

Influencia del tiempo entre el corte y la molida en el rendimiento industrial de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Influence of the time between cutting and grinding on the sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) industrial yield

Autores:

M.Sc. Yordanska Vicente-Sevillano,¹<http://orcid.org/0000-0002-1053-0879>

M.Sc. Eusebio Divó-Maslén, <http://orcid.org/0000-0001-6799-7288>

M.Sc. Juana Iris Durand-Cos¹, <http://orcid.org/0000-0002-6518-220X>

Ing. Valentín Sevillano-Andrés², <http://orcid.org/0000-0001-9176-2104>

Yusmila Dominguez-Sánchez¹, <http://orcid.org/0000-0001-6825-1306>

Organismo: ¹Universidad de Guantánamo, ²Empresa Azucarera Argeo Martínez Guantánamo

Email: yordanska@cug.co.cu; edivo@cug.co.cu; juanadc@cug.co.cu; yusmila@cug.co.cu

Fecha de recibido: 8 sept. 2021

Fecha de aprobado: 15 nov. 2021

Resumen

La investigación se desarrolló en la UBPC 3 “Álvaro Reynoso” de la Empresa Azucarera Argeo Martínez, provincia Guantánamo, con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo entre el corte y la molida en el rendimiento industrial de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Las variedades utilizadas fueron C 90-469, C87-51, Ty70-17 y C86-12. El experimento se montó mediante un diseño en bloque al azar con 16 tratamientos y 4 repeticiones, tomando como muestra 10 tallos por tratamiento. El experimento demostró que las variedades manifestaron afectaciones en la pérdida de peso, la más afectada fue la variedad C87-51. Con respecto al rendimiento industrial se manifestó que a medida que aumenta el tiempo entre el corte y la molida las pérdidas aumentan, destacándose Ty70-17 y la C86-12. En las primeras 24 horas la pureza aumenta y posteriormente desciende, el resto de las variables aumentan con el tiempo de corte.

Palabras claves: Rendimiento industrial, costo de producción, variedades, caña de azúcar.

Abstract

The research was developed at UBPC 3 “Álvaro Reynoso” of the Argeo Martínez Sugar Company, Guantánamo province, with the aim of evaluating the effect of the time elapsed between cutting and grinding on the industrial performance of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.). The varieties used were C 90-469, C87-51, Ty70-17 and C86-12. The experiment was set up using a randomized block design with 16 treatments and 4 repetitions, taking 10 stems per treatment as a sample. The experiment showed that the different varieties showed effects on weight loss, the most affected was the C87-51 variety. With regard to industrial performance, it was stated that as the time between cutting and grinding increases, losses increase, with Ty 70-17 and C86-12 standing out. In the first 24 hours, purity increases and then decreases, in the case of % Brix-1 and pol-1 it increases with the time the cane is cut.

Keywords: Industrial performance, production cost, varieties, sugarcane

Introducción

El cultivo y la producción de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) han sido, desde el mismo nacimiento de la nación cubana, base de su economía y un elemento significativamente vinculado a su desarrollo social, a su cultura y a sus tradiciones (Humbert, 2017).

En el deterioro de la caña influyen dos factores fundamentales: la superficie expuesta al deterioro y el tiempo que media entre quema, cosecha y molida. En cuanto al factor tiempo su magnitud, se comportaría en función del esquema de cosecha que se emplea y la eficiencia de esta (Milford, 2017).

El tiro directo de caña por combinada hace posible que el central reciba caña como mínimo de 2 a 3 horas de cortada y entre 4 y 8 horas de quemada en dependencia de la hora en que se efectúe la quema y el corte respectivamente (Ramos, Llanes y Ravelo, 2017).

Mientras que en la caña de combinada procesada por instalaciones de limpieza el tiempo entre quema y molida puede llegar entre 24 y 36 horas y entre corte y molida (en los casos que no se quemó) de 18 a 24 horas (Perdomo, 2016).

En el caso de la caña de corte manual y procesada por instalaciones de limpieza el período se alarga y puede llegar de 36 a 48 horas de quemada y hasta 24 y 36 horas entre corte y molida, todas estas cifras son valores promedios bajo condiciones de operación normales (Cuellar, 2018).

