

COMPORTAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*) ANTE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS FITOMAS-E

Dr. C. René Gallego Dominguez, Dr. C. Mario de León Ortiz, M Sc. Rafael Zuaznábar

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

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento de la caña de azúcar ante la aplicación de tres dosis de FitoMas-E (2, 3 y 4 L ha⁻¹), solo y combinado con fertilización mineral (NPK). Para estudiar el efecto de las dosis de FitoMas-E en el rendimiento agrícola se utilizaron y compararon entre sí tres vías biométricas. Los resultados provienen del procesamiento de 12 experimentos de campo con 36 cosechas, en suelos Ferralítico Rojo típico, Ferralítico Rojo compactado, Pardo Ócrico y Pardo Cálculo, pertenecientes a las provincias Mayabeque y Matanzas, plantados con los cultivares C86-12, C86-56, C87-51 y C323-68, durante el período 2008-2012. El mejor efecto en el rendimiento agrícola se alcanzó con la dosis de 3 L ha⁻¹ de FitoMas-E en combinación con la fertilización mineral recomendada para cada sitio. Las plantas tratadas con el fitoestimulante no mostraron efecto en el contenido azucarero.

PALABRAS CLAVES: Caña de azúcar, FitoMas-E, dosis y rendimiento agrícola

INTRODUCCIÓN

En 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) el FitoMas-E, a partir de subproductos de la industria azucarera, con marcadas propiedades antiestrés (1), elaborado con sustancias bioquímicas de alta energía, propias de los vegetales superiores, principalmente aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos bioactivos (2).

Informes que precedieron al presente estudio mostraron con frecuencia que a un aumento de la dosis de FitoMas-E aplicada al cultivo de la caña de azúcar, correspondía un incremento en los componentes del rendimiento agrícola (3). Se infirió así un resultado positivo del uso de este producto, comenzó a utilizarse y su uso se generalizó en la agricultura cañera, los agricultores para garantizar un efecto que no siempre encontraron, aumentaron de manera progresiva, por su cuenta y sin respaldo científico, la dosis de FitoMas-E hasta 5 L ha⁻¹ en dos aplicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en 12 experimentos de campo en condiciones de secano, se utilizó un diseño en bloques al azar con 12 tratamientos y cuatro réplicas. Las parcelas de 48 m², se conformaron por cuatro hileras de 7,5 m de longitud, separadas a 1,60 m. A todos los experimentos se les realizaron tres cosechas correspondientes a las cepas: caña planta, primer retoño y segundo retoño.

Para la fertilización mineral (NPK) se utilizó la recomendación del Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) para cada sitio experimental. El FitoMas-E se asperjó 60 días después de la plantación o de la cosecha, con una asperjadora manual de 16 L de capacidad, calibrada para aplicar las dosis correspondientes por tratamientos, a una presión de trabajo de 1 kg cm⁻², con boquillas del tipo abanico plano uniforme (03F80 roja) con 1,12 L min⁻¹ de gasto y una solución final de 200 L ha⁻¹.

Evaluaciones realizadas una semana antes de la cosecha

- Pol en jugo (en %). Por polarimetría, en jugo extraído en el molino del laboratorio. Las muestras de tallos se tomaron en un metro de las dos hileras centrales de cada parcela.
- Pol en caña (en %). Se utilizó la tabla de Hoarau, según (4), en las muestras utilizadas para la determinación del porcentaje de pol en jugo.

El rendimiento agrícola (t ha⁻¹), se obtuvo mediante determinación directa de la masa de los tallos correspondientes a cada parcela, con un dinamómetro acoplado a una alzadora.

Organización y tratamiento de los datos

Se utilizaron tres vías biométricas para la evaluación del efecto de las aplicaciones de FitoMas-E en el rendimiento agrícola y se compararon los resultados obtenidos por cada una de ellas.

a. Análisis de varianza y pruebas de comparación de medias

A todos los experimentos que se ajustaron a la distribución normal, se les realizó un análisis de varianza de clasificación doble con arreglo factorial (ANOVA) y de comparación de medias mediante la prueba de rango múltiple de Duncan (5)

b. Modelo cuadrático

Para cada experimento se modeló la respuesta de la caña de azúcar ante los diferentes tratamientos mediante la siguiente expresión:

$$Re = b_0 + b_1 * fe + b_2 * fe^2 + b_3 * fi + b_4 * fi^2 + b_5 * fe * fi$$

Para determinar las dosis «óptimas» de FitoMas-E se utilizaron, en cada experimento, derivadas parciales de la ecuación anterior, y se igualaron a cero.

