

FITOMAS-PLUS: nueva formulación de bioestimulante más eficaz para la caña de azúcar

Rafael Zuaznábar-Zuaznábar^{1*}, Manuel Díaz-de los Ríos², Rigoberto Martínez-Ramírez¹, Reynerio Téllez Zorrilla¹, Marta Barrera Fontaner¹

1. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)

Carretera del Central Martínez Prieto, km 2½, Boyeros. La Habana, Cuba

2. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)

Vía Blanca No. 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana, Cuba

* rafael.zuaznabar@inica.azcuba.cu

RESUMEN

Los bioestimulantes FITOMAS-E y Enerplant, producidos por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar y la compañía de biotecnología Internacional S. A de C. V, de Cuba y México, respectivamente; aplicados de forma individual han alcanzado incremento del rendimiento agrícola. Lo anterior conllevó a desarrollar una línea de investigación encaminada a la producción de un nuevo bioestimulante, denominado FITOMAS-PLUS, a partir de la mezcla de ambos, en la fábrica del Instituto, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación sobre el rendimiento agrícola de la caña de azúcar en diferentes condiciones edafoclimáticas. Se estudiaron cuatro tratamientos, que se aplicaron con asperjadora acoplada al tractor, ajustadas con boquillas de abanico plano uniforme y solución final calibrada de 200 L/ha⁻¹. En el rendimiento agrícola, a partir del pesaje de los camiones, el FITOMAS-PLUS, a dosis de 2.5 L/ha⁻¹, en una sola aplicación, fue superior al tratamiento estándar de FITOMAS-E, a dosis de 2 L/ha⁻¹, en dos aplicaciones y similar a la mezcla de tanque de FITOMAS-E (2 L/ha⁻¹) + Enerplant (0.026 L/ha⁻¹), en dos aplicaciones; además reportó un beneficio de (1392.23 CUP) por hectárea y una relación costo/beneficio de 1.16 CUP.

Palabras clave: bioestimulantes, rendimiento agrícola, caña de azúcar, FITOMAS-PLUS.

ABSTRACT

Bio stimulants .brand named FITOMAS-E and Enerplant from The Cuban Research Institute of Sugarcane Derivatives (ICIDCA) Biotecfrom International SA of CV from Cuba and Mexico respectively applied individually over sugarcane fields achieved significant increases in cane yields, this drove to the development of a new bio stimulant named FITOMAS-PLUS at the ICIDCA's plant in Havana and tested for cane yield over cane fields at different soil and climate conditions. Four treatments were studied applying the product by sprayers coupled to a tractor fitted with flat -fan nozzles, calibrated for 200L/ha⁻¹ solution in the field. Results show "at tuck load" weighing for FITOMAS-PLUS at a single dose of 2.5L/ha⁻¹ a superior yield compared to the standard treatment of FITOMAS-E of two applications also to a mix of FITOMAS-E at a dose of 2L/ha-1 + Eneptlat (0.026 L/ha⁻¹) also in to applications, reporting a benefit of 1392.23 CUP per ha and a rate cost/ benefits 1.26 CUP.

Keywords: bio stimulants, agricultural yield, sugar cane, FITOMAS-PLUS.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de biotoestimulantes en los cultivos de interés económico ha recibido en los últimos años una renovada atención por parte de los investigadores y un significativo incremento en su producción y comercialización, por las diversas empresas nacionales e internacionales, ya que ha

sido constatada, con su aplicación, una mejoría en la cantidad y calidad de la producción final, con riesgos mínimos de contaminación ambiental (1, 2).

Los bioestimulantes son productos que contribuyen al desarrollo de las plantas, con marcado efecto antiestrés, biótico y abiótico (sequía, altas temperaturas, sobrehumedecimiento, enfermedades, daños mecánicos y afectaciones por uso inadecuado de plaguicidas), entre otros; así como también, en una mejor respuesta a la aplicación de fertilizantes (3).

Entre las referidas sustancias, con las cuales se ha ensayado en numerosos cultivos, se pueden mencionar el FITOMAS-E y el Enerplant. El FITOMAS-E es un compuesto natural producido por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), elaborado a partir de materiales proteicos, con aminoácidos, carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y minerales asociados a las cadenas orgánicas, formulado como líquido soluble y con comprobados efectos positivos sobre el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar (3, 4, 5) El Enerplant, producido por la compañía de biotecnología internacional (BIOTEC) S. A de C.V, de México, cuyo principio activo consta de oligosacáridos, también ha mostrado efectos positivos sobre la producción de caña (6, 7).

