

APLICACIÓN DE BIOPRODUCTOS EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA UBPC PABLO NORIEGA

APPLICATION OF BIOPRODUCTS IN THE CULTIVATION OF SUGAR CANE AT THE UBPC PABLO NORIEGA

Leodanis Tur Verdecía¹, Héctor Jorge Suarez¹, Amelia Mercedes Sablón Pérez², Alberto N. González Marrero¹ y Javier Delgado Padrón¹.

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

2. Universidad Agraria de la Habana (UNAH). Fructuoso Rodríguez Pérez

e-mail: leodanis.tur@inicamay.azcuba.cu

Resumen

Se presentaron los resultados de dos ensayos en plantaciones de caña de azúcar de la Unidad Básica de Producción Cañera (UBPC) Pablo Noriega en la Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Manuel Fajardo Rivero donde fueron estudiadas las respuestas del cultivo a aplicaciones de bioproductos, en cepas de retoño verde y quemado, entre 2023 y 2024. Para ello, se utilizó un diseño de bloques en bandas, fueron seleccionados al azar tres puntos de muestreo, las variables evaluadas fueron t caña ha⁻¹, porcentaje de pol en caña y t pol ha⁻¹. Se realizaron análisis de varianzas simples para cada una de ellas y donde hubo diferencias significativas se utilizó una prueba de comparación de medias. Se obtuvieron como resultados diferencias significativas entre los tratamientos en todas las variables analizadas en ambos ensayos, excepto en el porcentaje de pol en caña y se recomienda Intensificar la aplicación de bioproductos en las plantaciones cañeras como una medida fitotécnica para incrementar la producción agrícola.

Palabras clave: bioproductos, plantación, producción retoños, variables.

Abstract

The results of two trials in sugar cane plantations of the UBPC are presented. Pablo Noriega at the EAA Manuel Fajardo Rivero where crop responses to bioproduct applications were studied, in green and burnt strains, between 2023 and 2024. For this, a banded block design was used, three sampling points were randomly selected, the variables evaluated were t cane ha⁻¹, percentage of pol in cane and t pol ha⁻¹. Simple analyzes of variances were carried out for each of them and where there were significant differences, a means comparison test was used. Significant differences were obtained between the treatments in all the variables analyzed in both trials, except in the percentage of pol in sugarcane, and it is recommended to intensify the application of bioproducts in sugarcane plantations as a phytotechnical measure to increase agricultural production.

Key words: bioproducts, plantation, production shoot, variables.

Introducción

La industria azucarera cubana, está encaminada a mantener una posición estable como país productor y exportador, diversificando sus producciones y liderando la tendencia de los costos

de la tonelada de azúcar para que este importante renglón económico continúe aportando al desarrollo (Casaña, 2017).

Para lograr estos propósitos, la agroindustria azucarera tiene la necesidad de plantar y reponer anualmente entre 150 y 160 mil hectáreas de caña. Esta intención es, sin dudas, una inversión costosa donde los renglones que consumen los mayores gastos les corresponden a la semilla, los fertilizantes y combustible.

La nutrición mineral es fundamental para incrementar los rendimientos agroazucareros que hagan rentable y eficientes el sector; se incluyen los fertilizantes minerales, cuyos precios en el mercado mundial son muy elevados para las naciones en vías de desarrollo.

La tendencia actual en la agricultura es encontrar opciones que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuyan o eliminen el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores del crecimiento producidos por las industrias químicas, ya que estos compuestos poseen un elevado riesgo de contaminación para el medio ambiente (Montano *et al.*, 2007).

Como elección de prácticas en agricultura sostenible se encuentra el uso de los bioestimulantes, ya que su característica común es contener principios activos, que actúan sobre la fisiología de las plantas, aumentando su desarrollo, productividad y la calidad del fruto, contribuyendo así a mejorar la resistencia de las especies vegetales ante diversas enfermedades (Zuáznabar *et al.*, 2013).

