

Comportamiento agroindustrial y determinación de la curva de maduración de cultivares de caña de azúcar. Su impacto económico

Agroindustry behavior and determination of the maturation curve of sugarcane cultivars. Their economic impact

Autores:

Felipe Díaz Rodríguez¹, <https://orcid.org/0000-0002-6585-6037>

Taimy Negrín Rodríguez², <https://orcid.org/0000-0002-0914-9050>

Juan Evangelista Centeno¹, <https://orcid.org/0000-0002-9336-6866>

Carmen Julia Márquez Masó¹, <https://orcid.org/0000-0002-0799-5851>

Yulieva Vegué Ruiz¹, <https://orcid.org/0000-0001-7079-4043>

Filiación institucional: ¹Centro Universitario Municipal Manuel Tames, Guantánamo.

²Centro de información y Gestión Tecnológica (CIGET), Guantánamo. Cuba.

E-mail: felipe@cug.co.cu; lotoleal82@gmail.com; carmenmm@cug.co.cu

Fecha de recibido: 4 may. 2025

Fecha de aprobado: 30 jun. 2025

Resumen

La caña de azúcar es clave para la agroindustria por su adaptabilidad y productividad. Este estudio evalúa el comportamiento agroindustrial de cultivares y su curva de maduración para optimizar la producción y rentabilidad. La interacción genotipo-ambiente determina la variabilidad del rendimiento, influenciada por factores como heterogeneidad de suelos, relieve y precipitaciones. Se analizaron cultivares con alto rendimiento en etapas tempranas. El objetivo fue establecer estrategias para maximizar beneficios económicos mediante una planificación eficiente de la cosecha, considerando la interacción entre genotipos, ambiente y manejo agronómico. Los resultados destacan la necesidad de seleccionar cultivares adaptados a las condiciones locales y ajustar los calendarios de cosecha para equilibrar rendimiento y calidad industrial. Este enfoque permitió reducir pérdidas económicas y mejorar la competitividad del sector azucarero en un contexto de cambio climático. El estudio aporta bases técnicas para la toma de decisiones en la agroindustria cañera cubana.

Palabras clave: Caña de azúcar; Curva de maduración; Rendimiento agroindustrial

Abstract

Sugarcane is key to the agroindustry due to its adaptability and productivity. This study evaluates the agroindustrial behavior of cultivars and their ripening curves to optimize production and profitability. Genotype-environment interaction determines yield variability, influenced by factors such as soil heterogeneity, relief, and rainfall. Cultivars with high yields at early stages. The objective was to establish strategies to maximize economic benefits through efficient harvest planning, considering the interaction between genotypes, environment, and agronomic management. The results highlight the need to select cultivars adapted to local conditions and adjust harvest schedules to balance yield and industrial quality. This approach will reduce economic losses and improve the competitiveness of the sugar sector in a context of climate change and changing industrial demands. The study provides technical foundations for decision-making in the Cuban sugarcane agroindustry.

Keywords: Sugarcane; Maturation curve; Agroindustry performance

Introducción

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se consolida como un pilar fundamental de la agroindustria a nivel global, gracias a su notable adaptabilidad y alta productividad. Este cultivo no solo es esencial para la producción de azúcar, sino también para la generación de biocombustibles y otros subproductos de valor agregado. Sin embargo, su rendimiento y calidad industrial están fuertemente influenciados por la interacción entre el genotipo, el ambiente y las prácticas agronómicas, lo que plantea desafíos significativos para optimizar su producción y rentabilidad.

En este contexto, el presente estudio se enfoca en evaluar el comportamiento agroindustrial de diversos cultivares de caña de azúcar, con especial atención a su curva de maduración. La variabilidad del rendimiento, determinada por factores como la heterogeneidad de los suelos, el relieve y las precipitaciones, exige un análisis detallado para identificar cultivares con alto desempeño en etapas tempranas. El objetivo principal es establecer estrategias que permitan maximizar los beneficios económicos mediante una planificación eficiente de la cosecha, considerando la interacción entre genotipos, condiciones ambientales y manejo agronómico.

Los resultados obtenidos destacan la importancia de seleccionar cultivares adaptados a las condiciones locales y ajustar los calendarios de cosecha para equilibrar el rendimiento y la calidad industrial. Este enfoque no solo ha permitido reducir las pérdidas económicas, sino también mejorar la competitividad del sector azucarero en un escenario marcado por el cambio climático. Este estudio aporta bases técnicas sólidas para la toma de decisiones en la agroindustria cañera, particularmente en el contexto cubano, donde la caña de azúcar desempeña un papel estratégico en la economía y el desarrollo sostenible.