En 2016 se aplicó, en 80 000 ha de caña, el bioestimulante Enerplant, en mezcla de tanque con FITOMAS-E y la recomendación del Servicio de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) del INICA como base, que constituye la tecnología actual de Cuba, con resultados positivos en el incremento del rendimiento agrícola, en todas las condiciones edafoclimáticas evaluadas (4).

Trabajos posteriores realizados con el FITOMAS-E permitieron formular este en la planta industrial del ICIDCA, que mezclado con Enerplant dio lugar a una nueva formulación denominada FITOMAS-PLUS, que se evaluó en la zafra 2018-2019, a dosis de 2.5 L/ha^{-1} , con el objetivo de valorar la respuesta en el incremento del rendimiento agrícola de la caña de azúcar, en comparación con la mezcla de tanque de FITOMAS-E 2 L/ha^{-1} + Enerplant 0.026 L/ha^{-1} , en dos aplicaciones y con el tratamiento estándar de 2 aplicaciones de FITOMAS-E en las principales condiciones edafoclimáticas y con las variedades más extendidas en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución del trabajo se tomaron los resultados de 13 cosechas, de investigaciones realizadas en áreas de unidades de producción de caña (UPC), en los principales tipos de suelo donde se cultiva la caña de azúcar en Cuba; Ferralítico rojo, Pardo sialítico y Vertisoles (8). Las investigaciones se establecieron con variedades recomendadas por el Servicio de Variedades y Semillas (6). Las cepas evaluadas, en todos los casos, fueron retoños, en condiciones de secano y los tratamientos evaluados se describen:

- 1) FITOMAS-E a 2 L/ha^{-1} , dos aplicaciones (tratamiento estándar)
- 2) FITOMAS-E a 2 L/ha^{-1} + Enerplant a 0.026 L/ha^{-1} , mezcla de tanque, dos aplicaciones
- 3) FITOMAS-PLUS a 2.5 L/ha^{-1} , mezcla en fábrica, una aplicación
- 4) FITOMAS-E a 4 L/ha^{-1} + Enerplant a 0.052 L/ha^{-1} , mezcla de tanque, una aplicación

Las aplicaciones se realizaron al follaje del cultivo, de forma mecanizada, con asperjadora Uni-green acoplada al tractor, ajustada con boquillas de abanico plano uniforme, a una presión de 3 kg/cm^2 y una solución final calibrada de 200 L/ha^{-1} . La primera aplicación se realizó entre los 45 y los 60 días después de la cosecha y, la segunda, a los 30 días después de la primera.

Todos los tratamientos fueron fertilizados, según las recomendaciones realizadas por el Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE). Las labores culturales se realizaron

según el Instructivo Técnico para el Cultivo de la Caña de Azúcar (6). Las cosechas se realizaron con edad entre 12 y 13 meses, en verde, de forma mecanizada.

Tabla 1. Localización, variedad, cepa y suelo de las investigaciones realizadas

Empresa	UEB	UPC	Variiedad	Cepa	Suelo
Artemisa	A. Lincoln	C. Baliño	CP52-43	Soca	Ferralítico
Artemisa	A. Lincoln	I. Ricondo	Co 997	3er retoño	Ferralítico
Artemisa	Harlem	Corojalito	SP701284	3er retoño	P. sialítico
Mayabeque	M. Fajardo	P. Noriega	Co997	Soca	Ferralítico
Mayabeque	M. Fajardo	P. Noriega	Co997	Soca	Ferralítico
Matanzas	E. Republicana	Cuba Libre	C89-147	3er retoño	Ferralítico
Cienfuegos	C. Caracas	Ajuria	C87-51	2do retoño	Ferralítico
Cienfuegos	A. Sánchez	Vietnam	C86-12	3er retoño	Ferralítico
Villa Clara	I. Alfonso	J. Menéndez	CP52-43	3er retoño	P. sialítico
S. Spíritus	M. Hernández	Paredes	C323-68	Soca	P. sialítico
Granma	A. Colina	A. Cuevas	C87-51	2do retoño	Vertisoles
Guantánamo	A. Martínez	A. Escalante	C86-12	Soca	P. sialítico
Guantánamo	A. Martínez	M. Sánchez	C87-51	Soca	P. sialítico

