

**APLICACIÓN DE FITOMAS-E EN DIFERENTES CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS.
ESTUDIO DE CASO INGENIO CENTRAL MOTZORONGO, S. A. DE C. V., VERACRUZ,
MÉXICO.**

**FITOMAS-E APPLICATION IN DIFFERENT EDAPHOCLIMATIC CONDITIONS. CASE
STUDY IN “CENTRAL MOTZORONGO, S. A. DE C. V.”, SUGAR MILL, VERACRUZ,
MÉXICO.**

Nelson Milanés Ramos¹, Rafael Zuaznábar Zuaznábar¹, Genaro Pantaleón Paulino², Israel Gómez Juárez², Agustín Herrera Solano³, Lorenzo Rodríguez Estrada¹, Alberto García García⁴, José Villar⁴, Lázaro Pardo Mora¹ y Sandalio Pino Avila¹.

¹ Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, INICA, AZCUBA. Cuba. nmilanes@uv.mx

² Ingenio Central Motzorongo, S. A. de C. V., Veracruz, México.

³ Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, México

⁴ Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA, Cuba.

RESUMEN

En las condiciones del Central Motzorongo sobre suelo Luvisols ortico con la variedad RD75-11 los resultados alcanzados demuestran un incremento sostenido en los componentes del rendimiento agrícola y como consecuencia un aumento de 16 t/ha de caña cuando se aplica el bioestimulante FitoMas-E combinado con la fertilización recomendada, en comparación con las plantaciones que no fueron beneficiadas con el producto; sin embargo en ningún caso hubo diferencia en los parámetros evaluados en la calidad de los jugos antes de la cosecha (sacarosa, brix, humedad, purezas y azúcares reductores). Además no se detectaron daños fitotóxico en el cultivo por la aplicación del producto y se obtuvo una ganancia neta adicional de 5874.64 \$ por hectárea en el análisis económico efectuado después de la cosecha superior al testigo sin tratar. También se describen los resultados de las aplicaciones del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMas-E en plantaciones comerciales de Cuba en el 2013 y cosechadas en el 2014 en diferentes condiciones edafoclimáticas, ciclos y variedades de caña de azúcar a dosis entre 2 y 4 l/ha con el empleo de los medios convencionales utilizados en la aplicación de plaguicidas, donde se obtuvo un incremento promedio de 12.72 t/ha lo constituye una tecnología establecida y generalizada en la agricultura cañera en Cuba que resulta técnicamente eficaz, económicamente viable y ambientalmente segura.

Palabras claves: Caña de azúcar, bioestimulante, efectos fitotóxico.

SUMMARY

Under the conditions of Central Motzorongo, S. A. de .C V. sugar mill on soil Luvisols orthic with variety RD 75-11 show the results achieved sustained in the components of crop yield increase and consequently an increase of 16 t / ha of sugarcane when applied biostimulant Fitomas-E combined

with the recommended fertilization, compared with plantations which were not beneficiaries of the product; however, in no case was there a difference in quality parameters evaluated in juices before harvest (sucrose, Brix, humidity, purity and reducing sugar). Furthermore, no phytotoxic damage was detected in the culture by applying the product and an additional net profit of \$ 5,874.64 per hectare in the economic analysis conducted after the harvest superior to the untreated control was obtained. The results of the application of biostimulant the growth and development of sugarcane Fitomas-E in commercial plantations of Cuba in 2013 and harvested in 2014 in different soil and climatic conditions, cycles and varieties of sugarcane are also described at doses between 2 and 4 l / ha with the use of conventional media used in pesticide application, where an average increase of 12.72 t / was obtained has what is an established and widespread technology in sugarcane agriculture in Cuba that is economically viable and environmentally safe.