A través de este trabajo, se busca contribuir a la optimización de la producción de caña de azúcar, promoviendo prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles que fortalezcan la competitividad del sector en un entorno global cada vez más demandante.

Objetivo de la investigación

Determinar el comportamiento agroindustrial y la curva de maduración de los cultivares de caña de azúcar y evaluar su impacto económico en la industria azucarera cubana.

Materiales y métodos

Se emplearon diferentes métodos:

En el nivel teórico, se emplearon:

- **Histórico y Lógico:** este método permitió llevar a cabo un estudio de la evolución histórica del uso de las curvas de maduración que repercuten en una óptima programación de corte en el cultivo de la caña de azúcar. Se acercó a la trayectoria más significativa de su desarrollo en el mundo y en Cuba, proporcionando una visión comprensiva de los cambios y avances en esta área.
- **Análisis y Síntesis:** este método facilitó la realización de una valoración bibliográfica consultada y la síntesis de la información obtenida en la investigación. Se aplicaron múltiples relaciones y componentes para facilitar su estudio y establecer la unión de las partes previamente analizadas y sintetizadas de forma concreta, permitiendo llegar a la formulación de conclusiones sólidas.
- **Inductivo-Deductivo:** se utilizó para realizar inferencias respecto al marco teórico y llegar a generalizaciones que se concreten en la solución del problema científico. También se aplicó para analizar los datos empíricos que caracterizan el estado real del problema, generando conclusiones y recomendaciones basadas en la evidencia.
- **Análisis Documental:** utilizado para la consulta y análisis de documentos normativos y resoluciones. Las fuentes consultadas incluyeron textos, tesis de doctorado y maestría, conferencias y materiales en soporte electrónico, garantizando un nivel de actualización adecuado.

Del nivel empírico:

- **Observación:** permitió corroborar la información obtenida del proceso objeto de estudio mediante la observación directa y sistemática de los fenómenos estudiados.
- **Medición:** se aplicó para la realización de mediciones fenológicas e industriales, obteniendo datos cuantitativos precisos que son esenciales para el análisis y evaluación del comportamiento agroindustrial de los cultivares de caña de azúcar.

Del Nivel Matemático:

- **Cálculo de Proporciones:** empleado para el procesamiento e interpretación de los datos obtenidos mediante los métodos empíricos. Se utilizaron técnicas estadísticas para analizar los resultados y validar las conclusiones de la investigación.

Otros métodos que se utilizaron:

- Experimentos de campo: se llevaron a cabo experimentos controlados para evaluar el comportamiento de diferentes cultivares de caña de azúcar bajo distintas condiciones edafoclimáticas. Estos experimentos permitieron identificar las variedades más eficientes y su curva de maduración.
- Análisis de datos: se emplearon herramientas de software estadístico para el análisis de los datos recopilados, facilitando la identificación de patrones y tendencias significativas.
- Encuestas y entrevistas: se realizaron encuestas y entrevistas a productores de caña de azúcar para recoger información cualitativa sobre sus prácticas agrícolas y los desafíos que enfrentan. Esta información complementó los datos cuantitativos y proporcionó una visión más completa del problema de estudio.
- Modelos de simulación: se utilizaron modelos de simulación para predecir el impacto de diferentes estrategias de manejo en el rendimiento y la rentabilidad de los cultivares de caña de azúcar. Estos modelos ayudaron a tomar decisiones informadas y a optimizar las prácticas.

Resultados y discusión

En este capítulo se presentan los resultados del estudio realizado en la investigación. Donde se describen cuatro de sus capítulos, el primero describe el comportamiento de las curvas de madurez por variedades y cepas por quincena en los meses comprendido de enero a abril. En el segundo, se exponen los resultados del monitoreo y las evaluaciones del comportamiento de las variables brix, pol, pureza, rendimiento industrial a nivel de unida productora, variedad y cepa. En el tercero, se presentan los resultados del rendimiento agrícola (t/ha) y, por último, los resultados de la evaluación económica por unidad productora con la novedad que este análisis se presenta hasta nivel de cepas. Por los análisis y los resultados obtenidos a nivel de empresa, permite a los decisores realizar una evaluación del comportamiento de la zafra 2023-2024 y elaborar una estrategia para corregir la programación de cosecha en zafras venideras en pos de un mejor rendimiento industrial.

