

INCREMENTO DEL RENDIMIENTO A TRAVÉS DE NUEVOS CULTIVARES EN LA EMPRESA AZUCARERA 5 DE SEPTIEMBRE

YIELD INCREASE THROUGH NEW CULTIVARS AT THE 5 DE SEPTEMBER SUGAR COMPANY

Ornelis Naranjo Rangel¹

Email: ornelvis@5sep.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9343-7548>

Reinaldo Requeiro Almeida²

Email: ralmeida@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8609-5554>

Héctor García Pérez³

Email: hector.garcia@inicavc.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8310-0650>

¹Empresa Agroindustrial Azucarera "5 de septiembre" Cienfuegos. Cuba

²Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba

³Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Naranjo Rangel, O., García Pérez, H., Requeiro Almeida, R. (2023). Incremento del rendimiento a través de nuevos cultivares en la Empresa Azucarera 5 de septiembre. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1), 152-155. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La justificación del presente trabajo radica en lograr el incremento de los rendimientos en los nuevos cultivares en la Empresa Azucarera "5 de septiembre", el objetivo general consistió en realizar el estudio de B80250, C86-156 y C97-445, para mejorar la estructura de dichos cultivares. El experimento se estableció en marzo de 2021 en la localidad La Julia (N 22° 25' 2,2064" W -80° 30' 1,152"), suelo Pardo con carbonatos y las evaluaciones correspondieron a la cosecha de planta con 12 meses, en las que se tuvo en cuenta el rendimiento agrícola, contenido azucarero y otros indicadores de la eficiencia industrial. Quedó corroborado que C97-445 y C86-156 por sus potenciales agroindustriales y seguridad fitosanitaria, pueden ser la solución de la riesgosa explotación actual de C86-12 y C90-469. Se recomienda dar continuidad al trabajo en otras cosechas y a partir de la experiencia implementar estudios similares con otros cultivares y ambientes. El enfoque teórico asumido es de carácter cuantitativo, con el empleo de una metodología experimental y se dan a conocer los resultados de la investigación.

Palabras clave:

Ambientes, eficiencia, genotipos, reemplazo.

ABSTRACT

The justification for this work lies in achieving increased yields in the new cultivars in the "5 de Septiembre" Sugar Company, the general objective was to carry out the study of B80250, C86-156 and C97-445, to improve the structure of these cultivars. The experiment was established in March 2021 in the La Julia locality (N 22° 25' 2.2064" W -80° 30' 1.152"), Brown soil with carbonates and the evaluations corresponded to the plant harvest with 12 months, in the agricultural yield. Sugar content and other indicators of industrial efficiency were taken into account. It was confirmed that C97-445 and C86-156, due to their agro-industrial potential and phytosanitary safety, can be the solution for the current risky exploitation of C86-12 and C90-469. It is recommended to continue the work on other crops and, based on experience, implement similar studies with other cultivars and environments. The assumed theoretical approach is quantitative, with the use of an experimental methodology and the results of the investigation.

Keywords:

Environments, efficiency, genotypes, replacement.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbridos) es uno de los principales cultivos agroindustriales a nivel mundial para la producción de azúcar, es usado de manera significativa, aun cuando se usan otras materias primas que han permitido la elaboración alternativa de endulzantes. El azúcar refinado es un producto elaborado que contiene un 99 % de sacarosa, que se obtiene de la caña de azúcar (70 %) o de la remolacha azucarera (30 %) (Arshad, et al., 2022).

No puede pasarse por alto que la caña de azúcar, además de desempeñar una función fundamental en la elaboración y conservación de muchos alimentos como, base de la dieta humana, reserva también una cuantiosa cantidad de probables derivados y que ocupan muy diversos espacios en el espectro de satisfacción de las necesidades sociales modernas (Singh et al., 2021)

Puede resumirse que, dada la gran variabilidad y factibilidad económica de sus derivados, se justifica la expansión y mejora de este cultivo, al efecto, se hace aconsejable enfatizar en el eslabón primario de la cadena agroindustrial, es decir, la producción sostenible de esta gramínea, también deberá tomarse en cuenta los desafíos del cambio climático sobre el rendimiento potencial y el creciente consumo de agua de los cultivos (Zhong et al., 2021) the soaring global demand for food and bioethanol in the future may impose heavy environmental pressure on major sugar crops producing regions of Latin America and the Caribbean (LAC).

La caña de azúcar es una gramínea alloploidia originaria de Nueva Guinea, cuyo genoma contiene información genética de *Saccharum officinarum* y *S. spontaneum*, con un número de cromosomas que varía de $2n=100a130$.

