

Fitomas-plus: nueva formulación de bioestimulante más eficaz para caña de azúcar

Rafael Zuaznabar-Zuaznabar^{1*}, Manuel Díaz-de los Ríos², Rigoberto Martínez-Ramírez¹, Marta Barrera-Fontanet¹, Héctor Jorge-Suarez¹, Ciro Fernández-Martínez¹, Carlos Cardentey-Cardoso¹, Mirta Pérez-Marquez¹, Ismael Hernández-Valle¹, Niurka Torres-Ibarra¹, Adriel García-Carrera¹, Arelis Rodríguez-Martínez¹, Sandalio Pino-Avila¹, Alíen Borges-Alvarez¹, Fidel Hernández-Hernández¹, Iveth Pla-Abreu¹, Miguel González-Núñez¹, Duvier Gil-Gonzalez¹, Vidal Francisco-Blanco¹, Reynerio Téllez-Zorrilla¹, Lorenzo Rodríguez-Estrada¹, Reinerio Labrada-Vilas¹ e Ignacio Santana-Aguilar³

1. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera del Central Martínez Prieto, km 2½, Boyeros, La Habana, Cuba.
*rafael.zuaznabar@inica.azcuba.cu
2. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.
3. Biotec Internacional S.A de C.V. México.

RESUMEN

Los bioestimulantes FitoMas-E y Enerplant, producidos por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y la compañía Biotec Internacional S.A de C.V, de Cuba y México, respectivamente aplicados individualmente 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 en la fábrica del ICIDCA de los mismos 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 (1392.23 CUP) por hectárea y una relación costo/beneficio de 1.16 CUP.

Palabras clave: bioestimulantes, rendimiento agrícola, caña de azúcar.

ABSTRACT

The biostimulants FitoMas-E and the Enerplant, produced by the Cuban Sugarcane Derivatives Research Institute (ICIDCA) and the company Biotec International SA de CV, from Cuba and Mexico, respectively applied individually have achieved an increase in agricultural yield. This led to the development of a line of research aimed at the production of a new biostimulant, called FitoMas-Plus, from the mixture in the ICIDCA factory of the same with the objective of evaluating the effect of the application on agricultural yield of sugarcane in different soil and climate conditions. Four treatments were studied, which were applied with a sprayer coupled to the tractor, fitted with flat-fan nozzles and a final solution calibrated at 200 L ha⁻¹. In the agricultural yield, from the weighing of the trucks the FitoMas-Plus at a dose of 2.5 L. ha⁻¹, in a single application, was superior to the standard treatment of FitoMas-E at a dose of 2 L.ha⁻¹, in two applications and similar to the tank mix of FitoMas-E (2 L.ha⁻¹) + Enerplant (0.026 L. ha⁻¹), in two applications, it also reported a benefit (1392.23 CUP) per hectare and a ratio cost / benefit of 1.16 CUP.

Key words: biostimulants, agricultural yield, sugar cane.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de bioestimulantes 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 una mejoría en la cantidad y calidad de la producción final con su aplicación, con riesgos mínimos de contaminación ambiental (2, 5).

Los bioestimulantes son productos que coadyuvan en la aptitud de las plantas para su desarrollo, con marcado efecto anti estrés biótico y abiótico (sequia, altas temperaturas, sobre humedecimiento, enfermedades, daños mecánicos y afectaciones por uso inadecuado de plaguicidas) entre otros y mejor respuesta a la aplicación de fertilizantes (8).

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, 8, 9). El Enerplant, producido por BIOTEC internacional 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 el 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 (3).

Trabajos posteriores realizados con el FitoMas-E permitieron formular este en la planta industrial del ICIDCA, en mezcla con Enerplant, dando 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 (4). 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 a continuación.

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/cm² y una solución final calibrada de 200 L ha⁻¹. La primera aplicación se realizó entre los 45 a 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	Variedad	Cepa	Suelo
Artemisa	A. Lincoln	C. Baliño	CP52-43	Soca	Ferralítico
Artemisa	A. Lincoln	I. Ricondo	Co997	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. Espíritu	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

