

LA PRODUCCIÓN DE BONIATO (*Ipomoea batatas* L.) SOBRE BASES AGROECOLÓGICAS

Héctor Jorge Suárez^{1*}, Olga Lidia Vegas Idalgo², Rafael Zuaznabar Zuaznabar¹, Ignacio Santana Aguila³, José Ángel Dranguet Isbert¹.

¹ Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE Km 1^{1/2} Boyeros La Habana.

² Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). UEB-INICA Sancti Spíritus. Guayos, Cabaiguán, Sancti Spíritus.

³ Biotec Internacional, S.A. de C.V. Batallón de San Patricio 109 Valle Oriente Garza Garcia, Nuevo León, México.

*Autor para correspondencia: hector.jorge@inica.azcuba.cu

Recibido: 14 de septiembre de 2023; Aceptado: 6 de diciembre de 2023

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio de Boniato (*Ipomoea batatas* L.) el que se desarrolló en áreas del Banco de Semilla Básico de Caña de Azúcar de la provincia de Sancti Spíritus, con el clon INIVIT B-2 2005. El estudio fue cosechado con 125 días, la aplicación de los bioestimulantes se realizó a los 65 días de plantado, se empleó el diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y 3 réplicas, en parcelas de 36 m². La semilla empleada fue básica procedente del propio banco y el área de estudio no fue fertilizada. Los tratamientos utilizados fueron: Testigo, FitoMas-EC una aplicación a 2 litros ha⁻¹, FitoMas-Plus una aplicación 2.0052 litros ha⁻¹ (mezcla en tanque 2 litros ha⁻¹ de FitomasEC y 5.2 mililitros ha⁻¹ de enerplant), Las variables evaluadas fueron rendimiento agrícola y la valoración económica. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y como hubo diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias mediante la prueba rangos múltiples con dócima de Tukey p<0,05. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.0. Se obtuvo como resultado que la aplicación de los bioestimulantes aumentó significativamente la producción de boniato, con incrementos porcentuales del 18,9 % para el FitoMas-EC y 48,15 para el FitoMas-Plus, la relación Beneficio/Costo reportó un efecto positivo de 1.19 porcentaje de incremento en miles de pesos, para el FitoMas-EC y 1.48 para el FitoMasPlus respecto al testigo.

Palabras clave: agroecología, bioestimulantes, valoración económica

THE PRODUCTION OF SWEET POTATO (*Ipomoea batatas* L.) ON AGROECOLOGICAL BASIS

ABSTRACT

The results of a study of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) are presented, which was developed in areas of the Basic Sugarcane Seed Bank of the province of Sancti Spíritus, with the clone INIVIT B-2 2005. The study was harvested with 125 days, the application of the biostimulants was carried out 65 days after planting, the random block design was used with 3 treatments and 3 replications, in 36 m² plots. The seed used was basic from the bank itself and the study area was not fertilized. The treatments used were: Control, FitoMas-EC an application at 2 liters ha⁻¹, FitoMas-Plus an application 2.0052 liters ha⁻¹ (tank mix of 2 liters ha⁻¹ of FitomasEC and 5.2 milliliters ha⁻¹ of enerplant), The variables

evaluated were agricultural performance and economic valuation. A simple classification analysis of variance (ANOVA) was carried out and as there were significant differences between the treatments, the means comparison test was carried out using the multiple range test with Tukey's test $p < 0.05$. The statistical package Statgraphics Plus 5.0 was used to analyze the data. The result was that the application of biostimulants significantly increased sweet potato production, with percentage increases of 18.9% for FitoMas-EC and 48.15% for FitoMas-Plus, the Benefit/Cost relationship reported a positive effect of 1.19 percentage increase in thousands of pesos, for FitoMas-EC and 1.48 for FitoMasPlus compared to the control.

Keywords: agroecology, biostimulants, economic valuation

INTRODUCCIÓN

En la coyuntura nacional e internacional caracterizada actualmente por la crisis alimentaria, los mayores esfuerzos se han realizado para garantizar mayores niveles de eficiencia en el sector agroalimentario, como forma de reducir la dependencia de las importaciones de alimentos. La agricultura enfrenta el desafío de la producción sostenible de alimentos seguros para abastecer a la población mundial. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima un crecimiento de la población mundial del 13% en 2030 y del 30% en 2050, por lo que será necesario un aumento del 70% en la producción agrícola para solucionar los problemas de desnutrición y garantizar la seguridad alimentaria.

El boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), originario de América, se encuentra entre los primeros siete cultivos que sustentan la civilización humana a nivel mundial, después del trigo, arroz, maíz, papa, cebada y yuca (Doménech *et al.*, 2010). Debido a su alto rendimiento, bajo costo de producción y alto contenido nutricional, se considera un cultivo clave para la seguridad alimentaria y nutricional en diversas partes del mundo (Castillo *et al.*, 2014). También se expresa que su potencial como alimento, forraje y biomasa para propósitos industriales, excede su utilización habitual (Morales *et al.*, 2005).

Este cultivo se encuentra extendido por toda Cuba, con una superficie superior a 40 mil hectáreas anualmente (ONE, 2017), aunque los rendimientos alcanzados no se corresponden con el potencial de los clones utilizados. Diferentes causas inciden en esta respuesta, entre las que se encuentran el uso de material de propagación con baja calidad, carencia de irrigación y fertilizantes, pérdidas ocasionadas por *C. formicarius* y una inadecuada cosecha (INIVIT, 2019), por ello se ha venido trabajado en identificar e introducir clones de boniato que posean rendimientos elevados en ciclos inferiores a cinco meses (Rodríguez *et al.*, 2018).

Cuba al igual que el resto del mundo enfrenta una fuerte situación con la limitación de los productos agroquímicos, principalmente por su alto costo y la incompatibilidad de su uso excesivo con la conservación del medio ambiente, razones por las cuales se utilizan alternativas sustentables capaces de mantener los niveles de producción y su calidad, sin dañar los agroecosistemas.

Entre las alternativas agroecológicas que se proponen hoy el país y el mundo, se encuentra la aplicación de bioestimulantes. El Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar de Cuba (ICIDCA) desarrolló FitoMas-EC, derivado de subproductos de la industria azucarera con marcadas propiedades antiestrés, elaborado a partir de sustancias bioquímicas de alto poder energético, propias de plantas

superiores, principalmente aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos bioactivos (Montano *et al.*, 2007).

Biotec desarrolló Enerplant®, que es un producto elaborado con diferentes tipos de oligosacáridos que se obtienen a partir de procesos de extracción exclusivos y donde se utilizan como materia prima materiales vegetales seleccionados, (Biotec, 1996, Baldoquín *et al.*, 2015). La nueva formulación FitoMas-Plus (mezcla de fábrica o tanque de FitoMas-EC + Enerplant) es también una nueva alternativa para cultivos agrícola, (Zuaznabar *et al.*, 2019)

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de boniato en áreas del Banco de Semilla Básico de caña de azúcar de Sancti Spíritus con el uso de bioestimulantes sin emplear fertilizantes, además comprobar la factibilidad económica del uso de los bioproductos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en áreas del Banco de Semilla Básico de Caña de Azúcar de la provincia de Sancti Spíritus, ubicado en áreas de la comunidad Arroyo Blanco municipio de Jatibonico sobre suelos Pardos con carbonato (Hernández *et al.*, 2015) con la variedad INIVIT B-2 2005 cuyas características se describen en el Instructivo técnico para la producción de semillas de viandas (INIVIT, 2012).

INIVIT B-2 2005

Descripción del Clon

Se desarrolla en los diferentes tipos de suelos recomendados para el cultivo tanto en época de primavera como de invierno.

- ✓ **Ciclo de cosecha:** 120 días.
- ✓ **Forma de las raíces tuberosas:** Ovoides, corteza gruesa y superficie lisa.
- ✓ **Color de la piel:** Rojo intenso.
- ✓ **Color de la masa:** amarillo intenso.
- ✓ **Follaje:** Muy vigoroso.
- ✓ **Grosor del tallo:** gruesos superiores a los 8 mm de diámetro, corto y entrenudos cortos.
- ✓ **Color del tallo:** verde con pigmentos morado.
- ✓ **Hojas:** Borde entero, acorazonadas, pubescente, adultas de color verde y de superficie rugosa; pigmentación en la base de la hoja; vena principal pigmentada por el envés. Hojas jóvenes con bordes violáceos y muy pubescentes.
- ✓ **Número de raíces tuberosas por planta:** 3,6
- ✓ **Potencial de rendimiento (5 meses):** 60 t ha⁻¹

El estudio fue plantado en rotación de cultivo con la caña el 5 de noviembre de 2021 y cosechado el 10 de marzo de 2022 con 125 días, la aplicación de los bioestimulantes se realizó el 10 de enero de 2022 a los 65 días de plantado. El área de estudio no fue fertilizada.