Conociendo la variación de algunas variables componentes del rendimiento industrial en función del tiempo transcurrido entre el corte y la molida de la caña de azúcar pudiera establecerse un programa de corte que permita disminuir las horas de permanencia en el campo, lo que contribuiría a elevar los rendimientos industriales.

Por lo que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del tiempo transcurrido entre el corte y la molida en el rendimiento industrial de la caña de azúcar (*S. officinarum* L.) como vía para contribuir al incremento de los rendimientos industriales, y establecer un programa de cosecha según el grado de deterioro de las variedades.

Materiales y métodos

Ubicación

La investigación se realizó en áreas de la UBPC "Álvaro Reynoso", ubicada en el Consejo Popular Argeo Martínez, perteneciente a la Empresa Azucarera Guantánamo, del municipio Manuel Tames, provincia Guantánamo, en condiciones de campo, sobre un suelo pardo con carbonato (Hernández, 2016).

Metodología utilizada

Para el montaje del experimento se utilizaron cuatro variedades (C86-12, Ty70-17, C87-51 y C90-469) y tres tiempos entre el corte y la molienda (12, 24, 36 y 48 horas). El tamaño de las parcelas fue de 48 m², con 4 surcos de 7,5 m de largo con un tamaño de muestra de 10 plántones. Las variedades se cosecharon a los 18 meses de plantada.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 16 tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos se describen a continuación:

| Tratamientos | Descripción |
|---------------------|---------------------|
| T1 | C86-12 + 12 horas |
| T2 | C86-12 + 24 horas |
| T3 | C86-12 + 36 horas |
| T4 | C86-12 + 48 horas |
| T5 | Ty 70-17 + 12 horas |
| T6 | Ty 70-17 + 24 horas |
| T7 | Ty 70-17 + 36 horas |
| T8 | Ty 70-17 + 48 horas |
| T9 | C87-51 + 12 horas |
| T10 | C87-51 + 24 horas |
| T11 | C87-51 + 36 horas |
| T12 | C87-51 + 48 horas |
| T13 | C90-469 + 12 horas |
| T14 | C90-469 + 24 horas |
| T15 | C90-469 + 36 horas |
| T16 | C90-469 + 48 horas |

Variables evaluadas

- Coeficiente de madurez (%) : mediante la metodología de Acosta (2014)
- Peso del tallo (Kg): se determinó mediante el promedio de todos los tallos por tratamientos.
- Calidad de los jugos: Brix (Método Refractométrico), sólidos solubles totales.
- Rendimiento = Pol caña x $\left[\frac{1 - \text{factor 1}}{\text{Pza del jugo prensa}} \right] \times \text{factor 2}$
 - El Pol del Laboratorio: % de Pol del jugo prensado.
 - Brix de Laboratorio: Brix corregido del jugo prensado.
 - Pureza: Pol/Brix.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el Programa Profesional Statistica Versión 6.0. Cuando existió diferencia significativa entre los tratamientos, se empleó la prueba de comparación múltiple de media Duncan para el 5 % de probabilidad de error.

Valoración Económica

Se calcularon la pérdida de azúcar en toneladas y la pérdida total CUP. Los resultados obtenidos se basaron en las pérdidas en el peso de la caña y el rendimiento industrial.

Se tomaron los precios fijados por el Ministerio de Finanzas y Precios para una tonelada de caña y tonelada de Azúcar.

Datos en MN para el peso de una tonelada de caña y una tonelada métrica de azúcar.

| Cantidad | Valor |
|------------------|--------------|
| 1,0 t. de caña | \$ 50,90 |
| 1,0 t. de azúcar | \$ 720,40 |

Resultados y discusión

Durante el procesamiento de los datos no existió interacción entre los factores, por lo cual se analizan independiente.

