el rendimiento y otras variables del cultivo de boniato, utilizando el fitoestimulante *FitoMas-E* de producción nacional combinado con el biofertilizante *EcoMic®* y la fertilización mineral. En el experimento se estudiaron seis tratamientos y se empleó el clon *INIVIT B 98-2*. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos para las distintas combinaciones en estudio, corroborándose la respuesta de este cultivo a la aplicación conjunta del fitoestimulante, los biofertilizantes y la fertilización mineral, lográndose incrementos del rendimiento de un 50 % en comparación con el testigo. Con este trabajo se demostró, de forma general, que la aplicación conjunta del fitoestimulante *FitoMas-E* combinado con una cepa eficiente de HMA y el 50 % de la fertilización mineral con NPK, incrementan el desarrollo y los rendimientos de este cultivo en condiciones de producción.

Key words: *Ipomoea batatas*, plant growth stimulants, biofertilizers, production, yield

Palabras clave: *Ipomoea batatas*, estimulantes de crecimiento vegetal, biofertilizantes, producción, rendimiento

INTRODUCCIÓN

La imperante necesidad de buscar vías que mejoren la eficiencia en la utilización de los fertilizantes minerales y el auge adquirido por la implantación de tecnologías cada vez menos agresivas al ecosistema y los recursos naturales, han dado nueva vida e impulso notable a la idea del uso de los biofertilizantes producidos con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y los fitoestimuladores, como es el caso del *FitoMas-E*, respectivamente.

La producción mundial de boniato alcanzó alrededor de 500 millones de toneladas en el 2006, ubicándose en un lugar relevante para la alimentación de los habitantes del planeta, pues el producto llega a más de 1 000 millones de consumidores (1).

La eficiencia de los HMA se encuentra en alto grado condicionada a múltiples factores vinculados al dinamismo del sistema suelo-planta y, en los últimos años, se ha acumulado una valiosa información sobre el manejo de la simbiosis en diferentes cultivos, incluidos la yuca y el boniato (2).

El *FitoMas-E* es un fitoestimulante obtenido como derivado de la industria azucarera cubana, producido a base de sustancias bioquímicas de alta energía propias de los vegetales superiores, principalmente aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos bioactivos, que puede aplicarse directamente al área foliar de la planta, así como en sistemas de fertirriego durante cualquier fase fenológica de un cultivo, independientemente de la parte del vegetal que constituya el interés económico de la

Ms.C. L. R. Fundora, Especialista y Dr.C. J. A. Cabrera, Investigador Titular del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700; Ms.C. J. González, Especialista del departamento de Producción de la Empresa Agropecuaria «Camilo Cienfuegos», Santa Cruz del Norte, La Habana; Dr.C. L. A. Ruiz, Investigador Titular del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Villa Clara, Cuba.

✉ lroberto@inca.edu.cu

cosecha (3). Sin embargo, en Cuba no existen antecedentes del efecto producido por el FitoMas-E en el cultivo del boniato combinado con una cepa eficiente de HMA.

Teniendo en cuenta esos planteamientos se realizó esta investigación, con el objetivo de estudiar el efecto simple y combinado de los HMA, el FitoMas-E y la fertilización mineral sobre algunos componentes del crecimiento, rendimiento y la eficiencia de una cepa de HMA en el cultivo del boniato, en una unidad de producción cooperativa (UBPC) de la Empresa Agropecuaria "Camilo Cienfuegos".

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en áreas de la UBPC "Juan Abrahantes", perteneciente a la Empresa Agropecuaria "Camilo Cienfuegos", municipio Santa Cruz del Norte, provincia La Habana, durante el 2005, que está ubicada geográficamente a 83° 10' N, 23° 10' W y 103 m snm, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (4). Las características químicas de este suelo se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Características químicas del suelo (0-20cm)

pH	MO	P	Na	K	Ca	Mg	CCB	
H ₂ O	KCl	(%)	(ppm)	(cmol (+) kg ⁻¹)				
6,4	5,9	1,13	10,00	0,7	0,7	10,5	4,1	16,0

Métodos aplicados para los análisis químicos:

pH (H₂O): método potenciométrico

(KCl): método potenciométrico

Materia orgánica MO (%): Walkley-Black

Fósforo asimilable P (ppm): Oniani (extracción con H₂SO₄), 0.1N

Potasio asimilable K (cmol.kg⁻¹): Oniani (extracción con H₂SO₄), 0.1N

Calcio y magnesio intercambiable Ca y Mg (cmol.kg⁻¹): Maslova (CH₃COONH₄) pH7, 1N.