En el complejo '*Saccharum*' se encuentran especies con diferentes niveles de ploidia y con un número variable de cromosomas entre $2n = 20$ a ~ 200 . La alta poliploidia y heterocigosidad debido a la hibridación ha restringido el uso de estudios genéticos clásicos en este cultivo. Sin embargo, esta condición de poliploidia le permite tener un gran rango de adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales en regiones tropicales y subtropicales del mundo, sembrándose en más de 103 países en los cinco continentes (Jorge, H. et al., 2011).

Durante los últimos 50 años, las tasas de ganancia genética en los programas de mejoramiento de la caña de azúcar en todo el mundo parecen ser lentas, particularmente cuando se comparan con las ganancias que se logran en otros cultivos. Las razones probables incluyen la alta proporción de variación genética presente como variación no aditiva en la caña de azúcar para rasgos clave y el largo intervalo generacional entre el cruce y la selección de los padres (Wei & Jackson, 2017).

De acuerdo con (Jorge Suárez, H. et al., 2019) hubo de constatar una interacción genotipo-ambiente, lo que sugiere la necesidad de una conducción eficiente de los cultivares con adaptabilidad general y específica para incrementar la producción azucarera.

La alta variación genética no aditiva, especialmente para el rendimiento de la caña, contribuye a la baja heredabilidad en sentido estricto y significa que la selección de nuevos progenitores basada en el fenotipo predice pobremente el valor genético (Jackson, 2019).

Otros estudios como (González Marrero et al., 2019) de la República de Panamá. Se evaluaron los caracteres Brix refractométrico, número de tallos m^{-1} , t caña ha^{-1} , incidencia agentes nocivos, floración, grosor y altura del tallo. Se empleó un diseño de Bloques al azar con tres repeticiones. Se realizaron análisis de varianzas de efectos aleatorios para estimar los componentes genético y ambiental, fijos y para establecer las diferencias entre cultivares. Con los individuos seleccionados se realizó un análisis de conglomerados. Se comprobó la diferencia entre los grupos formados con otro análisis de varianzas de efectos fijos y la prueba de Tukey. También se estimaron heredabilidad, Coeficiente Genético de Variación (CGV) dan cuenta de estimados precisos de la varianza genética y la heredabilidad, estos apoyan la tesis de la dependencia de la producción eficiente en la industria azucarera respecto al uso de cultivares con elevados contenidos de sacarosa, para lo cual se evaluaron los caracteres Brix refractométrico, número de tallos m^{-1} , t caña ha^{-1} , incidencia agentes nocivos, floración, grosor y altura del tallo.

Al tomar en cuenta que, la industria azucarera cubana realiza un profundo proceso de reestructuración, cuyo objetivo central es lograr la eficiencia económica, sobre la base de: elevación de los rendimientos en la producción agrícola, no puede desestimarse que estas metas están sustentadas en la obtención de cultivares más eficientes y productivos.

Los nuevos cultivares de caña de azúcar, son factibles de ser desarrollados a través de programas de mejoramiento genético, no obstante se asume el principio de que el hombre implicado directamente en la atención al cultivo, puede ser responsable de, al menos, un 50% de los incrementos de producción agrícola y de azúcar (Jorge et al., 2011).

El Programa de Variedades del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) está encargado de un mejoramiento genético que contribuya a los incrementos de la productividad de azúcar, mediante la generación y/o adaptación de cultivares de alto tonelaje, adaptables a las diferentes condiciones ambientales, con resistencia a las enfermedades y las plagas más comunes, así como el logro de adecuadas características agronómicas que, influyan en la composición varietal, cosecha, fabricación y otros.

En estos análisis resulta de utilidad lo aportado por (Mendoza-Batista et al., 2021) quienes lograron identificar cultivares con estabilidad fenotípica en diferentes ambientes, mediante métodos de análisis multivariado para evaluar genotipos, ambientes y genotipo – ambiente e interacción y sobre esta base recomiendan la incorporación de variedades de cultivares específicos, dada su estabilidad agroindustrial.

Justificación

El conocimiento del potencial de los cultivares es crucial en la aspiración de incrementar su productividad. El mismo se afecta de acuerdo a su manejo. Por otra parte, los efectos del Cambio Climático impactan inevitablemente en ese potencial, de ahí la necesidad de sistematizar su actualización, dado que las tecnologías evolucionan, por lo que el remplazo de los cultivares se hace necesario, lo que constituiría una guía y una forma de evaluación y verificación, que posibilitaría corregir posibles desviaciones y ajustar estrategias que conduzcan a la productividad.

Objetivo General

Demostrar la relación del manejo de los cultivares con el potencial productivo del agroecosistema cañero en la empresa azucarera "5 de septiembre".