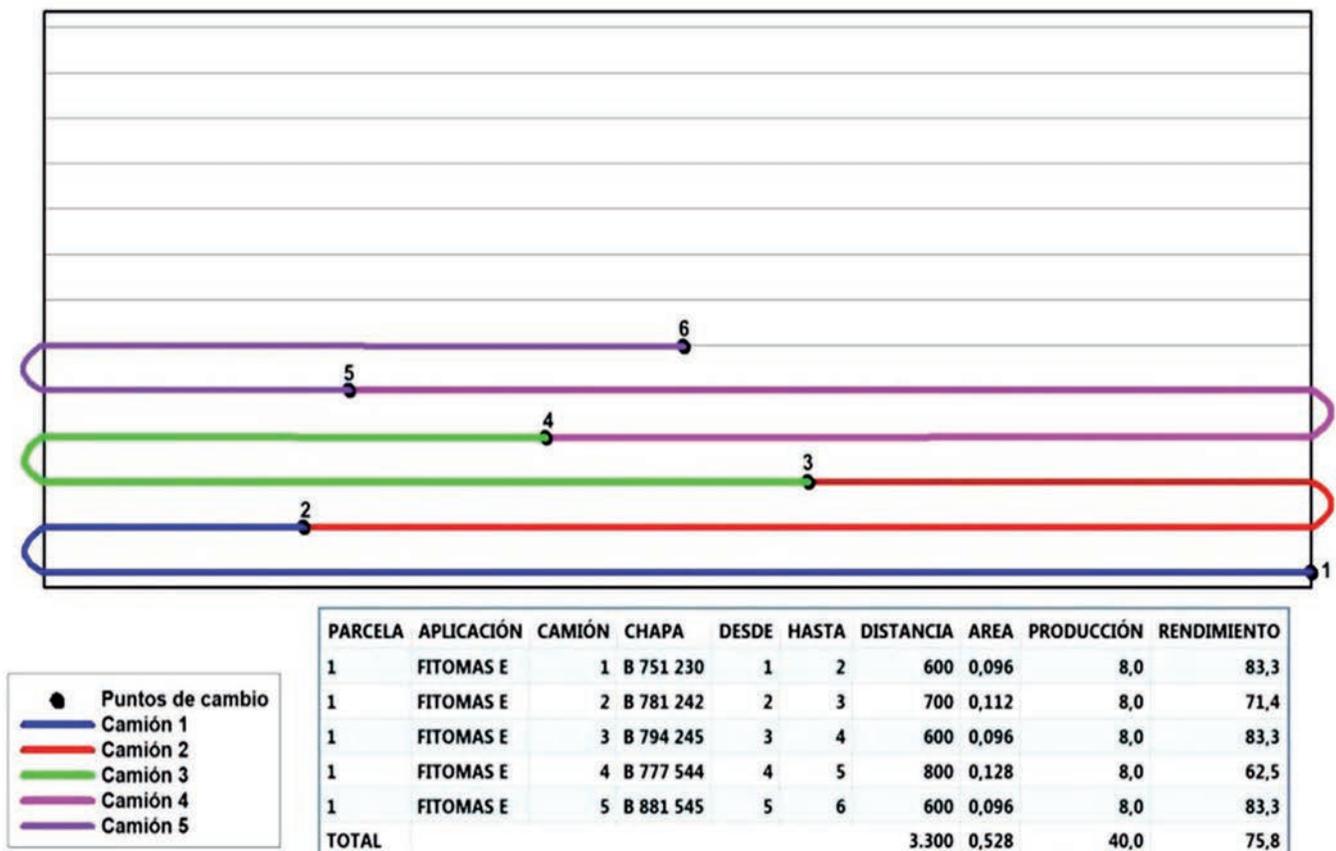


Figura 1. Esquema de la georeferenciación para evaluación del rendimiento agrícola.

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 (3).

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 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 sólo con FitoMas-E ($4\ L\ ha^{-1}$), aplicados ambos de forma fraccionada, entre los 60 y 90 días después de la cosecha (3)(figura 2).