El montaje del experimento se realizó en un diseño de bloques al azar con tres tratamientos (Testigo, Fitomas-EC y FitoMas-plus) y tres réplicas, en parcelas de 36 m² (10 m de largo con cuatro surcos de ancho, a una distancia entre surco de 0,90 m).

La semilla empleada fue básica procedente del propio banco.

Los tratamientos utilizados fueron:

- 1- Testigo.
- 2- FitoMas-EC una aplicación a 2 litros ha⁻¹

3- FitoMas-Plus una aplicación 2.0052 litros ha⁻¹ (mezcla en tanque 2 litros ha⁻¹ de FitoMas-EC y 5.2 mililitros ha⁻¹ de enerplant)

Se realizó una sola aplicación de los bioestimulantes cuando el cultivo tuvo suficiente área foliar, con mochilas ajustadas con boquillas Flood jet (en bandas sobre el surco) con una solución final calibrada de 200 L ha⁻¹.

Las variables evaluadas fueron rendimiento agrícola y la valoración económica. Para esta última variable el precio del boniato fue de \$ 33000 la tonelada (\$ 15 la libra) el costo del Fitomas-EC es el que paga el productor a AZUMAT, el costo de aplicación es el determinado por el servicio que le presta la empresa la base productiva y el del Enerplant se corresponde con la propuesta de la Resolución 313/2020 del Ministerio de Finanzas y Precios para la venta a los productores. El rendimiento agrícola fue estimado pesando los dos surcos centrales de cada repetición.

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y como hubo diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias mediante la prueba rangos múltiples con dócima de Tukey p<0,05. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1), donde el FitoMas-plus superó significativamente al FitoMas-EC y al Testigo, el FitoMas-EC también superó al Testigo, los valores porcentuales de estos Bioproductos respecto al testigo fueron de 48,15 y 18,9 % respectivamente (Figura 1).

Tabla 1. Resultados del Análisis de varianza entre los tratamientos estudiados

F. Variación	G.L	S. Cuadrados	C. Medios	Sign.
Tratamientos	2	250,92	125,46	**
Error	6	30,30	5,05	
X ± ES	32,7 ± 1,30			

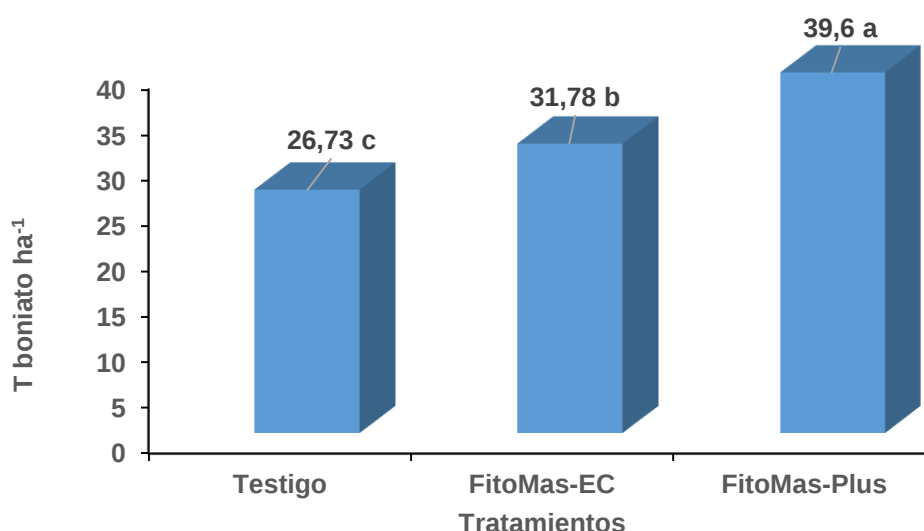


Figura 1. Diferencia entre los tratamientos en el variable rendimiento agrícola

La valoración económica (Tabla 2), reflejó que la relación beneficio costo expreso un incremento porcentual de 19 y 48 % en miles de pesos fue satisfactoria para los tratamientos con los bioestimulantes. Jorge *et al* (2023) alcanzaron ventajosos resultados en la producción de soya con el uso de FitoMas-Plus sin aplicar fertilizantes, al igual que Cobas *et al* (2016) en la producción de caña, con el uso de la mezcla de FitoMas-EC + Enerplant y el 50 % de la fertilización recomendada por el Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE).