MATERIALES Y METODOS

Tres cultivares de reciente introducción en la empresa B80250, C86-156 y C97-445 se consideraron en el estudio, los que se contrastaron con C86-12 y C90-469 utilizados como controles, por su amplia propagación actualmente en la Empresa Agroindustrial 5 de septiembre (35,6 y 34,7% respectivamente) y con C1051-73 referencia para el contenido azucarero.

El experimento con diseño de bloques al azar, cinco repeticiones y parcelas de 48 m², quedó establecido en marzo de 2021 en la localidad La Julia (N 22° 25' 2,2064" W -80° 30' 1,152"), de suelo Pardo con carbonatos, en el municipio Rodas de la provincia Cienfuegos.

Las evaluaciones correspondieron a la primera cosecha con 12 meses, en las que se tuvo en cuenta el rendimiento agrícola, sus componentes y otros indicadores como los porcentajes de fibra, extracción, pol en caña y pureza, de acuerdo a las normas establecidas para estos fines (5; 6).

También se consideró la incidencia bajo condiciones naturales de las enfermedades mayores del cultivo. El procesamiento estadístico se basó en análisis de varianza y prueba Tukey ($p \leq 0,05$), mediante el (*Infostat - Software estadístico*, 2023).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

El análisis de varianza reveló diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre cultivares en todos los indicadores evaluados, con valores del error típico de la media y el coeficiente de variación dentro de los rangos esperados.

En cuanto al rendimiento agrícola C97-445 constituye una opción favorable para disminuir a límites que garanticen una producción segura a C86-12, pues no presentó diferencias significativas con la misma (Tabla I).

Urge profundizar también en los elementos que conllevaron a que C90-469 alcanzara el desarrollo actual, dado que los resultados de este estudio alertan que al menos estos ambientes no le resultan favorables para manifestar

su potencial, al clasificar como el cultivar de más bajo desempeño.

De los otros dos cultivares, C86-156 fue mejor que B80250, pero sus resultados fueron inferiores al control C86-12.

Tabla I. Comparación múltiple de medias de los indicadores el rendimiento

Variedad	t caña.ha ⁻¹		pol en caña (%)		t pol.ha ⁻¹	
B80250	59,61	C	15,94	A	9,49	C
C86-156	75,86	B	14,86	B	11,28	B
C97-445	97,81	A	15,35	AB	15,02	A
C86-12	102,10	A	14,58	B	14,88	A
C90-469	24,02	E	13,27	C	3,19	E
C1051-73	33,33	D	15,01	AB	5,01	D
μ	65,46		14,84		9,81	
ETM	1,02		0,12		0,15	
CV (%)	4,68		2,52		4,44	

μ . Promedio general ETM. Error típico de la media CV. Coeficiente de variación

Letras diferentes en una misma columna representan diferencias significativas Tukey ($p \leq 0,05$)

Respecto al contenido azucarero, B80250 fue el mejor cultivar con resultados similares a C1051-73 control utilizado para ese indicador, lo que sugiere se le proporcionen ambientes y manejo para un mayor rendimiento agrícola, como las cosechas tempranas y la plantación en surcos de base ancha, que pueden compensar un mayor rendimiento en tonelaje de azúcar por hectárea.

Vale destacar que nuevamente C97-445 clasificó dentro del grupo de mejores resultados, sin diferencias respecto a B80250 y a los controles C1051-73 y C86-12. Si se integra el comportamiento de este indicador y el anteriormente analizado, donde C86-156 se ubicó en un grupo intermedio cercano o similar a C86-12, indica la posibilidad de su desarrollo hacia ambientes ocupados en exceso por C90-469 con rendimientos discretos, a la cual superó de manera significativa.

Las t pol., ha⁻¹ como variable integradora del rendimiento, permitió confirmar el alto potencial presente en C97-445 que requiere aprovecharse mejor, lo cual es una opción viable para, de manera inmediata, subsanar las desviaciones y el riesgo de la explotación desmedida de C86-12 y C90-469, la última no acorde a sus resultados, quien también fue superada por C86-156, una opción más en la solución de dicha problemática. Los resultados de B80250 aconsejan continuar su evaluación para corroborar su desempeño en otros ambientes de la empresa y estrategias de manejo.

Otros indicadores relacionados con la eficiencia industrial, evidenciaron que en la primera decena de marzo está cercano máximo potencial azucarero de C97-445 según su índice de madurez, en orden descendente le siguió el control C1051-73 y B80250 (Fig. 1).

En todos los casos la pureza de los jugos superó 86% con una reducida variabilidad entre los cultivares estudiados, tendencia que se mantuvo similar para el porcentaje de extracción con un promedio de 62,4% el que se considera satisfactorio. En cuanto a la fibra el valor de C90-469 se elevó hasta 20%, lo que corroboró su discreto desempeño. En sentido opuesto con los menores porcentajes y sin apenas diferencias entre una y otra estuvieron C97-445 y C86-12.