Las técnicas utilizadas aparecen descritas en el Manual de técnicas analíticas para los análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos (5). La Tabla II muestra las variables climáticas durante el período experimental, registradas en la Estación Meteorológica de Bainoa.

Tabla II. Variables climáticas registradas en la Estación Meteorológica de Bainoa durante el período experimental del 2005

Variables climáticas			
Temperatura (°C)	Mínima	Media	Máxima
	21,5	25,7	31,6
Precipitaciones (mm)	Media anual		
	983,3		
Humedad relativa (%)	Media anual		
	84		

La siembra se realizó en la primera decena de enero de 2005 empleándose el clon de boniato INIVIT B 98-2. Para su distribución en el campo, se utilizó un diseño en

Bloques al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 24,3 m². Se evaluaron 216 plantas/tratamiento.

Las atenciones fitotécnicas y fertilización mineral se realizaron teniendo en cuenta las orientaciones que aparecen en la carta tecnológica para este cultivo (6).

El fitoestimulante FitoMas-E se obtuvo en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). La Tabla III muestra los tratamientos empleados en el experimento.

Tabla III. Tratamientos empleados en el experimento

Tratamientos	Dosis de FitoMas-E	Momento de aplicación
1. Testigo	-	-
2. 50 % de NPK	-	-
3. FitoMas E+50 % NPK	2 L.ha ⁻¹	30-90 días
4. HMA+50 % NPK	2 L.ha ⁻¹	30-90 días
5. HMA+FitoMas E+50 % NPK	2 L.ha ⁻¹	30-90 días

Dosis de fertilización mineral (50 %) N 36 kg.ha⁻¹ P₂O₅ 30 kg.ha⁻¹ K₂O 72 kg.ha⁻¹

El inóculo de HMA utilizado fue la cepa certificada *Glomus hoi-like* INCAM-4, procedente del cepario del INCA, que se aplicó al momento de la siembra mediante el método de recubrimiento de semillas (2), empleando 13 kg.ha⁻¹ de inóculo certificado, que contenía 20-25 esporas/g de sustrato.

El fitoestimulante se asperjó con una mochila de 16 L de capacidad, aplicándose como dosis final 2 L.ha⁻¹.

Las variables respuesta evaluadas fueron el índice de eficiencia (IE) de las cepas de HMA (7), porcentaje de colonización micorrízica (% Col) (8), peso promedio de los tubérculos (g) y rendimiento comercial de la planta (t.ha⁻¹).

El análisis económico se realizó con la metodología para la evaluación de la efectividad económica de los resultados de la investigación (9), basada en la siguiente ecuación:

$$Ec = (Vpn - Cpn) - (Vpb - Cpb)$$

donde:

Ec= efecto económico (pesos.ha⁻¹)

Vpn= valor de la producción de la nueva tecnología

Cpn= costo de producción de la nueva tecnología

Vpb= valor de la producción de la tecnología actual

Cpb= costo de producción de la tecnología actual

Se realizó un análisis de Varianza de Clasificación Doble y se docimaron las medias por pruebas de Rangos Múltiples de Duncan; además, se empleó el programa estadístico SPSS 11.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra el comportamiento del peso promedio de los tubérculos. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos donde se aplicó el FitoMas-E combinado con la fertilización mineral y los HMA (T2, T3, T4, T5), comparado con el testigo (T1), destacándose el tratamiento con los HMA, el FitoMas-E y combinado con el 50 % de la fertilización mineral (T5).