c. Modelo discontinuo rectilíneo

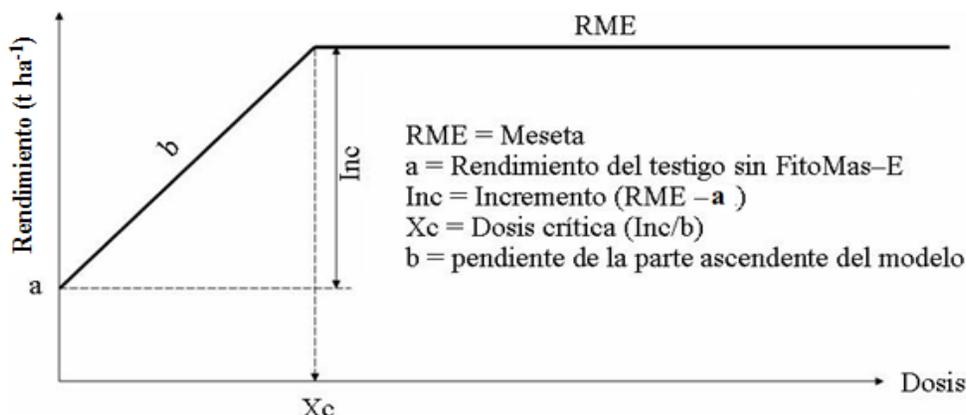


Figura 1. Modelo discontinuo rectilíneo

Paquetes estadísticos utilizados

Excepto en el caso del modelo discontinuo rectilíneo (en el que se usó Excel de Microsoft), los paquetes estadísticos utilizados fueron: *Statgraphics* 5.1, 6.0 y *Statistical Package for the Social Science SPSS* 13.0. (6)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza y pruebas de comparación de medias

La frecuencia de respuesta del rendimiento agrícola de la caña de azúcar ante la aplicación del fitoestimulante fue mayor con fertilizantes, que cuando se aplicó el FitoMas-E solo y la dosis de 3 L ha⁻¹ fue la mejor en 54 % de los casos, seguida de la dosis de 2 L ha⁻¹ (en 36 % de los casos). (Cuadro I).

Cuadro I. Resultados de los análisis de varianzas y pruebas de comparación de medias

Conceptos	Sin fertilizantes				Con fertilizantes				
	CP	PR	SR	Total	CP	PR	SR	Total	
Cosechas realizadas	12	12	12	36	12	12	12	36	
Cosechas con distribución normal	12	9	12	33	9	12	12	33	
Cosechas con respuesta	2	3	4	9	5	7	10	22	
Porcentaje de respuesta ¹	17	33	33	27	56	58	83	67	
Cosechas donde 2 L ha ⁻¹ fue mejor dosis	Cantidad	1	0	0	1	1	2	5	8
	Porcentaje ²	11	0	0	11	5	9	22	36
Cosechas donde 3 L ha ⁻¹ fue mejor dosis	Cantidad	0	2	3	5	4	4	4	12
	Porcentaje ²	0	22	33	55	18	18	18	54
Cosechas donde 4 L ha ⁻¹ fue mejor dosis	Cantidad	1	1	1	3	0	1	1	2
	Porcentaje ²	11	11	11	33	0	5	5	10

La respuesta en rendimiento agrícola a las aplicaciones de FitoMas-E fue mayor con el incremento del número de cosechas (Cuadro II).

Cuadro II. Frecuencia de respuesta del rendimiento por cepas ante la aplicación de FitoMas-E

Condición	Caña planta	Primer retoño	Segundo retoño	Total
Frecuencia de respuesta (%)				
Sin fertilizantes	22	33	45	100
Con fertilizantes	23	32	45	100

Predicción de dosis de FitoMas-E mediante un modelo cuadrático

La utilización de este modelo mostró una dificultad insuperable, que impide la utilización de los resultados por él alcanzados, las dosis quedaron fuera del rango estudiado (resultaron mayores que 4 L ha⁻¹).

Predicción de dosis de FitoMas-E mediante un modelo discontinuo rectilíneo

Los resultados muestran que la dosis de FitoMas-E debe ser mayor que 2,0 y menor que 3,25 L ha⁻¹, con mayor frecuencia en el entorno entre 2,5 y 3,0 L ha⁻¹ (ver Figura 2), por lo que ante la alternativa de utilizar una dosis única existen suficientes elementos técnicos para pasar en áreas de producción del empleo de dosis de 2 L ha⁻¹ a 3 L ha⁻¹.

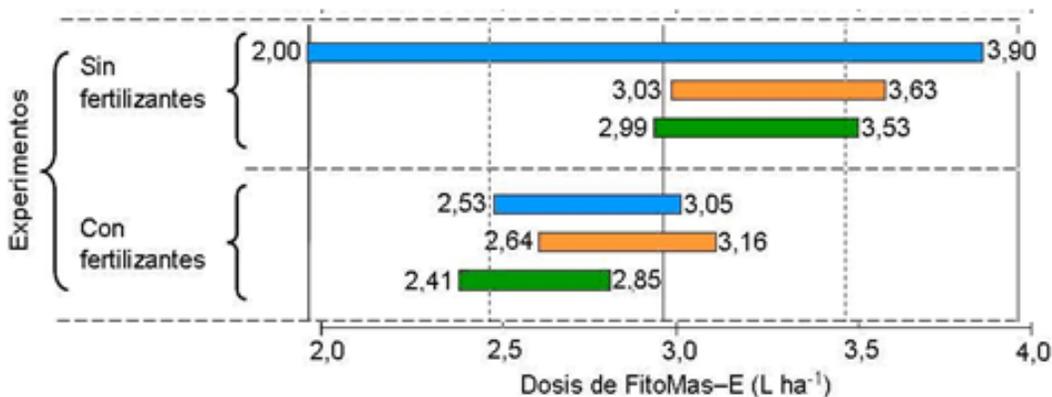


Figura 2. Intervalos en los que se manifestaron las dosis de FitoMas-E sin y con fertilizantes minerales

Resultados obtenidos por las vías biométricas utilizadas

Las tres vías biométricas utilizadas indicaron la aplicación de dosis de FitoMas-E mayores que la actualmente recomendada (2 L ha⁻¹) en el Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar (7).