Keywords: Sugarcane, biostimulant, phytotoxic effects

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico multidisciplinario en la actualidad permite la intensificación en la producción agrícola, asumiendo esquemas sostenibles, diseñados para que cada proceso logre una eficiencia óptima, al tiempo que se reduce cada vez más el efecto negativo sobre el ambiente provocado por el uso intensivo de agroquímicos de origen mineral. La introducción de diferentes bioproductos en la agricultura moderna tales como bioplaguicidas, biofertilizantes, madurantes fisiológicos, inhibidores de la floración y activadores de las funciones biológicas obtenidos de materiales orgánicos, están entre los logros más importantes de este desarrollo (Montano., *et al* 2007). Con la búsqueda de productos que ayuden a mantener el equilibrio en el entorno se desarrolló por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) un bioestimulante del crecimiento y desarrollo del cultivo, nuevo derivado de la industria azucarera, denominado FitoMas-E que es un producto con marcadas propiedades antiestrés (Montano y Villar, 2005). En las condiciones edafoclimáticas de México, Cuba y el área de Centroamérica y el Caribe en múltiples circunstancias para producir una tonelada de tallos molederos las dosis recomendadas de fertilizantes químicos para los ingenios resultan insuficientes para satisfacer sus requerimientos Salgado *et al.*, (2000); además se ha detectado que solo alrededor del 50 % del N del fertilizante aplicado es utilizado por el cultivo de la caña de azúcar Salgado *et al.*, (2001) y el resto toma un destino que no resulta favorable para el agroecosistema. Todo lo anteriormente analizado plantea la necesidad de buscar nuevas estrategias de fertilización que permitan conservar la fertilidad para producir caña de azúcar de manera sostenible y que a la vez sea una práctica de conservación y mantenimiento del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se describen los resultados de la aplicación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMas-E en plantaciones comerciales de todas las provincias de Cuba, donde esta práctica constituye una tecnología establecida y generalizada por los resultados alcanzados y por la gran aceptación de productores, técnicos, especialistas y directivos del Grupo Empresarial Azucarero Azcuba y por las instituciones de investigación del país.

Como antecedente para la implementación de esta tecnología se establecieron estudios extensivos donde se realizaron las siguientes evaluaciones en las áreas tratadas y el testigo sin tratar: rendimiento agrícola del cultivo (por pesaje directo) en el momento de la cosecha, diámetro y longitud de los tallos,

población de tallos antes del cierre del campo y en la cosecha. También se realizaron análisis de variables industriales o calidad de jugos (brix, sacarosa, humedad y azúcares reductores y pureza), antes de la cosecha.

Para las aplicaciones se utilizaron asperjadoras de espalda con solución final entre 150 y 200 l/ha, aunque generalmente se realizaron con asperjadora acoplada a tractor con solución final calibrada entre 250 y 300 l/ha, con altura del cultivo entre 60 y 90 cm y dosis entre 2 y 4 l/ha en una sola aplicación. El área tratada abarcó los principales tipos de suelo, los diferentes ciclos y las principales variedades de caña de azúcar, así como condiciones de riego y temporal.

Los estudios fueron conducidos por las Direcciones de Manejo Agronómico y Extensión Agrícola del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar y en cada provincia con la participación integral de las Estaciones Provinciales de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Empresas Azucareras y los extensionistas de cada ingenio azucarero.

Después de un periodo escalonado de validación comercial a partir de la zafra 2008-2009 se aplica el bioestimulante de forma general en todas las plantaciones de caña de azúcar en Cuba.

Por otra parte para evaluar la eficiencia del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMas-E, se estableció una extensión, en seis hectáreas, de la División Tetela del Ingenio Central Motzorongo en la propiedad de Justo Antonio Fructuoso Collas que se describe en la Tabla I.

Tabla I. Características generales de la Extensión de la División Tetela

Variedad	Suelo	Fertilización	Aplicación	F. cosecha	Medio aplicación
RD 75-11	Luvisols ortico	500kg/ha 16-10-14	90 días de plantado.	15- 3- 2013	Asperjadora acoplada a tractor
Dosis	Solución final calibrada	Rendimiento testigo t/ha	Rendimiento FitoMas t/ha	Cosecha	Pesaje
3 l/ha	300 l/ha	119	135	Quemada con 16 meses	Directo en báscula

El periodo en el que se desarrolló el estudio mantuvo un comportamiento normal de las precipitaciones con un promedio de 1664 mm anuales.