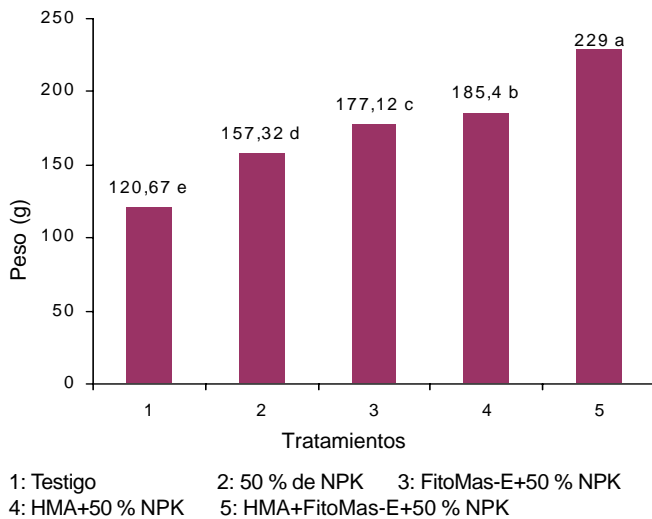


Figura 1. Efecto de la aplicación del FitoMas-E, la fertilización mineral y los HMA sobre el peso promedio de los tubérculos (g) del clon INIVIT B 98-2 en el 2005

En los estudios del efecto de la aplicación del fitoestimulante FitoMas-E en el cultivo del pimiento (10) sobre un suelo Ferralítico Rojo Típico, se informaron incrementos en el peso de los frutos en relación con el testigo utilizando una dosis de 2 L.ha⁻¹.

En la Tabla IV se observa cómo se comportaron las variables: rendimiento (t.ha⁻¹), índice de eficiencia (IE %) y colonización (% Col) de la cepa certificada de HMA utilizada en los tratamientos en estudio. La presencia de la cepa eficiente para este tipo de suelo incrementó el porcentaje de colonización micorrízica, combinándose el efecto de la aplicación del fitoestimulante con el 50 % combinado de la fertilización mineral (T5), lo que corrobora otros planteamientos (3, 11), que señalan que el FitoMas-E potencia la acción de los preparados biológicos, no es dañino a la microbiota del suelo sino que la incrementa en la rizosfera; también se ha señalado que la fertilidad del suelo constituye un factor importante en el funcionamiento de las micorrizas nativas del suelo.

Durante el 2005 se realizó un estudio en el cultivo de la yuca clon "Señorita" (12), para analizar el efecto del FitoMas-E combinado con una cepa de HMA y la utilización del 25 % de la fertilización mineral, el cual coincide en sus resultados con los obtenidos en este experimento, al utilizar productos similares pero con el 50 % de la fertilización mineral con NPK.

Tabla IV. Efecto de la aplicación del FitoMas-E, la fertilización mineral y los HMA en el rendimiento (t.ha⁻¹), índice de eficiencia (IE) y porcentaje de colonización micorrízica (% Col) en el clon de boniato INIVIT B 98-2 en el 2005

Tratamientos	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	(IE) (%)	Col (%)	Incrementos (%)
1. Testigo	16,54 d	-	5,00 e	
2. 50 % de NPK	22,20 c	34.22	6,30 d	
3. FitoMas E + 50 % NPK	26,33 b	59.18	12,02 c	
4. HMA + 50 % NPK	27,60 b	66.86	58,50 b	
5. HMA + FitoMas E + 50 % NPK	33,10 a	100.1	64,20 a	50
ES ±	1.38*		1.31*	

Las condiciones climáticas no fueron las ideales para el cultivo durante el período experimental (Tabla II); no obstante, esto no interfirió en el resultado de la eficiencia (IE) de la cepa micorrízica evaluada (Tabla IV) y coincide con otros que lograron IE en condiciones climáticas menos favorables (12, 13).

En estudios del comportamiento de la inoculación de HMA realizados en varios cultivos bajo diferentes condiciones edáficas (14), se concluyó que el tipo de suelo y, presumiblemente, su fertilidad asociada constituyeron el factor que más influyó en la eficiencia de las cepas.

Estudios realizados con el pimiento variedad "Denver" (15) obtuvieron incrementos en el rendimiento de 230 % respecto al testigo, al aplicar 2 L.ha⁻¹ de FitoMas-E en un experimento realizado con manejo convencional.

En condiciones edafoclimáticas diferentes, se ha informado que, para el cultivo del boniato inoculado con especies eficientes de HMA, se puede sustituir entre el 12 y 100 % del fertilizante mineral (2, 16, 17).