Con la utilización del modelo cuadrático las dosis correspondientes al rendimiento agrícola máximo, superaron la mayor dosis estudiada (4 L ha^{-1}), por lo que al ubicarse en el sector del eje de las abscisas no estudiado, no deben ser recomendadas.

Tanto con el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de rango múltiple, como con el modelo discontinuo rectilíneo, las dosis de FitoMas-E se encontraron en el intervalo ≥ 2 y $< 4 \text{ L ha}^{-1}$.

El resultado con mayor definición fue el obtenido a través del modelo discontinuo rectilíneo, aunque fue necesario decidir a partir de un intervalo, para seleccionar una dosis única para cualquier circunstancia de suelo y cepa.

Respuesta del porcentaje de pol en caña ante la aplicación de FitoMas-E

El análisis de varianza bifactorial, donde se estudió el efecto del FitoMas-E y las cepas en el porcentaje de pol en caña, no mostró diferencias significativas para las dosis de FitoMas-E, ni para la interacción FitoMas-E*Cepa en ninguno de los experimentos.

De los resultados mostrados se deduce que la dosis de FitoMás-E no es factor que define los porcentajes de pol en caña, resultados que coinciden con los obtenidos por (3 y 8), quienes no informaron efecto en este indicador con el uso de FitoMas-E y Vitazyme, respectivamente.

Evaluación económica:

El Cuadro 2 muestra un área física de caña de azúcar aplicada en el año 2016 de 654,00 mil ha, cuando se aplica la dosis recomendada en el presente trabajo (3 L ha^{-1}), se ahorran 1308,00 miles de L de FitoMas-E con respecto a la dosis que se está aplicando actualmente, que a un costo de $1,50 \text{ CUP L}^{-1}$, significa un ahorro anual de 1962,00 miles de CUP, para obtener similar rendimiento agrícola.

Cuadro III. Evaluación económica realizada al área aplicada de FitoMas-E en el año 2016

Conceptos	UM	Dosis de FitoMas-E		Diferencias
		5 L ha^{-1}	3 L ha^{-1}	
Área física aplicada	Miles de ha	654,00	654,00	0,00
FitoMas-E consumido	Miles de L	3270,00	1962,00	1308,00
Costo del producto	Miles de CUP	4905,00	2943,00	1962,00

CONCLUSIONES

1. Las vías biométricas utilizadas para evaluar el efecto del FitoMas-E en el rendimiento agrícola de la caña de azúcar, muestran los mejores resultados con la dosis de 3 L ha⁻¹ de FitoMas-E, aplicado 60 días después de la plantación o la cosecha.
2. La frecuencia de respuesta del rendimiento agrícola de la caña de azúcar ante la aplicación de FitoMas-E, se incrementa en combinación con la fertilización mineral recomendada para cada sitio y con el número de cosechas.
3. El FitoMas-E aplicado a la caña de azúcar con dosis de 2, 3 y 4 L ha⁻¹, 60 días después de la plantación o de la cosecha, no muestra efecto en el porcentaje de pol en caña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Villar, J., Montano, R., García, T., García, D., Zuaznábar, R. Efectos del bionutriente FitoMas-E con y sin fertilización convencional. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 2011. 45 (3): p. 24-29.
2. Montano, R., Zuaznábar, R., García, A., Viñals, M. y Villar, J. FitoMas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. 2007. 41 (3): p.14-21.
3. Mayor, J. L. Respuesta de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) ante la aplicación de un fitoestimulante de producción nacional. Tesis presentada en opción al Título Académico de Maestro en Ciencias en Nutrición de las Plantas. Universidad Agraria de La Habana. 2009, 76 pp.
4. Pérez, F. H. y Fernández, F. Métodos analíticos para azúcar crudo. Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ). Ministerio del Azúcar. 2006. p. 37-71.
5. Duncan, D. B. Multiple ranges and multiple F test. Biometric. 1965. (11): p. 41-42.
6. Statistical graphics corp. Statgraphics Plus. Versión 5.1. Paquete estadístico. 2001.
7. INICA. Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar. Ed. IRE PRODUCTION. Tercera edición, ISBN: 978-959-300-036-9, 2014. 302 pp.
8. García, I. Programa Integral de Manejo Agronómico. ETICA Villa Clara. Informe interno. INICA, 2004. 49 pp.