En AZCUBA se desarrolla la producción de bioproductos sintéticos naturales, cuyo uso está dirigido a mejorar las necesidades nutricionales del cultivo, Entre ellos se incluyen biofertilizantes como ICIBIOP-GLUD y NITROFIX, bioestimulantes como BIOENRAÍZ, LEBAME, FitoMas-Plus y FitoMas EC y el Bioplaguicida GLUTICID.

El objetivo del trabajo es conocer las respuestas del cultivo de la caña de azúcar a las aplicaciones de un grupo de Bioproductos y sus combinaciones, en las condiciones de producción comercial de la Unidad Básica de Producción Agropecuaria (UBPC) Pablo Noriega perteneciente a la Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Manuel Fajardo Rivero.

Materiales y Métodos

Como parte de las acciones de la Extensión Agraria en el sector, se montaron dos Lotes de Control en la UBPC Pablo Noriega de la EAA Comandante Manuel Fajardo, ubicada en la provincia de Mayabeque, sobre suelos Ferralíticos rojo típico (Hernández *et al.*, 2015).

El trabajo se realizó sobre una plantación cañera en cepa de primer retoño, la cual fue plantada en frío de 2021 en el mes de noviembre y cosechada como caña planta en enero de 2023 con 14 meses de edad. La evaluación de los bioproductos se efectuó en abril de 2024, correspondiendo a la cosecha de la zafra 2023–2024, con 15 meses de edad. La primera parcela demostrativa se condujo en una parte del campo con retoño verde y la segunda, en otra parte del mismo, con retoño quemado, en ambas el cultivar plantado fue C86-12.

En el montaje de los ensayos se utilizó un diseño de bloques en franjas, donde se escogieron al azar tres puntos de muestreo en cada una a modo de repeticiones o réplicas. Cada punto de muestreo estuvo representado por un área de 64 m² (cuatro surcos de 10 metros de largo, a la distancia entre surcos de 1.60 m).

Los tratamientos evaluados fueron: 1. ICIBIO GLU a cinco litros ha⁻¹, 2. ICIBIO GLU + LEBAME, cada uno a cinco litros ha⁻¹, 3. LEBAME a cinco litros ha⁻¹, 4. Fito Mas EC a dos litros ha⁻¹, 5. Fito

Mas – Plus (compuesto por Fito Mas EC a dos litros ha⁻¹ + ENERPLANT a 5.2 mililitros ha⁻¹) y 6. Testigo de comparación. El campo ni los Lotes de Control fueron fertilizados.

Los bioproductos fueron aplicados cuando las plantaciones disponían de suficiente área foliar (entre 70 y 80 días después del corte). Las variables de cosecha estudiadas fueron: el rendimiento agrícola expresado en t caña ha⁻¹ (TCH), el porcentaje de pol en caña (PPC) y el rendimiento de azúcar por hectárea expresado en t pol ha⁻¹ (TPH).

Las TCH se calcularon, siguiendo la ecuación propuesta por Martins y Landell (1995). $TCH = D^2 \times h \times \# \text{ de tallos/m lineal} \times 0.007854 / \text{ distancia entre surcos}$, *donde*: D², es el diámetro del tallo al cuadrado; h, es la altura del tallo; #, es el número de tallos/m; 0.007854, es una constante y la distancia entre surcos a la que fue establecida la plantación (1.60 m).

El porcentaje de pol en caña fue calculado según lo estipulado en las Normas y Procedimientos para el Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba (Jorge *et al.* 2011), al igual que el rendimiento de azúcar x área (TPH).

La técnica analítica utilizada fue el análisis de varianzas (ANOVA), de clasificación simple siguiendo un modelo de efectos fijos (Gálvez,1985) y donde las fuentes de variación fueron: Tratamientos (T), Error (e) y Total. En las diferencias significativas se utilizó una prueba de comparación múltiple de medias (Tukey al 1% de significación).