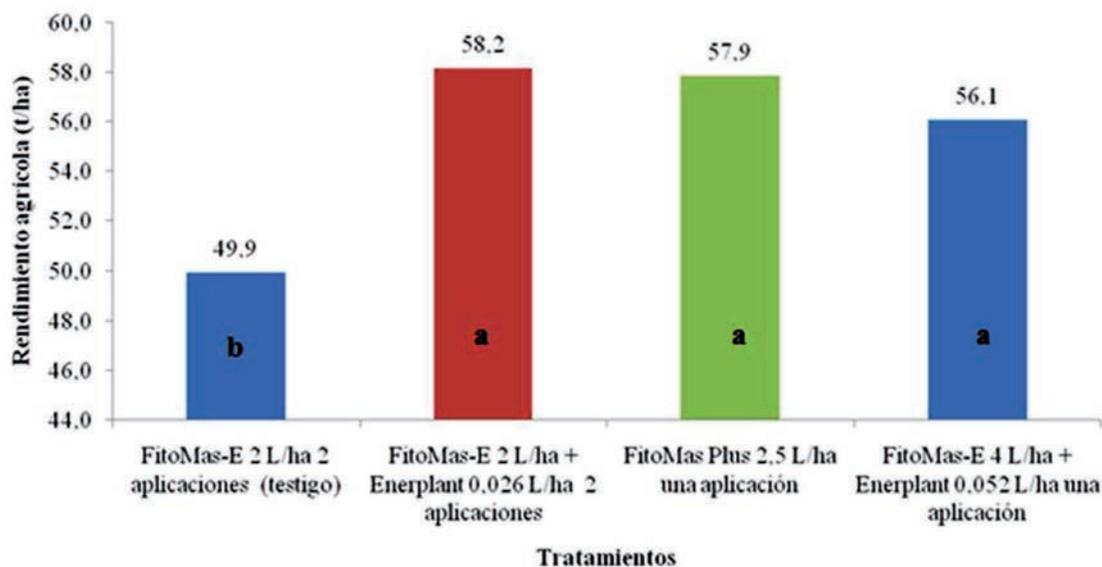


Figura 2. Resultados promedios obtenidos con los diferentes tratamientos.

En el análisis por tipos de suelo en los Pardo sialíticos 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 (1). Los rendimientos más bajos se obtuvieron en los Vertisoles, en correspondencia a lo indicado para estos suelos por este mismo autor (figura 3).

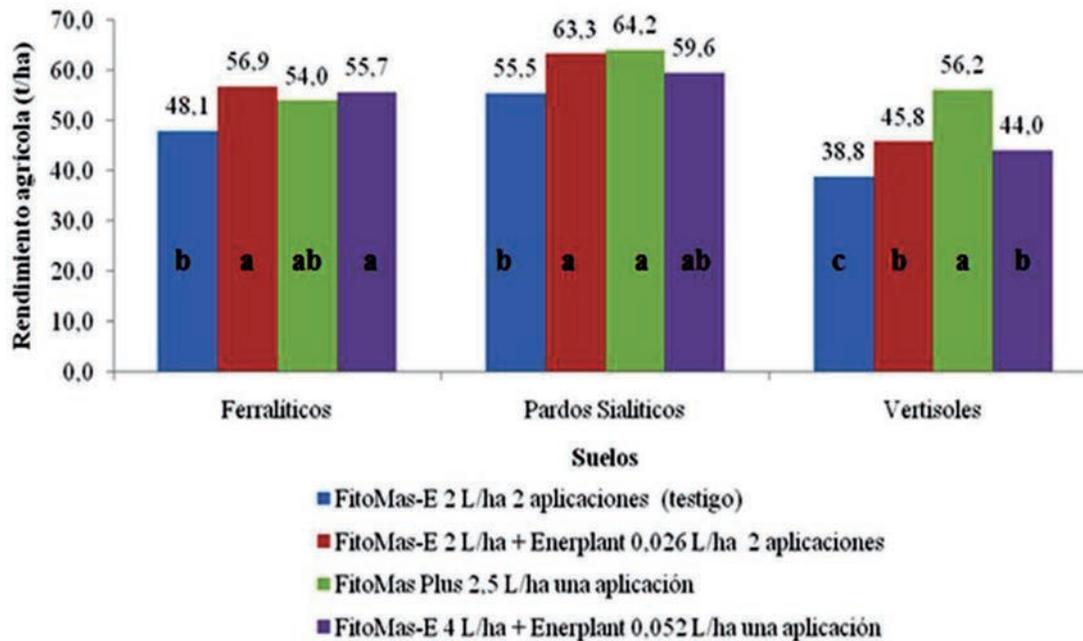


Figura 3. Rendimiento agrícola de los tratamientos evaluados por tipos de suelo.

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 solo 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 (3).

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 en el Estado de Veracruz en México y en Cuba respectivamente (8, 9).

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 donde se establece el cultivo de la caña de azúcar en Cuba, con una sola aplicación entre 60 y 90 días después de la cosecha se alcanza un beneficio (1392.23 CUP/ha) y una relación costo beneficio de 1.16 CUP (tabla 2).