Se evaluó el rendimiento agrícola en el momento de la cosecha, a través de la relación entre el peso y el área cosechada. El peso se obtuvo directamente en la báscula del centro de recepción, mientras que el área se calculó como el producto de la distancia entre surcos y la distancia recorrida por el medio de transporte para completar su carga en el campo; y para su determinación se fijaron, con GPS, las coordenadas del inicio y final del recorrido realizado, durante su llenado. Se empleó la fórmula $R = (10000/d) * M/D$, donde: R = Rendimiento agrícola en t/ha⁻¹, M = Peso de los tallos de un camión en toneladas, d = Distancia entre hileras y D = Distancia en metros recorrida para cargar el camión (4).

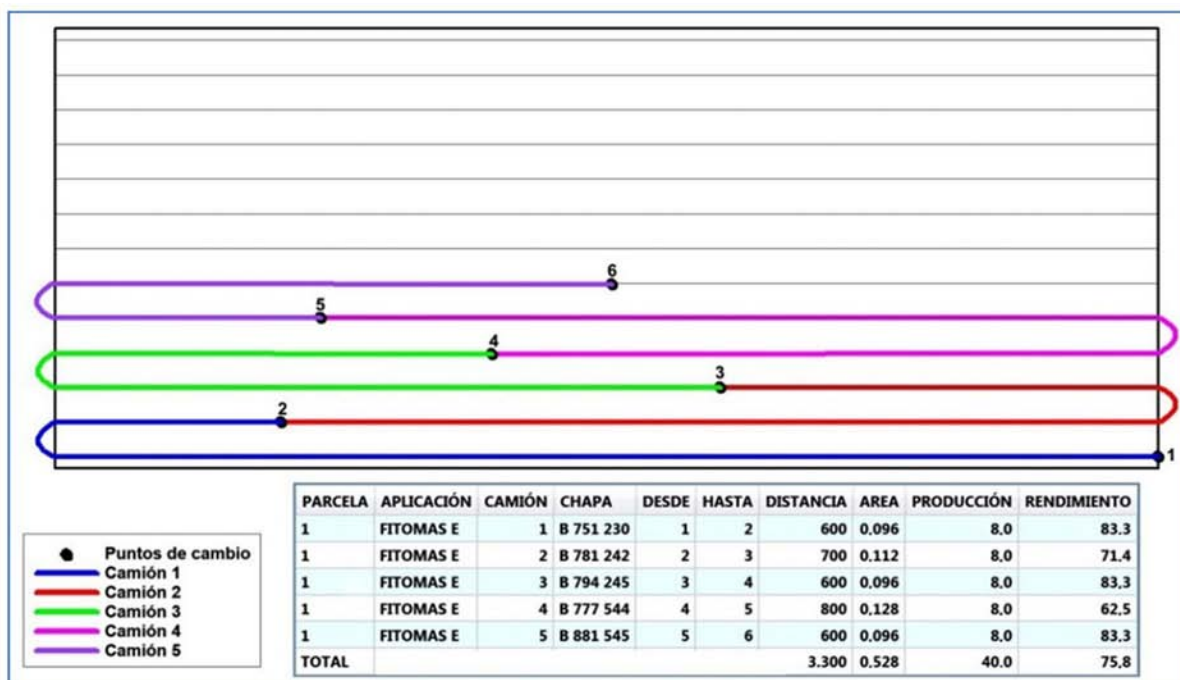


Figura 1. Esquema de la georeferenciación para evaluación del rendimiento agrícola.

Los datos experimentales se procesaron estadísticamente con el empleo del paquete estadístico Statgraphics v. 6.0, mediante Análisis de varianza, al 0.05 de probabilidad de error, previa comprobación de la normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilks. Cuando se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, para la comparación de las medias, se realizó la Prueba de rangos múltiples de Duncan, a igual nivel de significación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (figura 2) mostraron incremento en el rendimiento agrícola de las variantes con aplicaciones de FITOMAS-E y Enerplant, tanto en mezcla de tanque como en mezcla de fábrica, respecto al testigo, al que superaron en 8 t/ha^{-1} como promedio. Estos resultados corroboran los de otros estudios referidos al incremento significativo en el rendimiento agrícola que muestran los retoños de caña de azúcar, cuando son tratados con la mezcla de FITOMAS-E (4 L/ha^{-1}) + Enerplant (0.052 L/ha^{-1}), con respecto a los tratados solo con FITOMAS-E (4 L/ha^{-1}), aplicados ambos de forma fraccionada, entre los 60 y 90 días, después de la cosecha (4).