Todos los análisis fueron realizados utilizando el paquete estadístico *STATGRAFHICS – PLUS – 5.0*.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1, se presentan los análisis de varianzas del retoño verde, donde se observa que, para las variables TCH y TPH, se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, no así para el PPC, lo que evidencia que los Bioproductos accionaron sobre la producción de caña y azúcar por área, no así en el contenido azucarero, lo que concuerda por lo reportado por Jorge *et al.* (2017).

Tabla 1. Análisis de varianzas para las variables del ensayo retoño verde

FV	GL	TCH		PPC		TPH	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
TRAT	5	530.93	**	0.11	ns	10.98	**
ERROR	12	0.15	---	0.15	---	0.04	---
TOTAL	17	---	---	---	---	---	---
X±ES	---	62.79 ± 0.1522		14.89 ± 0.1512		9.3 3± 0.0398	

TRAT, tratamientos. GL, grados de libertad. CM, cuadrado medio, Sig., significación. X, media general. ES, error estándar

Al realizar la comparación múltiple de medias (Tabla 2), se observó que para la variable TCH, el resultado superior correspondió al tratamiento de Fito Mas – Plus, con diferencias significativas sobre el resto; seguido de ICIBIO GLU + LEBAME, FitoMas EC y LEBAME, sin diferencias

significativas entre ellos y por último del ICIBIO GLU y el testigo, ambos con los más bajos rendimientos y sin diferencias significativas entre los dos.

Tabla 2. Comparación múltiple de medias en el ensayo retoño verde

No.	TRATAMIENTOS	TCH	PPC	TPH
1.	ICIBIO GLU	57.65 d	15.01 ns	8.65 c
2.	ICIBIO GLU + LEBAME	69.93 b	14.71 ns	10.28 b
3.	LEBAME	68.44 c	15.10 ns	10.33 b
4.	FitoMas EC	68.71 bc	14.72 ns	10.08 b
5.	FitoMas - Plus	74.01 a	14.73 ns	10.91 a
6.	TESTIGO	37.99 e	15.10 ns	5.74 d

Estos resultados coinciden con los informados por Jorge *et al.* (2023), los cuales evaluaron cinco tratamientos de bioproductos en estudios de semilla categorizada y obtuvieron como resultado que el Bioestimulante FitoMas - Plus alcanzó las mayores producciones de caña y azúcar por área.

Las diferencias que se observaron entre los tratamientos en la variable TPH siguieron similar tendencia de variación que el explicado para el rendimiento agrícola, resultados que coinciden con los reportados por González *et al* (2019) y Jorge *et al* (2024), en estudios multiambientales de variedades de caña de azúcar.

Los resultados del análisis de varianzas del retoño quemado (Tabla 3), mostraron también diferencias estadísticas para las variables TCH y TPH. El PPC no ofreció disimilitud entre los tratamientos

Tabla 3. Análisis de varianzas para las variables del ensayo retoño quemado

FV	GL	TCH		PPC		TPH	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
TRAT	5	206.86	**	0.10	ns	4.27	**
ERROR	12	0.70	---	0.07	---	0.03	---
TOTAL	17	---	---	---	---	---	---
X±ES	---	45.07 ± 0.6992		14.89 ± 0.0674		6.65 ± 0.0300	

TRAT, tratamientos. GL, grados de libertad. CM, cuadrado medio, Sig., significación.

X, media general. ES, error estándar

En la Tabla 4 se observa que, en las TCH el resultado superior, de igual forma, correspondió al tratamiento de FitoMas – Plus, con diferencias significativas sobre el resto; seguido por la combinación de CIBIO GLU + LEBAME y FitoMas EC, sin diferencias significativas entre ellos. Finalmente LEBAME e ISIBIO GLU, no mostraron diferencias entre ellos, pero sí superaron al testigo que obtuvo el rendimiento más bajo.