Tabla 2. Valoración Económica

Costo del Enerplant	537,59/cup	5,2 mililitros	
Costo del FitomasEC	32/cup	Litros	
Costo del Fitomasplus	601,59/cup	Litros	
Costo de aplicación	32/cup	\$	
Tratamientos	Testigo	FitoMas-EC	FitoMas-plus
t boniato ha⁻¹	26,73	31,78	39,6
Diferencia	-	5,05	12,87
Precio t boniato	33000	33000	33000
Valor de la t boniato ha⁻¹	882090	1048740	1306800
Costo del producto + Aplicación		64	633,59
Total cup	882090	1048676	1306166,41
Beneficio cup		166586	424076,41
Beneficio/Costo		1,19	1,48

CONCLUSIONES

- 1- La aplicación de los bioestimulantes aumentó significativamente la producción de boniato con incrementos porcentuales del 18,9 % para el FitoMas-EC y 48,15 para el FitoMas-Plus.
- 2- La relación Beneficio/Costo reportó un efecto positivo de 1,19 para el FitoMas-EC y 1,48 para el FitoMas-Plus respecto al testigo.

BIBLIOGRAFÍA

- BALDOQUÍN, M.; M, ALONSO; Y. MANJUAN y I.J BERTOT. 2015. Respuesta agronómica del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad "Black Seed Simpson" ante la aplicación de bioestimulante Enerplant®. *Centro Agrícola*, 42 (3): 55-59.
- BIOTEC INTERNACIONAL S.A. 1996. Enerplant®. Regulador de crecimiento orgánico y bioactivador celular. BIOTROPIC. S.A. de C.V. Disponible en: <http://www.biotropic.com.mx>.
- CASTILLO, R.; A. BRENES; P. ESKER y L. GÓMEZ. 2014. Evaluación agronómica de trece genotipos de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agronomía Costarricense*, 38 (2): 67-81.

- DOMÉNECH, J.; R. COELLO Y E. ALARCÓN. 2010. Comportamiento del clon INIVIT 98-3 en las variantes de producción de esqueje en tecnología de cultivo en pozo y de forma tradicional, en condiciones de secano en la CPA "Mártires de Sevilla", Pilón. Periódico Granma, 31 pp.
- HERNÁNDEZ, A.; J.M, PÉREZ.; D. BOSCH Y N. CASTRO. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba: Instituto de Suelos. La Habana, Cuba, INCA, 92 pp.
- INIVIT, 2019. Instructivo Técnico del cultivo del boniato INIVIT, Cuba.
- INIVIT, MINAG 2012. Instructivo técnico para la producción de semillas de viandas. La Habana. p. 36.
- JORGE, H.; R. ZUAZNABAR; M. GONZÁLEZ; J. C. ROSA AND JUAN MIGUEL GONZÁLEZ RODRÍGUEZ. 2023. Evaluation of two biostimulants in soybean production. *MedCrave Online Journal of Biology and Medicine*, 8(1):1-3.
- MONTANO, R.; R. ZUAZNÁBAR; A. GARCÍA; M. VIÑALS Y J. VILLAR. 2007. FitoMas-E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera. *Revista ICIDCA*. 41(3):10-16, ISSN 0138-6204.
- MORALES TEJÓN, A.; M. LIMA DÍAZ; N. MAZA ESTRADA; S.J. RODRÍGUEZ MORALES; LILIAN MORALES ROMERO, R. ROMERO VEITÍA; R. DÍAZ HERNÁNDEZ; Y. RODRÍGUEZ GARCÍA; DANIA RODRÍGUEZ DEL SOL; J.A. HERRERA RODRÍGUEZ; PR. LAGO GATO Y F. TRIANA MARTÍNEZ. Nuevo clon de boniato INIVIT B- 2 2005 - Portal Provincial del Fórum de Ciencia y Técnica.
- RODRÍGUEZ, L. 2018. La producción de boniato (*Ipomoea batatas* L.) mediante la utilización de la tecnología china. (MINAG. 38)
- ZUAZNABAR, R.; M. DÍAZ; R. MARTÍNEZ; M. BARRERA; H. JORGE; C. FERNÁNDEZ; C. CARDENTY; M. PÉREZ; I. HERNÁNDEZ; N. TORRES; A. GARCÍA; A. RODRÍGUEZ; S. PINO; A. BORGES; F. HERNÁNDEZ; I. PLA; M. GONZÁLEZ; D. GIL; V. FRANCISCO; R. TÉLLEZ; L. RODRÍGUEZ; R. LABRADA E I. SANTANA. 2019. FitoMas-Plus nueva formulación de bioestimulantes más eficaz para caña de azúcar. *Revista ICIDCA*, Vol. 53 No 3. Sept-Dic, 2019.