Para el peso de los tallos (**Figura 1**), se encontró diferencias significativas entre las cuatro variedades estudiadas a las 12, 24, 36 y 48 horas entre el corte y la molida. Para las 12 horas después del corte, la variedad Ty70-17 fue la más afectada, seguidas de la C86-12 y la C90-469, siendo para esta variable la variedad que menos se afecta la C87-51. Esta misma regularidad se observó al transcurrir entre el corte y la molida un intervalo de 24 y 36 horas respectivamente, pero a las 48 horas esta tendencia no se comportó de igual forma, ya que la variedad C90-469 se comportó como aquella en que sus tallos pierden una menor cantidad de peso, pasando a un segundo lugar la variedad C87-51, seguida de la Ty70-17, siendo para este intervalo de tiempo la C86-12 la que más se afecta.

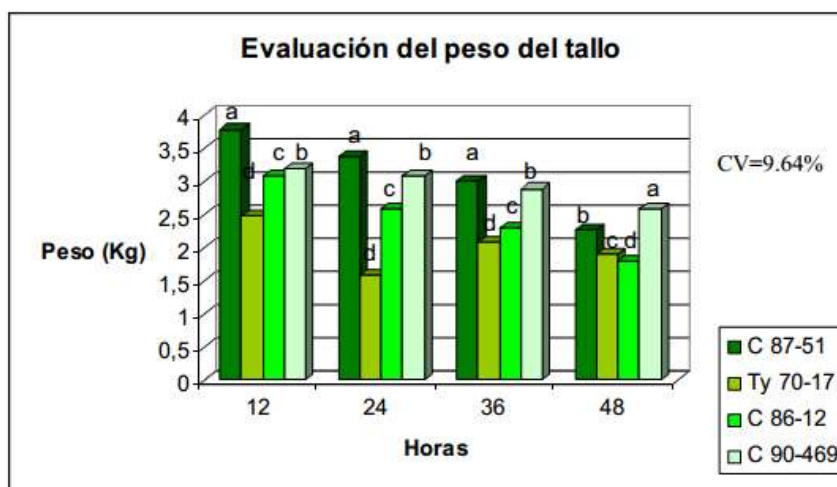


Figura 1. Evaluación del peso del tallo en las diferentes variedades y tiempos de corte. Letras distintas indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según Prueba de Duncan.

Al analizar el comportamiento del peso en función del tiempo, se pudo observar, que todos los tratamientos mostraron afectación (**Figura 2**), siendo los valores más significativos a las 48 horas con diferencias significativas con el resto de los tratamientos, comportándose similares en todas las evaluaciones; estos resultados corroboran los resultados obtenidos por Perdomo (2016) y Foster (2017).

Los resultados evidencian que la pérdida de peso aumenta considerablemente a medida que aumentan los días de cortada la caña y que esta permanece en el campo (Ángela, 2016).

Al respecto, Cristóbal (2013) plantea que el peso del tallo depende entre otros factores de la variedad, por lo cual la pérdida se asocia a la misma; aborda además que la pérdida del peso del tallo no solo depende del tiempo entre el corte y la molienda sino de las condiciones ambientales imperantes para la localidad.

En el caso del Brix refractométrico a las 12 horas de cortadas no se encontró diferencias significativas entre las cuatro variedades estudiadas, lo que evidencia que al cabo de 12 horas entre corte y molida no existe un deterioro significativo del Brix refractométrico en los tallos de estas cuatro variedades (**Figura 2**).

Cuando el tiempo entre el corte y la molido alcanza las 24, 36 y 48 horas comienza a ser afectado, encontrándose diferencias significativas en el comportamiento de las cuatro variedades, siendo la variedad Ty70-17 la más afectada, al estar el comportamiento muy similar entre la C87-51, C86-12 y C90-469.

