

Pérdida del rendimiento agroindustrial de la caña de azúcar asociada al retraso de la molienda en poscosecha¹

Loss of sugarcane industrial yield associated with postharvest milling delay

Wilfrido I. Morales Méndez², Oscar Joaquín Duarte Álvarez^{3*} y Ubaldo T. Britos Bordón⁴

¹ Parte de la Tesis de Graduación presentada a la Orientación de Producción Agrícola de la de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA). San Lorenzo, Paraguay.

² Ing. Agr. Egresado de la FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay.

³ Prof. Ing.Agr. (M. Sc.) Docente-Investigador de la FCA-UNA, Filial Caazapá. Paraguay.

⁴ Prof.Ing.Agr.(M. Sc.) Docente-Investigador de la FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia (oscarduarte@hotmai.com).

Recibido: 15/06/2010; Aceptado: 16/09/2010.

RESUMEN

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción, Filial Caazapá, periodo agrícola 2009. Para dicho estudio fue utilizada una parcela experimental de comparación de 10 variedades de caña de azúcar, en su segundo año de cultivo. El estudio incluyó cuatro tratamientos que son los tiempos de almacenamiento (0, 3, 6, y 9 días después de la cosecha) con 10 repeticiones, constituyéndose cada variedad en una repetición de los tratamientos en estudio. El objetivo fue determinar el efecto que ocasiona el retraso de la molienda después del corte en el rendimiento agrícola e industrial de la caña de azúcar. Las variables consideradas fueron: contenido de sólidos solubles, porcentaje de pol, porcentaje de pureza y peso de caña. Los resultados obtenidos muestran una pérdida gradual en peso de caña con el aumento del retraso de la molienda, hasta un 5,27% a los 9 días después del corte en relación al peso inicial; el contenido de sólidos solubles totales tiende a aumentar con la demora en el procesamiento, alcanzando su valor máximo (23%) a los 9 días después del corte, lo que equivale a un aumento del 16% en relación a lo observado en el primer día de corte (19,8%); el porcentaje de pol disminuyó gradualmente con el aumento del tiempo de almacenamiento, con un 12,97% a los 9 días después del corte; por último, se observó que la demora en el procesamiento de la caña disminuye el porcentaje de pureza hasta un 24% con 9 días de retraso.

Palabras clave: *Saccharum officinarum* L., retraso de molienda, pérdida, rendimiento agroindustrial.

ABSTRACT

The study was conducted at the Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Filial Caazapá, agricultural period 2009. For this study, a comparison of experimental plot of 10 varieties of sugarcane was used, in its second year of cultivation. The study included four treatments that were post-harvest storage times (0, 3, 6, and 9 days after harvest) with 10 repetitions, where each variety was considerate a repetition of the treatments under study. The objective was to determine the effect caused by the delay in milling after cutting in the agricultural and industrial yield of sugarcane. The considered variables were, pol percent, purity percent and weight of cane. The results show a gradual loss in cane weight with increasing delay of milling, up 5.27% at 9 days after cutting in relation to initial weight; the Brix degrees tends to increase with the delay in processing, reaching its maximum value (23%) at 9 days after cutting, which is equivalent to an increase of 16% compared to that observed in the first cut date (19.8%); the pol percentage gradually decreased with increasing the storage time, with 12.97% at 9 days after cutting; finally, it was observed that the delay in processing the cane decreases the percentage of purity up to 24% with 9 days delay.

Key words: *Saccharum officinarum* L., delay in milling, loss, agricultural and industrial yield.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un rubro de renta, social y económicamente muy importante para el país por la ocupación de mano de obra que genera en la cadena productiva. En la actualidad, su cultivo comercial a más de las zonas tradicionales como los departamentos de Guairá, Caazapá, Paraguarí, Cordillera, Central y Presidente Hayes, se ha extendido a otras zonas no tradicionales como los departamentos de Canindeyú, Misiones, San Pedro, Alto Paraná e Itapúa. Esto se debe a la creciente demanda existente para satisfacer el consumo interno y externo de azúcar como asimismo el progresivo aumento de la demanda del alcohol combustible.