Tabla 4. Comparación múltiple de medias en el ensayo retoño quemado

No.	TRATAMIENTOS	TCH	PPC	TPH
1.	ICIBIO GLU	41.62 c	15.01 ns	6.09 d
2.	ICIBIO GLU + LEBAME	47.74 b	14.71 ns	7.18 b
3.	LEBAME	44.13 c	15.10 ns	6.48 cd
4.	FitoMas EC	47.34 b	14.72 ns	6.95 bc
5.	FitoMas - Plus	57.42 a	14.73 ns	8.40 a
6.	TESTIGO	32.14 d	15.10 ns	4.82 e

Las diferencias que se observaron entre los tratamientos en la variable TPH, en esta cepa de retoño quemado, siguieron similar tendencia de variación que el presentado anteriormente en la variable TCH, lo que coincide con lo antes explicado en la presentación del retoño verde.

Estos resultados son de gran interés para los productores, ya que corrobora en su entorno la respuestas del cultivo de la caña de azúcar en las cepas de retoño, tanto verde como quemado, a la aplicación de Bioproductos y demuestran que los bioestimulantes son una alternativa que permite incrementar la producción agro azucarera, lo que se corresponden con lo informado por Jorge (2024), en ensayos sobre semilla básica y registrada de caña de azúcar en las provincias de Villa Clara y Cienfuegos.

Conclusiones

Los tratamientos con los bioproductos estudiados en ambos Lotes de Control superaron al testigo en las variables TCH y TPH.

Para la variable TCH, tanto del retoño verde como del retoño quemado, los mejores tratamientos resultaron ser FitoMas – Plus, ICIBIO GLU + LEBAME y FitoMas EC.

En la variable PPC no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que refleja la no influencia de éstos en la calidad del jugo.

Recomendación

Intensificar la aplicación de bioproductos en las plantaciones cañeras como una medida fitotécnica para incrementar la producción agrícola.

Bibliografía

- Casaña, N. (2017). Situación actual y perspectiva de la industria azucarera cubana (Current situation and perspective of the Cuban sugar industry). Conferencia Magistral/masterful lecture. Grupo AZCUBA. Sección/Section: Plenaria/Plenary. XIV Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados. La Habana. Cuba.
- Gálvez, G. (1985) Parámetros y Estadísticas en Genética Cuantitativa. Diseños Genético – Estadísticos para la descomposición de la varianza genética. En Genética Vegetal y Fitomejoramiento. Edit. Cient. Técn. Cap. 6: 208-74.
- González, A., Jorge, H., Méndez, A., Vera, A. (2019). Nuevos cultivares de caña de azúcar para inicios de zafra en el Ingenio Ofelina de Panamá. Revista Biotecnología Vegetal, 19, 3, 179-191.
- Hernández, A., Pérez J.M., Bosch, D., Castro, N. (2015). Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (MES), Instituto de Suelos (MINAG). ISBN: 978-959-7023-77-7: 91 p.
- Jorge, H., Jorge, I., Mesa, J.M., Bernal, N. (2011). Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana. Cuba. PUBLINICA: 308 p.
- Jorge, H., Hossu, I., González, A., Vera, A. y Wilber, A. (2017). Resultados del IHO- BIO en el cultivo de la caña de a azúcar en la República de Panamá. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*, 51,3,11- 20.
- Jorge, H., Crespo, R., Zuáznabar, R., González, M., Santana, I. y González, J.M. (2023). Production of Categorized Sugar Cane Seed on Agroecological Basis. *Journal of Biotechnology & Bioreserch*, 5,1, 649-654.
- Jorge, H. (2024) Informe final del proyecto. Aplicación de bioproductos en áreas de semilla categorizada. (Comunicación personal): 18 p.
- Jorge, H., González, R., Gómez, J.R., Delgado, I., Cuadras, F. y Rangel, E. (2024). Evaluación de diferentes cultivares de caña de azúcar en diferentes ambientes de selección *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*, 58, 1, 3-13.
- Martins, A. y Landell, G. (1995). Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-deaçúcar utilizados no programa Cana IAC. Pindorama: Instituto Agrônômico: 2-14.
- Montano, R., Zuáznabar, R., García, A., Viñals, M. y Villar, J. (2007). FitoMas-E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar* Vol. 41 No 3, 10-16, ISSN 0138-6204.
- Zuáznabar, 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. México. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*, 47, 2, 8-12.