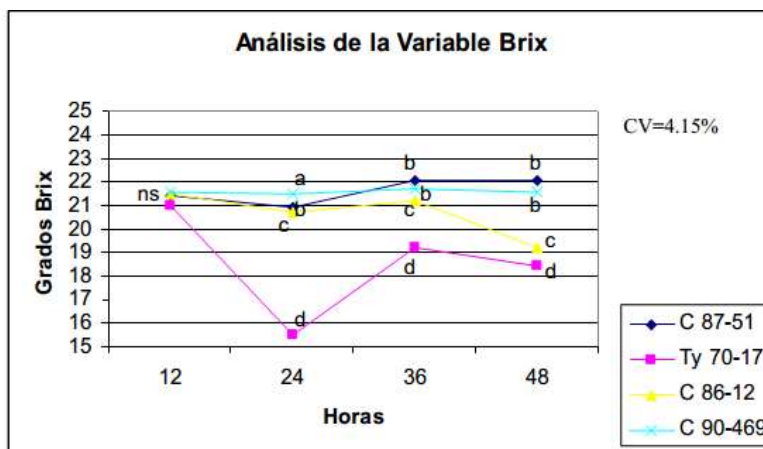


Figura 2. Evaluación del Brix en las diferentes variedades y tiempos de corte. Letras distintas indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según Prueba de Duncan.

La dinámica del comportamiento del Brix en función de las horas transcurridas post-corte, evidenció que los valores más altos se obtuvieron en la variedad C87-51 y C90-469, destacando la linealidad y escasa fluctuación mostrada con relación a este importante componente del rendimiento industrial logrado por la variedad C90-469, lo que pudiera estar asociado a lo encontrado por Perdomo (2016), quien señaló que la caña trozada aumenta su Brix con el tiempo, debido a la mayor concentración de sólidos por la pérdida de agua, debido a la evaporación, aunque comenzaron a declinar sus valores a las 48 horas las variedades C86-12 y Ty 70-17.

Para el comportamiento del % de la Pol se encontró que a las 12 horas de cortada la caña no se encontró diferencias significativas entre las variedades C 87-51, Ty 70-17 y la C 86-12, manifestando la Ty 70-17 el % más bajo de Pol, lo que muestra que, al cabo de 12 horas, el deterioro no es significativo (**Figura 3**).

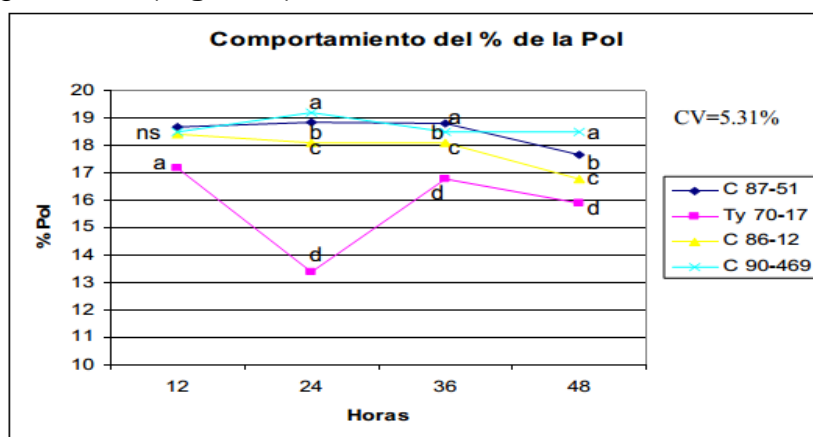


Figura 3. Evaluación del porcentaje de pol en las diferentes variedades y tiempos de corte.

Letras distintas indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según Prueba de Duncan.

La Pol cuando el tiempo entre el corte y la molida alcanza las 24, 36 y 48 horas comienza a ser afectada; tal resultado se corresponde con los obtenidos por Perdomo (2016) quien planteó que los valores de Pol tienden a incrementarse hasta las 24 horas post-corte debido a la concentración de sólidos por la pérdida de agua por evaporación.

Análisis de la variable Pureza

Para la Pureza que se muestra en la **figura 4**, se encontró diferencias significativas entre las cuatro variedades estudiadas a las 12, 24 y 36 horas entre el corte y la molida no existiendo significación a las 48 horas de cortada la caña donde todas manifestaron un comportamiento similar. A las 12 horas post-corte la Ty 70-17 fue la más afectada, seguido de la C 87-51 y la C 86-12 siendo la C 90-469 la variedad que menos se afecta, de igual forma se manifestaron los análisis realizados a las 24 y 36 horas, sin embargo a las 48 horas no hubo diferencia significativas para esta variable y si señalar que los valores de pureza desvenden pasadas las 24 horas de cortada la caña, en correspondencia con lo demostrado por Perdomo (2016).