El estudio se estableció en un Diseño Muestral en Franjas donde se establecieron 4 estaciones de muestreo conformadas por 6 surcos de 10 m de longitud separados a 1.20 m para un área de parcela de 72 m² donde se realizaron las siguientes evaluaciones.

- Diámetro, altura y número de tallos/m antes de la cosecha.
- Análisis de laboratorio de calidad de los jugos (brix, sacarosa, pureza, humedad y azúcares reductores).
- Rendimiento agrícola por pesaje directo en la cosecha.

Las evaluaciones y mediciones realizadas fueron procesadas mediante análisis de varianza y cuando existió diferencia entre las medias, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey con 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las evaluaciones realizadas a los componentes del rendimiento agrícola en el momento de la cosecha, del estudio extensivo, el diámetro y longitud de tallos con la dosis de 3 l/ha, resultaron estadísticamente superiores al testigo comercial, estos resultados corroboran los obtenidos por Zuaznábar *et al.*, (2013) en México y Gallego, (2014) en Cuba quienes en evaluaciones realizadas en diferentes condiciones edafoclimáticas de ambos países, obtuvieron incrementos significativos de estos

parámetros con la aplicación de distintas dosis del producto en comparación con el testigo sin tratar (Tabla II).

La población expresada en número de tallos por metro lineal, no mostró diferencia entre ninguno de los tratamientos evaluados. Al respecto Jorge, (2011) reportó que de los componentes del rendimiento agrícola, generalmente este parámetro es el que menos variación sufre en el manejo del cultivo y el más asociado a las características genéticas de cada variedad.

Al respecto García (1998), planteó que el número de tallos puede derivarse de las características de la variedad, que logra presentar un cierre de campo temprano y un elevado ángulo entre la hoja y la vaina. En estas variedades, el cierre de campo puede provocar una reducción más acentuada en el ahijamiento que en las variedades de cierre de campo más tardío.

Tabla II. Resultados de los componentes del rendimiento agrícola

Tratamientos	Diámetro (cm)	Longitud (m)	Tallos/m
Testigo	2.45 ^b	2.60 ^b	12.51
FitoMas 3 l/ha	2.63 ^a	2.81 ^a	12.47
CV	2.81	3.91	7.39

Los resultados del rendimiento agrícola estuvieron influenciados por el comportamiento de sus componentes, por lo que el tratamiento de FitoMas-E a 3 l/ha, también resultó significativamente superior al testigo comercial con un incremento de 16 t/ha que representa incrementos de 13.44 %, (Tabla III).

Tabla III. Resultados del rendimiento agrícola en cosecha

Tratamientos	Rendimiento(t/ha)	Incremento (t/ha)	Incremento (%)
Testigo	119.0 ^b	----	----
FitoMas 3 l/ha	135.0 ^a	16.0	13.44
C.V	14.21	----	----

El análisis de los parámetros industriales realizados en la cosecha de la extensión, mantuvo un comportamiento uniforme en todos los casos, sin diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Estos resultados ratifican los obtenidos por Mayor, (2009) y de Zuaznabar *et al.*, 2013 en Cuba y México respectivamente que en diferentes condiciones edafoclimáticas con la aplicación del bioestimulante FitoMas-E a distintas dosis no encontraron influencias sobre las variables industriales o calidad de los jugos (Tabla IV).

Tabla IV. Resultados de los análisis de las variables del rendimiento de fábrica

Tratamientos	Brix	Sacarosa	Humedad	Reductores	Pureza
Testigo	21.5	13.75	71.0	0.16	89.7
Fitomas-E	21.6	13.77	70.0	0.15	89.0
C.V	2.04	2.83	7.71	0.45	11.32

Los indicadores evaluados en el análisis económico resultaron favorables al área beneficiada con el bioestimulante (Tabla V), donde el valor de la producción resultó superior al testigo convencional en 7400.0 \$/ha lo que permitió alcanzar una utilidad neta que se diferencia del testigo en 5874.64 MN/ha; no obstante haber superado al testigo en el costo de producción por hectárea y el costo de la fertilización por hectárea en 185.36 y 1140 MN/ha respectivamente.