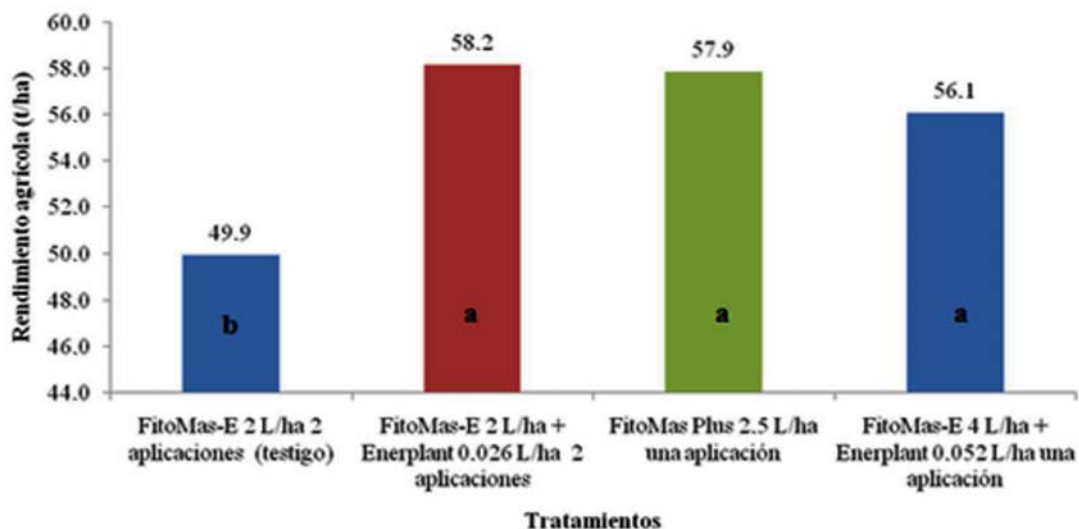


Figura 2. Resultados promedio obtenidos con los diferentes tratamientos.

En el análisis, por tipos de suelo, en los Pardo dialíticos el rendimiento agrícola en todas las variantes fue superior al alcanzado en los Ferralsol, en contraposición a lo informado por otros resultados que señalan mayores rendimientos en la zona edáfica de las Llanuras cársicas de suelos rojos y amarillos, en las que se localizan los suelos Ferralíticos (9). Los rendimientos más bajos se obtuvieron en los Vertisoles, en correspondencia con lo indicado para estos suelos, por este mismo autor, como se aprecia en figura 3.