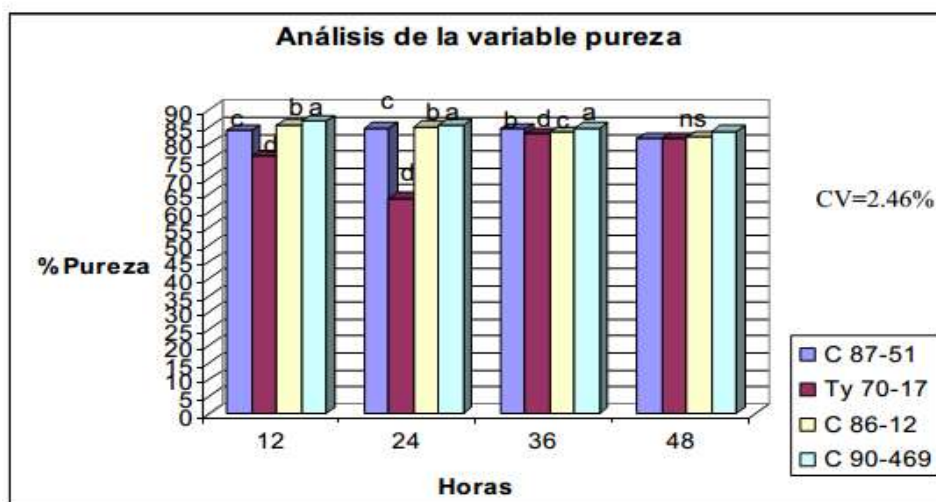


Figura 4. Evaluación de la pureza del jugo en las diferentes variedades y tiempos de corte. Letras distintas indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según Prueba de Duncan.

Con relación al rendimiento industrial que muestra la **figura 5** se encontró diferencia significativa entre las cuatro variedades en cada una de las horas analizadas siendo la Ty 70-17 la más afectada a las 12, 24, 36 y 48 horas, seguida de la C 86-12, manifestándose esta variedad como la más afectada en la medida en que transcurre el período post-cosecha, pudiéndose observar en la dinámica del comportamiento de la variedad C 90-469 como la que menos afectación sufre en la medida que transcurre las horas de cortada. A las 48 horas se obtienen los valores más bajos de rendimiento, así mismo Foster (2017), encontró que la pérdida de rendimiento aumenta a medida que aumentan los días de cortada la caña y al décimo día se pierden $0,02 \text{ t.ha}^{-1}$ de azúcar por cada $1,0 \text{ t.ha}^{-1}$ de caña.

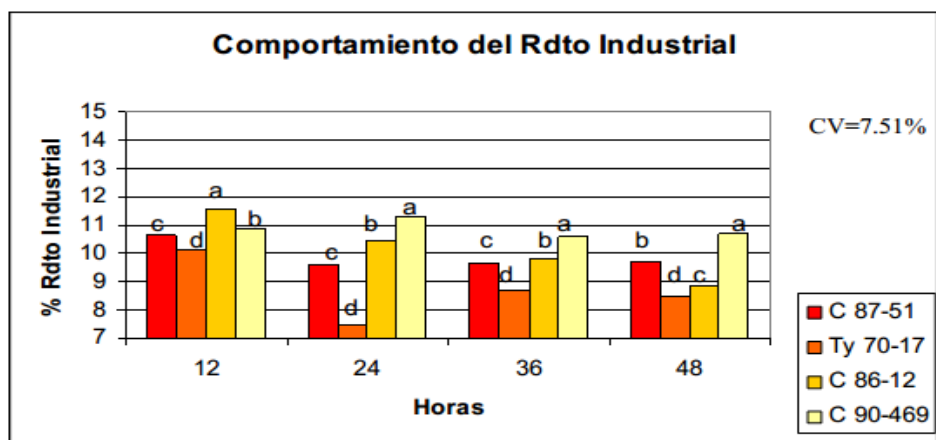


Figura 5. Evaluación del rendimiento industrial en las diferentes variedades y tiempos de corte. Letras distintas indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según Prueba de Duncan.