En los últimos años el aumento de la producción de la materia prima ha evidenciado la existencia de problemas en la organización, coordinación y control de los distintos procesos involucrados en la cosecha, transporte y recepción de la caña de azúcar en el ingenio, que causan significativas pérdidas en la agroindustria azucarera.

La mejora de la calidad de la materia prima constituye una herramienta efectiva para concretar incrementos en la productividad de la agroindustria azucarera, por lo cual debería constituir un objetivo prioritario y un compromiso de todos los sectores involucrados en esta actividad. Con este propósito, mejorar la calidad de la materia prima en el campo, como la eficiencia del proceso fabril juegan un rol decisivo. La primera es importante ya que determina el máximo contenido de azúcar factible de recuperar, incide en la calidad del azúcar y contribuye a reducir los costos. La segunda porque un proceso eficiente, asegura la máxima recuperación industrial del azúcar formado en el campo, se reducen los costos y mejora la calidad del producto final.

La calidad de la materia prima se reconoce al término de su procesamiento industrial por la cantidad de productos, azúcar o alcohol, que se recupere por tonelada de caña molida y que se conoce como rendimiento fabril. Una materia prima de óptima calidad será aquella que se caracteriza por un alto contenido de sacarosa, un bajo contenido de materias extrañas, un bajo contenido de sustancias solubles no-sacarosa y por un nivel adecuado de fibra, asegurando un máximo rendimiento fabril, resultando en una mejor eficiencia y rentabilidad, tanto de la fábrica como del productor cañero.

El conocimiento de los múltiples factores que inciden en la calidad, posibilitarán fomentar manejos y sistemas de control en la producción, cosecha, transporte y en la etapa industrial, que permitan mejorar la calidad de la materia prima y las condiciones de fabricación y de calidad del producto. Solomon et al. (2007), en un estudio realizado reportaron la pérdida de 13 kg de azúcar por tonelada

molida de caña debido a los retrasos en la molienda durante la cosecha.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto que ocasiona el retraso en la molienda después del corte en el rendimiento agrícola e industrial de la caña de azúcar.

La hipótesis planteada para este trabajo expuso que el retraso en la molienda de la caña después del corte ocasiona pérdidas en el rendimiento agrícola e industrial, siendo mayor a medida que aumenta el tiempo de permanencia en el campo o en los patios del ingenio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Caazapá, de la Universidad Nacional de Asunción, periodo agrícola 2009. Para el mismo fue utilizada una parcela experimental de comparación de 10 variedades de caña de azúcar, en su segundo año de cultivo. Para la medición de los parámetros de calidad industrial, se dispuso del laboratorio del Campo Experimental de Caña de Azúcar (CECA), dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agrícola (IPTA), ubicado en el distrito de Natalicio Talavera, departamento de Guairá.

El estudio incluyó cuatro tratamientos que son los tiempos de almacenamiento poscosecha (0, 3, 6, y 9 días después de la cosecha) con 10 repeticiones, constituyéndose cada variedad en una repetición de los tratamientos en estudio. Las variedades de caña de azúcar utilizadas como material experimental fueron las siguientes: RB 835486; RB 72454; RB 855536; SP 80-3280, SP 80-1842, SP 81-3250, SP 85-5077, SP 80-185, SP 85-3877 y CL 61-620.

Para la recolección de los datos experimentales, se dispuso en tiempo de cosecha, una muestra de 40 cañas que fueron tomadas en forma aleatoria de cada variedad. Las cañas fueron separadas y apiladas en cuatro fardos de 10 cañas por cada variedad, las que fueron utilizadas para evaluar la influencia de los tratamientos en estudio.

Para la determinación de los parámetros de calidad del jugo de la caña (contenido de sólidos solubles, pol y pureza), en el caso del primer tratamiento, en el mismo día de la cosecha, la caña fue pesada, picada y sometida al proceso de molienda para la medición de los parámetros de calidad de jugo. En el caso de los demás tratamientos, las cañas fueron sometidas al mismo proceso, según tratamiento, a los tres, seis y nueve días después del corte. Para la determinación de los valores de peso de caña, se ha utilizado una balanza electrónica.