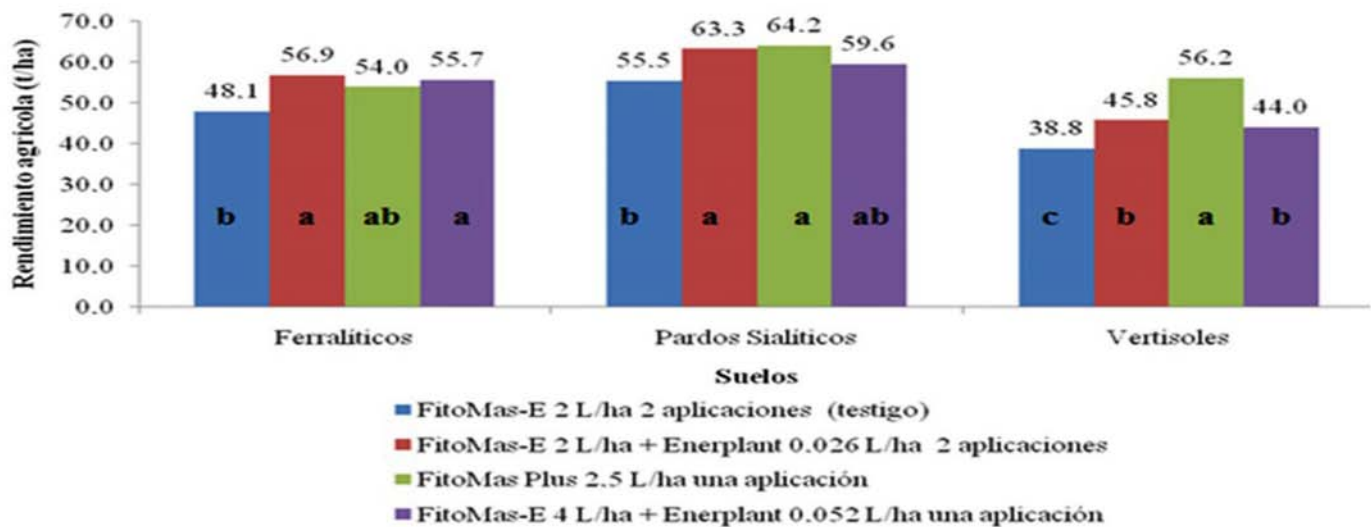


Figura 3. Rendimiento agrícola de los tratamientos evaluados por tipos de suelo.

En los suelos Ferralíticos, los tratamientos con la mezcla de FITOMAS-E y Enerplant superaron en 6 t/ha^{-1} , como mínimo, al testigo, con sólo dos aplicaciones de FITOMAS-E (figura 3). La variante a base de una aplicación de FITOMAS-PLUS, a 2.5 L/ha^{-1} , alcanzó resultados similares a la de FITOMAS-E y Enerplant, en mezcla de tanque, a 2 L/ha^{-1} y 0.026 L/ha^{-1} , respectivamente.

En los suelos Pardos Sialíticos también fueron muy semejantes los valores de rendimiento obtenidos por los tratamientos FITOMAS-E (2 L/ha^{-1}) + Enerplant (0.026 L/ha^{-1}), en dos aplicaciones, y FITOMAS-PLUS (2.5 L/ha^{-1}) en una aplicación, ambos con incrementos de más de 8 t/ha^{-1} , respecto al testigo. En los Vertisoles, sin embargo, resultó muy acentuada la diferencia, el FITOMAS-PLUS resultó, estadísticamente superior al resto de los tratamientos, en más de 10 t/ha^{-1} , y al testigo, en 17 t/ha^{-1} , figura 3.

Los resultados obtenidos en el factor cepa muestran, al igual que en el factor suelo, superioridad en el rendimiento de los tratamientos con aplicaciones conjuntas de FITOMAS-E y Enerplant, ya sea en mezcla de tanque o mezcla de fábrica (figura 4). En las cepas de primer, segundo y tercer retoño los resultados obtenidos por la aplicación de FITOMAS-PLUS fueron similares a los de FITOMAS-E (2 L/ha^{-1}) + Enerplant (0.026 L/ha^{-1}), en dos aplicaciones. La respuesta al incremento del rendimiento, en todas las cepas evaluadas, coincide con los resultados de evaluaciones recientes, quienes señalan este comportamiento como muy importante, debido a que los retoños son alrededor de 80 % del área aplicada anualmente, lo cual contribuye a obtener incrementos significativos en el rendimiento agrícola de la caña de azúcar en Cuba, por la aplicación de bioestimulante (4).

También se debe destacar, como aspecto importante, que todas las variedades evaluadas tuvieron respuesta a la aplicación de los bioestimulantes, lo que ratifica los resultados de los estudios realizados en el Central Motzorongo, Estado de Veracruz, en México y en Cuba, respectivamente (3, 5).