Evaluación Económica

En cuanto a la valoración económica de la investigación se estableció el cálculo de las pérdidas en peso de la caña y rendimiento industrial en base a una tonelada de caña, tomando como testigo las 12 horas de cortadas.

Con respecto al % de pérdida del peso en cada periodo evaluado se observó que no existió pérdida de peso; a las 24, 36 y 48 horas las mayores pérdidas del peso se produjeron en la variedad C87- 51 seguida de Ty 70-17 (**Tabla 1**).

Tabla 1. Evaluación del % de pérdida del peso según período evaluado

| Variedad | % de Pérdida del peso según período evaluado | | | |
|----------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|
| | 12 | 24 | 36 | 48 |
| C 87-51 | 0 | 2,0 | 4,0 | 5,2 |
| Ty 70-17 | 0 | 1,4 | 3,0 | 4,2 |
| C 86-12 | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| C 90-469 | 0 | 1,0 | 1,8 | 2,2 |

La **tabla 2** muestra un análisis económico, donde se puede observar que hubo una pérdida de \$ 2 146,79 en la C87-51, dado por las pérdidas de azúcar en cada una de las variedades que osciló entre 0,97 y 2,98 toneladas.

Tabla 2. Pérdida del rendimiento industrial de azúcar para cada tratamiento

| Variedad | Pérdida de Azúcar (t.) | Valor 1t. de Azúcar (CUP) | Pérdida Total (CUP) |
|-----------|------------------------|---------------------------|---------------------|
| C 87 - 51 | 2,98 | 720,40 | 2 146,79 |
| Ty 70-17 | 2,92 | 720,40 | 1 649,71 |
| C 86-12 | 1,46 | 720,40 | 1 051,78 |
| C 90-469 | 0,97 | 720,40 | 698,80 |

Tal resultado provocó el incumplimiento de los planes de azúcar previstos, demostrando una vez más la influencia de la variedad y el tiempo de corte en la economía de la unidad de producción.

Conclusiones

Las diferentes variedades muestreadas manifestaron afectaciones en la pérdida de peso en la medida que se alargó el tiempo post-cosecha, siendo la más afectada la C87-51.

En todas las variedades se produjeron pérdidas en el rendimiento industrial en la misma medida que aumentan los días entre el corte y la molida, siendo la variedad C 87 - 51 la más afectada con pérdidas de 2 146,79 CUP.

Referencias bibliográficas

- Ángeles, T. (2016). Situación actual y perspectivas del Mejoramiento Genético de variedades de caña de azúcar en Cuba. Procedimiento Tecnológico para la implementación de Servicio de Variedades y Semilla. Dpto. Mejoramiento Genético. INICA, pp 1-14.
- Cristóbal, J. (2013). Evaluación de dos densidades de siembra del cultivo de la caña de azúcar en el consejo Popular Costa Rica, municipio El Salvador. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agropecuario. Centro universitario municipal Costa Rica. Universidad de Guantánamo
- Cuellar, A.I. (2018). Caña de Azúcar Paradigma de Sostenibilidad. La Habana. Cuba, pp 175.
- Foster, D. H. (2017). Estudios sobre el estudio de la caña en Australia. Rev. Cubazúcar. p. 36.
- Hernández, O. (2016). El elemento humano en la preparación del suelo. Cañaveral, (Cuba) 4(1): 22-24. Enero-marzo.
- Humbert, R.P. (2017). El cultivo de la caña de azúcar. Edit. C.T. La Habana. Cuba
- Milford, B. (2017). Sustainability initiatives in the Australian Sugar Industry. ISST Proceeding of the XXV Congress. Guatemala City, Guatemala: Volume 1.
- Perdomo, A. (2016). El deterioro de la caña después de la cosecha. Rev. ATAC. marzo-abril,
- Price, E. I., Ravelo, S. y Torres B. (2011). Disminución de las pérdidas de sacarosa durante el deterioro microbiológico de la caña y sus jugos conferencia. ATAC.
- Ramos, E. L., Llanes, J. y Ravelo, G. (2017). Repercusión del sistema de cosecha de la caña en la eficiencia del proceso de fabricación del azúcar crudo, conferencia ATAC.