Resultados del comportamiento de la curva de madurez por variedades y cepas

A continuación, comenzamos describiendo el comportamiento de la curva de madurez por variedades y cepas. Estos resultados se presentan en las figuras 1 y 2. De forma general los mejores comportamientos de la madurez se presentan a partir de la primera quincena de febrero. Estos resultados se corroboran a continuación que se presentan por variedad y cepa.

Al realizar la curva de madurez a la variedad C86-12 en la cepa de retoño la que se presenta en la figura 1, demostró que los mejores resultados o los picos de madurez se presentan en la segunda quincena de febrero y segunda de mayo que supera los 20 grados brix. Es de reconocer que después de la segunda quincena de febrero en algunos de los casos la madurez disminuía un punto debido que en algún momento estuvo la presencia de lluvias que no fueron significativas, pero incidieron en la madurez.

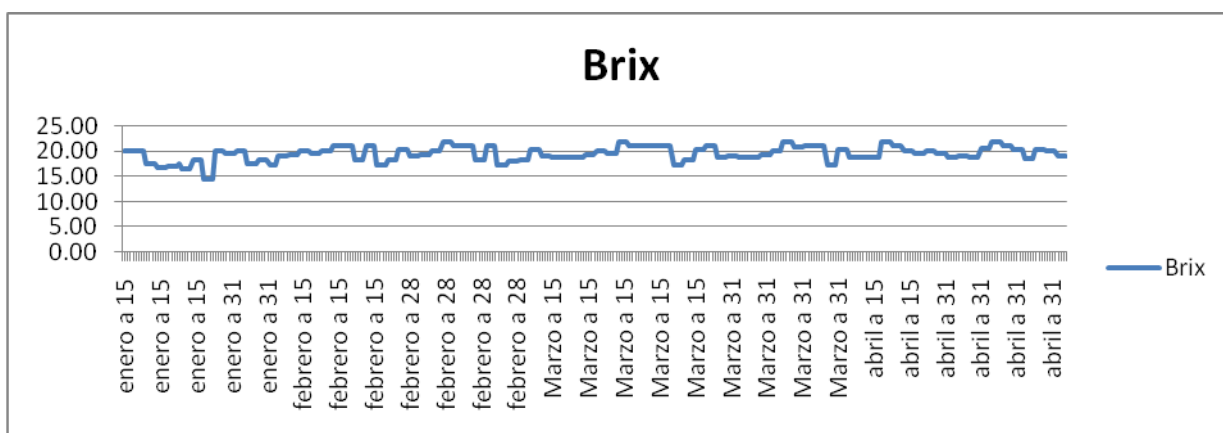


Figura 1: Curva de madurez de la variedad C86-12 en la cepa de retoño.

Al evaluar la Curva de madurez de la variedad C86-12 en la cepa de retoño quedado la que se presenta en la figura 1. Esta tiene su estabilidad de madurez óptima a partir de la primera quincena de febrero con un brix estable de 20 grados.

comportamiento maduración cultivares. Temas de Ciencia y Tecnología, 27(79), pp. 29-35.

Delgado Padrón, J., Ferrer Reyes, M., & Pardo Mora, L. (2023). "Comportamiento agroindustrial de la maduración en seis cultivares de caña de azúcar en Mayabeque, Cuba."

Díaz, F., & Hernández, I. (2023). Análisis de la relación entre la maduración de la caña de azúcar y el rendimiento por hectárea en Guantánamo. Agriculture and Economic Studies, 31(2), pp. 234-248.

Fernández, M., & García, L. (2023). Impacto económico de la variabilidad en la maduración de cultivares de caña de azúcar. Agricultural Economics Review, 37(1), pp. 66-80. 14.

González, E., & Méndez, R. (2023). Comparación de métodos para determinar la maduración óptima de la caña de azúcar en Cuba. Cuban Agricultural Sciences Review, 29(3), pp. 202 L., & Ruiz, P. (2023). Análisis económico del impacto de la maduración de cultivares de caña de azúcar en el rendimiento azucarero. Economic Development Journal, 21(1), pp. 39-50. Ensayo de Investigación, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).

Morales, J., & Pérez, L. (2023). Impactos económicos del rendimiento agroindustrial de la caña de azúcar en diferentes regiones de Cuba. Journal of Agroindustrial Research, 45(2), pp. 115-129.

Rivas, A., & Solís, M. (2022). Estudio de la relación entre la curva de maduración y la producción azucarera en la región oriental de Cuba. Sugar Industry Journal, 12(4), pp. 78-91.