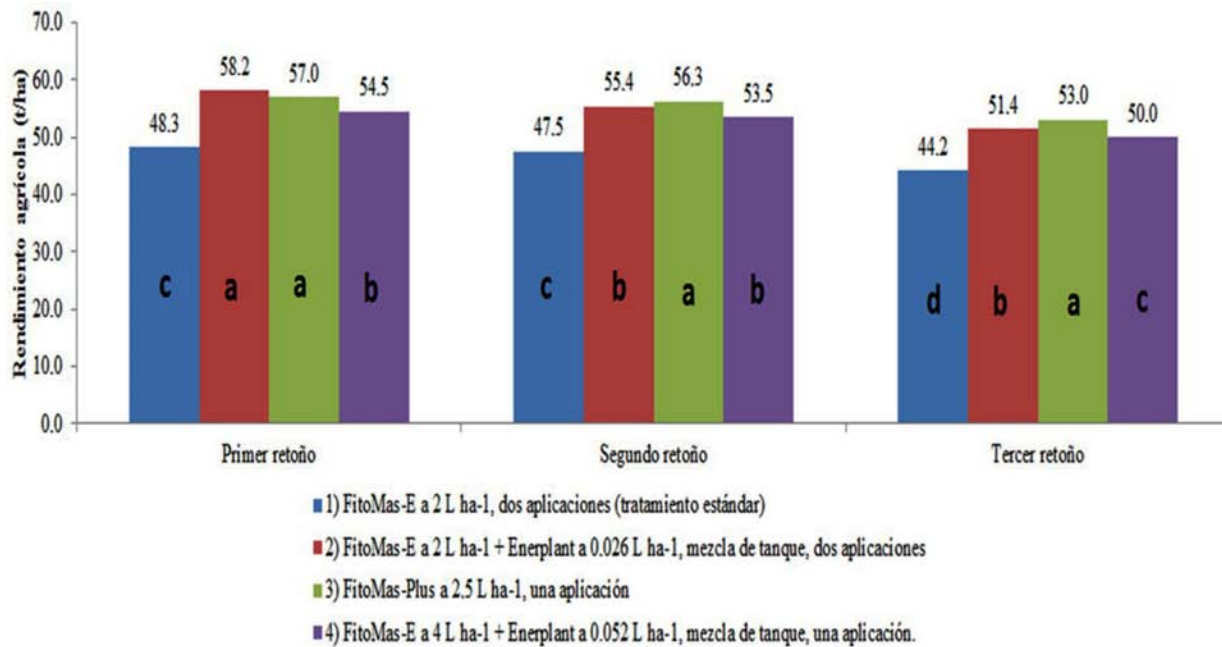


Figura 4. Rendimiento agrícola promedio por cepas.

En la evaluación económica se obtuvo que la dosis de 2.5 L/ha⁻¹ de la nueva formulación superó al tratamiento estándar en 8 t ha⁻¹ como promedio, en la zafra 2018-2019, en todas las variedades y en las principales condiciones edafoclimáticas en las que se estableció el cultivo de la caña de azúcar en Cuba, con una sola aplicación entre 60 y 90 días después de la cosecha y se alcanza un beneficio de (1392.23 CUP/ha) y una relación costo-beneficio de 1.16 CUP, tabla 2.

Además se reportan otras ventajas como:

- Disminuye el riesgo de compactación por la reducción del tráfico por el campo, ya que la aplicación de FITOMAS-PLUS se realiza en un solo pase, a 2.5 L/ha⁻¹ y en la mezcla de tanque de FITOMAS 2 L/ha⁻¹ + Enerplant 0.026 L/ha⁻¹ y el FITOMAS-E a 4 L/ha⁻¹ los tratamientos se hacen fraccionados en 2 aplicaciones.
- Se reduce la dosis de aplicación con ahorro de agua, combustible, salario y se facilita el almacenaje, transporte y la logística, en sentido general, en el manejo del bioestimulante por el incremento de la concentración, que permite la reducción, de alrededor de un 30 %, de los componentes en la formulación.
- Se garantiza un producto más concentrado, con apariencia uniforme, sin que sedimenten las partículas insolubles y más estables en sus propiedades físicas.
- Menor gasto de combustible, lubricantes y otros insumos, al realizar la aplicación en un solo pase.