A los resultados alcanzados se le deben adicionar la fitocompatibilidad del FitoMas-E que permite ser utilizado en mezclas con otros agroquímicos lo que permite su uso simultáneo con otras aplicaciones, la tolerancia del cultivo que no sufre afectaciones por su empleo a cualquier dosis y la afectación que puedan sufrir cultivos de interés económico colindantes.

Finalmente las experiencias en Cuba con las aplicaciones del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMas-E constituye una tecnología y se aplica de forma generalizada en todas las plantaciones comerciales del Grupo Empresarial Azucarero (Azcuba), por provincias el área a beneficiada en el 2014 se describe en la Tabla VI.

De las áreas aplicadas se tomaron las de rendimiento agrícola más elevado y se compararon con áreas testigos sin tratar encontrándose que las provincias que alcanzaron un incremento superior en el rendimiento agrícola fueron Pinar del Río, Ciego de Ávila y Guantánamo que superaron en todos los casos como promedio las 14 t/ha y los territorios que tuvieron los valores inferiores fueron en orden descendente Cienfuegos, Santiago de Cuba y La Habana que fue la única que no superó las 10 t/ha.

Estos resultados ratifican los obtenidos por Díaz, (2003), Hernández *et al.*, 20004, Mayor, (2009) y Zuaznabar *et al.*, 2014 que en experimentos y extensiones evaluadas en Cuba lograron incrementos sostenidos del rendimiento agrícola del cultivo en diferentes condiciones edafoclimáticas, con distintos ciclos y variedades, y diferentes medios de aplicación (mochilas, asperjadoras, cañón y medios aéreos) con dosis entre 2 y 4 l/ha.

Tabla V. Análisis económico de la Extensión con FitoMas-E, en pesos mexicanos

Tratamientos	Rend. campo (t/ha)	Precio tonelada caña	Valor producción/ha	Costo producción/ha	Costo fertilizante/ha	Utilidad neta/ha
Testigo	119.0 ^b	450.0	53550.0	16418.71	3800.0	33331.29
FitoMas 3 l/ha	135.0 ^a	450.0	60750.0	16604.07	4940.0	39205.93
Diferencia	16.0		7400.0	-185.36	-1140.0	5874.64
C.V	5.87					

Tabla VI. Área total y evaluada por provincias con FitoMas-E, en Cuba

Provincias	Área total (ha)	Área evaluada (ha)	Incremento (t/ha)
Pinar del Río	32970.7	15000.0	19.70
La Habana	35388.3	17200.0	9.82
Matanzas	54060.6	19000.0	11.50
Cienfuegos	48370.5	17500.0	10.84
Villa Clara	85557.3	23970.0	11.95
Sancti Spiritus	39365.3	12330.0	12.90
Ciego de Ávila	71657.8	20200.0	14.84
Camaguey	78572.9	18500.0	13.05
Las Tunas	75648.1	18700.0	12.50
Holguín	55077.7	19300.0	10.85
Granma	44061.0	11500.0	13.10
Santiago de Cuba	40577.5	12000.0	10.40
Guantánamo	11958.6	7000.0	14.10
Total	674155.2	212200.0	12.72

Además se reportan otras bondades fehacientemente demostradas del bioestimulante FitoMas-E, entre las que se citan:

- Estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas.
- Mejora la nutrición, ya que la planta alcanza una mejor eficiencia en el uso de los nutrientes de la fertilización y solución del suelo.

- Ayuda a superar los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, daños mecánicos, enfermedades y plagas.
- Incrementa la microflora en las inmediaciones de las raíces.

Por otra parte posee propiedades que favorecen su uso y lo ratifican como un producto muy flexible como son:

- ✓ No es fitotóxico al cultivo de la caña de azúcar con ninguna de las dosis estudiadas.
- ✓ Amigable con el ambiente en sentido general.
- ✓ Elevada fitocompatibilidad, por lo que se puede mezclar con diferentes agroquímicos, productos biológicos y otros que se utilizan en la agricultura conservacionista y sostenible.
- ✓ No requiere inversión ni equipamiento especial para su aplicación y manejo.
- ✓ Actúa en cualquier fase fenológica del cultivo, por lo que puede aplicarse más de una vez, aunque un solo tratamiento suele ser decisivo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La aplicación de FitoMas-E ocasionó un incremento significativo de la longitud y diámetro del tallo en comparación al testigo, a las dosis de 3 l/ha en la extensión establecida en el Ingenio Central Motzorongo. En la variable de población expresada en tallos/m lineal no se detectaron diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento del bioestimulante.
- El aumento del rendimiento agrícola con la aplicación de FitoMas-E, fue de 16 t/ha que representa incremento de 13.44 %
- El FitoMas-E no influyó en la calidad de los indicadores azucareros analizados (brix, sacarosa, humedad, azúcares reductores y pureza).
- No se detectaron daños fitotóxicos en el cultivo por la aplicación del producto en ningún caso y se obtuvo una ganancia neta adicional de 5874.64 \$ por hectárea en el análisis económico efectuado después de la cosecha superior al testigo sin tratar en el estudio extensivo del Ingenio Central Motzorongo.
- La generalización de la aplicación del FitoMas-E a dosis entre 2 y 4 l/ha constituye una tecnología establecida, con resultados satisfactorios que alcanza un incremento del rendimiento agrícola promedio de 12.72 t/ha que abarca todos los ciclos, variedades y medios de aplicación en las diferentes condiciones edafoclimáticas de Cuba, con innumerables bondades que lo ratifican como un producto muy flexible para la agricultura cañera.

REFERENCIAS

- Díaz, J. C. (2003).** Evaluación de FitoMas en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba. Ciudad de la Habana. Proyecto de Investigación INICA. Material mimeografiado, 12 p.
- Gallego, R. (2014).** Efecto de un bioestimulante del crecimiento y la fertilización mineral sobre la caña de azúcar. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias. INICA. 105 p.
- García, R. (1998):** Evaluación de diferentes distancias de plantación en el cultivo de la caña de azúcar. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias. INICA. 1998. 95 p.

- Hernández, F., Zuaznábar, R., Cortegaza, P. L., Jiménez, F., Olivera, E., García, E., Fernández, C., Martínez, R., Morales, M., Angarica, E., Creach, I., de León M y Díaz, J. J., (2004).** Resultados experimentales y de extensión del FitoMás-E en caña de azúcar 2003-2004. Informe de Etapa del Proyecto FitoMás –E del INICA, 15 p.
- Mayor, J. L., 2009.** Respuesta de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) a la aplicación de un fitoestimulante de producción nacional. Tesis presentada en opción al Título Académico de Maestro en Ciencias en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. 92 p.
- Montano, R y Villar, J. 2005.** Impacto del bionutriente FitoMás-E tanto en la agricultura convencional como en la sostenible. En: X Jornada Científica del INIFAT (10: 2005 del 30 de marzo-1 abril), en Ciudad de La Habana. Resúmenes, 2005.
- Montano, R., Zuaznábar, R., García, A., Viñals, M y Villar, J., 2007.** FitoMás-E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera. Ciudad de la Habana: ICIDCA. p.10.
- Salgado, G. S; R Núñez; E. JJ. Peña-Cabriales, J. D. Etchevers, D.J Palma y M. R Soto. (2000):** Respuesta de la soca de caña de azúcar a la fertilización NPK. Agrociencia 34: 689-698.
- Salgado, G. S; L, Bucio; D, Riestra y L.C, Lagunes (2001):** Caña de azúcar: Hacia un manejo sustentable. Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados-ISPROTAB. Cárdenas, Tabasco, México.
- Suárez, H. J. (2011).** Comportamiento de los diferentes componentes del rendimiento agrícola. (Comunicación personal 2011).
- Zuaznábar, R., G, Pantaleón., N, Milanés., I, Gómez y A Herrera. (2013).** Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMas-E en el Estado de Veracruz, México. Revista ICIDCA. Vol 47.No 2 p 8-12.
- Zuaznábar, R., Díaz, J.C., Montano, R., Gallego., R. 2014.** Diversa formulaciones de FitoMas. Mito o realidad en el cultivo de la caña de azúcar en cuba. Revista ATAC. ISSN 0138-7553No.1. p. 23- 27.