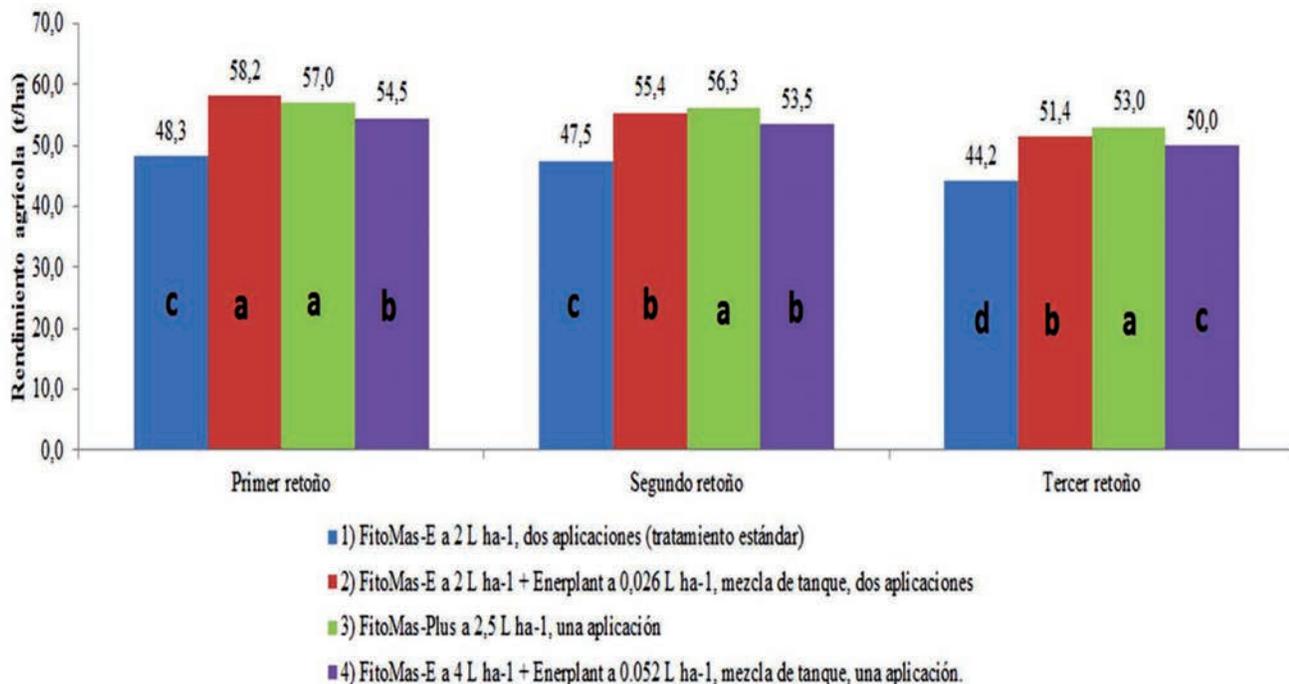


Figura 4. Rendimiento agrícola promedio por cepas.

Tabla 2. Análisis económico de los diferentes tratamientos evaluados

Tratamientos	FitoMas-E 2 aplicaciones	FitoMas-Plus una aplicación	FitoMas + Enerplant 2 aplicaciones	FitoMas + Enerplant 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				

Además de reportarse otras ventajas como son:

- 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 almacenamiento, transporte y la logística en sentido general en el manejo del bioestimulante por el incremento de la concentración que permite la reducción 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.

CONCLUSIONES

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 L ha⁻¹) en dos aplicaciones superaron al tratamiento estándar de FitoMas-E 2 L ha⁻¹ en 2 aplicaciones en 8 t ha⁻¹ de caña como promedio.

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 (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.

El tratamiento de FitoMas-Plus reduce la dosis de aplicación con ahorro de agua, combustible, salario y se facilita el almacenamiento, transporte y la logística en sentido general en el manejo del bioestimulante por el incremento de la concentración.

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 tanque.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zuaznábar, R., Pantaleón, G., Milanés, N., Gómez, I., Herrera, A. Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMás-E en el Estado de Veracruz. Méjico. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 47 (2).pp. 8-12, 2013
2. 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. 2da edición. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. 302 pp.
3. 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.
4. 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? ATAC. ISSN 0138-7553 No. 1. p. 23.
5. Díaz, J. C. (2003). Comunicación personal. Programa Integral de Manejo Agronómico. INICA.
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. 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.
9. 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.