Tabla 2. Análisis económico de los diferentes tratamientos evaluados

Tratamientos	FITOMAS-E 2 aplicaciones	FITOMAS-PLUS una aplicación	FITOMAS + Ener- plant 2 aplicaciones	FITOMAS + Ener- plant una aplicación
Rendimiento agrícola (t caña ha ⁻¹)	49.9	57.9	58.2	56.1
Diferencia	----	8.0	8.3	6.2
Valor t caña	175.0 CUP	175.0 CUP	175.0 CUP	175.0 CUP
Valor total caña	8732.5 CUP	10132.5 CUP	10185.0	9817.5
Costo producto + aplicación	132.88 CUP	140.65	205.48	145.48
Total CUP	8599.62 CUP	9991.85	9979.52	9672.02
Beneficio CUP	-----	1392.23	1379.90	1072.40
Relación B/C	-----	1.16	1.16	1.12
Dosis de los bioesti- mulantes	FITOMAS-E 2 L ha ⁻¹	FITOMAS-Plus 2.5 L ha ⁻¹	2 L ha ⁻¹ + 0.026	4 L ha ⁻¹ + 0.052 L ha ⁻¹
Costo de aplicación una hectárea	60 CUP			
Costo del litro de FITOMAS-E	3.22 CUP			
Costo del litro de FITOMAS-PLUS	6.24 CUP			
Costo de tratamiento Enerplant	72.6 CUP			

CONCLUSIONES

1. La mezcla de FITOMAS más Enerplant, tanto en fábrica (FITOMAS PLUS 2.5 L/ha⁻¹) en una sola aplicación, como de tanque (FITOMAS-E 2 L ha⁻¹ + Enerplant 0.026 Lha⁻¹) en dos aplicaciones superaron el tratamiento estándar de FITOMAS-E 2 L/ha⁻¹ en 2 aplicaciones, en 8 t ha⁻¹ de caña como promedio.
2. Con la aplicación entre 60 y 90 días después de la cosecha de FITOMAS PLUS en una sola aplicación se alcanza un beneficio (1392.23 CUP/ha) y una relación costo/beneficio de 1.16 CUP y con la mezcla de tanque de FITOMAS 2 L/ha⁻¹ más Enerplant 0.026 L/ha⁻¹ en 2 aplicaciones se alcanza un beneficio de (1379.90 CUP/ha) menos beneficio por hectárea aplicada (12.33 CUP/ha) que el anterior y una relación costo/beneficio de 1.16 CUP, por lo que ambos tratamientos resultan económicamente viables.
3. El tratamiento de FITOMAS-PLUS reduce la dosis de aplicación con ahorro de agua, combustible, salario y se facilita el almacenaje, transporte y la logística, en sentido general, en el manejo del bioestimulante por el incremento de la concentración.
4. Se alcanza incremento del rendimiento agrícola en todas las variedades de caña de azúcar evaluadas y en las diferentes condiciones edafoclimáticas, lo que pone de manifiesto la versatilidad de la mezcla de FITOMAS más Enerplant, tanto en fábrica como en tanque.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Díaz, J. C. (2003). Comunicación personal. Programa Integral de Manejo Agronómico. INICA.
2. Hernández, María; Olivia Moré y Miriam Núñez. (1999). Empleo de análogos de brasinoesteroides en el cultivo In vitro de papa (*Solanum tuberosum*, L). Cultivos Tropicales. 20(4): 41-44.
3. Zuaznábar, R., Díaz, J. C., Montano, R y Gallego, R. R. (2014). Diversas formulaciones de FitoMás-E ¿Mito o realidad en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba? Revista ATAC. ISSN 0138-7553 No. 1. p. 23.

4. Gallego, R; Zuaznábar Zuaznábar, R; De León M. E; y Martínez Ramírez, R. (2017). Respuesta de la caña de azúcar ante la aplicación de una mezcla de fitoestimulantes. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 51 (3) sept.-dic. 2017
5. Zuaznábar, R., Pantaleón, G., Milanés, N., Gómez, I., Herrera, A. (2013). Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMás-E en el Estado de Veracruz. Méjico. Revista ICIDCA. Vol. 47. No 2. p8-12.
6. Santana, I; González, M; Guillén, S; y Crespo, R. (2014). Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar /3ra edición. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ed. IRE PRODUCTION. ISBN: 978-959-300-036-9, 302 pp.
7. Santana, I. FitoMas & Enerplant. Un nuevo producto. Resúmenes Congreso del IAGRI, 2018.
8. Hernández, A; Pérez, J. M; Bosch, D; y Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Instituto de Suelos, Cuba. Ediciones INCA. La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-7023-77-7.
9. Arcia, J.; M. E. León, I. Santana y F. Sulroca. (2014). Los suelos. Factores limitantes y aptitud de las tierras. En: Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar/Santana, I., González Maribel, Guillen, S. y Crespo, R. 2^{da} edición. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. 302 pp.