Al analizar el efecto económico de la aplicación de la nueva tecnología con el FitoMas-E, la cepa eficiente de HMA y fertilización mineral (T5), se obtuvo una ganancia de 24 pesos/ha y se incrementó el rendimiento en un 50 % en relación con el tratamiento donde se aplicó el 100 % de la fertilización mineral, resultado que es muy importante como recomendación para utilizar una nueva tecnología, que puede ser aplicada en las UBPC ahorrando el 50 % de la fertilización mineral.

Sin embargo, los antecedentes en Cuba del efecto producido por el FitoMas-E en el cultivo del boniato son muy escasos y prácticamente nulos en su combinación con una cepa eficiente de HMA, aunque sí existen numerosos informes sobre el efecto beneficioso de FitoMas-E en el crecimiento y rendimiento comercial de varios cultivos (3, 17), como son la caña de azúcar (30 %), el tabaco (52 %), el tomate (49 %), el pepino (47 %), la lechuga (37%) y la habichuela (50 %).

REFERENCIAS

1. FAO. Producción. Anuario 51: 81-91, 2006.
2. Ruiz, L.; Rivera, R.; SIMO, J. y Carvajal, D. Nuevo método de inoculación con micorrizas en las raíces y tubérculos tropicales. XV Congreso del INCA. La Habana: INCA, 2006. 4 p.

3. Montano, R.; Zuasnabar, R.; García, A.; Viñals, M. y Villar, Y. J. FitoMas-E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera. Ciudad de La Habana: ICIDCA, 2007. 10 p.
4. Borges, Y. Contribución al estudio de la degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados por el cambio del uso de la tierra. [Tesis de Diploma]. La Habana: UNAH. 2004, 67 p.
5. Paneque, V. M. Manual de Técnicas Analíticas para los análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Laboratorio de suelos y agroquímica. La Habana: INCA, 2001.
6. Cuba. MINAGRI. Cartas tecnológicas de las raíces y tubérculos tropicales. Ciudad de La Habana: MINAGRI, 2005. 50 p.
7. Siqueira, J. O. y Franco, A. A. Biotecnología do solo. Fundamentos e perspectivas. Brasilia: Ed. MEC-ESAL-FAEPE-ABEAS, 1988. p. 125-177.
8. Giovanetti, M. y Mosse, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 1980, vol. 84, p. 489.
9. Cuba. MINAGRI. Unidad de Pronóstico Económico. Metodología para la evaluación de la efectividad económica de los resultados de la investigación. Ciudad de La Habana: MINAGRI, 1984. 35 p.
10. Faustino, E. Contribución del FitoMas E a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS "Nelson Fernández". [Tesis de Diploma]. La Habana: Universidad Agraria. Julio, 2006.
11. Ruiz, L. A. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos con carbonatos y Ferralíticos Rojos de la región central de Cuba. Tesis de doctorado]. La Habana: INCA, 2001. 100 p.
12. González, J. Efecto de los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y un fitoestimulador sobre los cultivos de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y el boniato (*Ipomoea batata* Lam.) en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. [Tesis de Maestría]. La Habana: UNAH. 2007.
13. Sánchez, C. Manejo de las asociaciones micorrízicas arbusculares en la producción de posturas de cafetos (*C. arabica* L.) en algunos suelos del Escambray). La Habana: INCA, 2001. 103 p.
14. Rivera, R. y Fernández, K. Bases científico-técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados. En: El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. La Habana: INCA, 2003. p. 111-131. ISBN: 959-7023-245.
15. Yumar, J. Efecto de tres dosis de FitoMas-E en el cultivo de pimiento y maíz. Informe al proyecto ICIDCA, 2007.
16. Montano, R.; Villa, P., López, R. y Morejón, E. FitoMas E. Estimulante de estimulantes. Ciudad de La Habana: ICIDCA, 2006. 4 p.
17. López, R.; Montano, R. y Caminero, R. Aplicación de diferentes dosis de FitoMas en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicon*) variedad Aro 8484 en condiciones de organopónico en la provincia de Santiago de Cuba. Informe final de investigación. Universidad de Guantánamo, 2003. 10 p.

Recibido: 19 de noviembre de 2008

Aceptado: 20 de abril de 2009