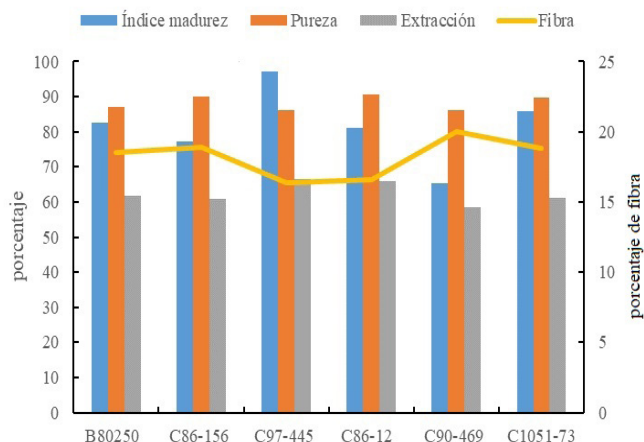


Fig. 1. Evaluación de indicadores relacionados con la eficiencia industrial. Bajo condiciones naturales de infección, en ninguna de los tres nuevos cultivares que se evalúan se manifestaron incidencias fitosanitarias de las enfermedades mayores del cultivo, lo que afianza los elementos para incrementar su propagación.

CONCLUSIONES

El alto riesgo a que está sometida la producción azucarera de la empresa “5 de septiembre” por la excesiva explotación de C86-12 y C90-469, puede tener solución en propiciar el desarrollo de nuevos cultivares como C97-445 y C86-156 con potenciales agroindustriales y seguridad fitosanitaria que fueron corroborados fehacientemente en la presente investigación.

Debe profundizarse en el comportamiento de B80250 de muy alto contenido azucarero con un mayor número de observaciones y bajo otros ambientes y condiciones de manejo que le faciliten desarrollar su potencial agrícola. Resulta muy provechoso dar continuidad en otras cosechas a este trabajo y a partir de la experiencia implementarlo con otros cultivares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arshad, S., Rehman, T., Saif, S., Rajoka, M. S. R., Ranjha, M. M. A. N., Hassoun, A., Crobotova, J., Trif, M., Younas, A., & Aadil, R. M. (2022). Replacement of refined sugar by natural sweeteners: Focus on potential health benefits. *Heliyon*, 8(9), e10711. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10711>.

González Marrero, A. N., Jorge Suárez, H., Menéndez Sierra, A., Vera Méndez, A., González Marrero, A. N., Jorge Suárez, H., Menéndez Sierra, A., & Vera Méndez, A. (2019). Nuevos cultivares de caña de azúcar para iniciar zafra en el ingenio Ofelina de Panamá. *Biotecnología Vegetal*, 19(3), 179-191. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2074-86472019000300179&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Infostat—Software estadístico. (2023). <https://www.infostat.com.ar/>.

Jackson, P. (2019). Why are yields of sugarcane not increasing as much as sugar beet (or other crops). *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists*, 30, 128-137.

Jorge, H., Jorge, I. M., Mesa, J., & Bernal, N. (2011). Normas y Procedimientos del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba. *Boletín Especial Cuba&Caña*, 346.

Jorge Marínez Nodal. (2018). *Cultivares y Semilla*. En M. T. coord., *Genética, genómica y fitomejoramiento*. Editorial UH.

Jorge Suárez Héctor, H. J., Marrero, A. G., Sierra, A. M., & Méndez, A. V. (2019). Selección de cultivares de caña de azúcar estables y productivos en la compañía azucarera La Estrella. *Biotecnología Vegetal*, 19(4), 307-315. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/647>.

Mendoza-Batista, Y., Cruz-Sarmiento, R., Rodríguez-Gross, R., Exposito-Elizagaray, I., Puchades-Izaguirre, Y., & Cespedes-Zayas, A. (2021). Phenotypic stability of new sugar cane cultivars in multi-environmental trials in Holguin. *Cultivos Tropicales*, 42(2), 1c-1c.

Singh, S. P., Jawaid, M., Chandrasekar, M., Senthil Kumar, K., Yadav, B., Saba, N., & Siengchin, S. (2021). Sugarcane wastes into commercial products: Processing methods, production optimization and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 328, 129453. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129453>.

Wei, X., & Jackson, P. (2017). Addressing slow rates of long-term genetic gain in sugarcane. *Pakistan Sugar Journal*, 32(4), 23.

Zhong, H., Feng, K., Sun, L., Tian, Z., Fischer, G., Cheng, L., & Muñoz Castillo, R. (2021). Water-land tradeoffs to meet future demands for sugar crops in Latin America and the Caribbean: A bio-physical and socio-economic nexus perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 169, 105510. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105510>.