Para determinar el efecto de los tratamientos en la calidad del jugo de la caña, en cada ocasión, una muestra de cinco cañas de cada variedad fue sometida al proceso de análisis de jugo. Para ello, las cañas fueron picadas con molino triturador hasta el estado de pulpa, seguidamente mezcladas para homogeneizarlas para descartar transpiración. De esta mezcla, se pesaron 500 g para la extracción del jugo por medio de una prensa hidráulica a una presión de 250 kg/cm² durante 10 segundos. El jugo extraído se sometió a análisis para determinar el contenido de sólidos solubles totales, porcentaje de pol y pureza. El contenido porcentual de sólidos (sacarosa, azúcares reductores y otros constituyentes) solubles en agua se denomina comúnmente como brix (expresado en porcentaje). La razón porcentual entre la sacarosa en el jugo y el brix se conoce como pureza del jugo. El contenido aparente de sacarosa, expresado como porcentaje en peso y determinado mediante un método polarímetro, se denomina "pol". Los sólidos diferentes de la sacarosa, que incluyen los azúcares reductores como la glucosa y otras sustancias orgánicas e inorgánicas, se denominan usualmente "no-pol" o no sacarosa, los cuales porcentualmente resultan de la diferencia entre el brix y el pol.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de regresión, buscando encontrar un modelo de estimación de pérdidas en el rendimiento agroindustrial, asociado al estacionamiento poscosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos que se presentan en la **Figura 1** comprueban estadísticamente ($\alpha = 0,0041$) la relación lineal entre las variables y prueban que el retraso de la molienda de la caña en poscosecha ocasiona una disminución en el peso de la caña. Esta disminución queda explicada a través de la ecuación: $Y = 6949 - 40,6x$, que establece que por cada día de retraso en la molienda se estima una pérdida equivalente a 40,6 g de peso en la caña.

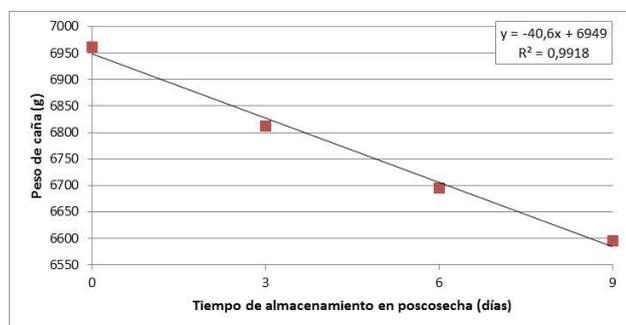


Figura 1. Efecto del tiempo de almacenamiento en pos cosecha en el peso de la caña de azúcar.

Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Ahmed y El-Sogheir, citados por El-Maghrabyet al. (2009),

quienes reportaron que el peso de la caña decrece significativamente al incrementar el período de poscosecha. Larrahondo (1995), sostiene que el deterioro empieza casi inmediatamente después del corte, siendo mayor a medida que aumenta el tiempo de permanencia de la caña sin procesar y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales. Tonatto et al. (2005), mencionan que las pérdidas asociadas al estacionamiento al que se somete la caña de azúcar se manifiestan en procesos como, disminución del peso de tallos por deshidratación y disminución en el rendimiento fabril, enfatizando que la magnitud de estas pérdidas está fuertemente influenciada por la temperatura ambiente que acelera los procesos degradativos.

En la **Figura 2** se muestra la relación entre el tiempo de almacenamiento de la caña en poscosecha y el contenido de sólidos solubles en el jugo de la caña expresado en grado Brix. Aunque no se comprobó una relación lineal significativa entre ambas variables ($\alpha = 0,071$), se aprecia una tendencia de aumento del contenido de sólidos solubles con el retraso de la molienda, alcanzando su valor máximo (23,0%) a los 9 días después del corte, lo que equivale a un aumento del 16% en relación a lo observado en el primer día de corte (19,8%).

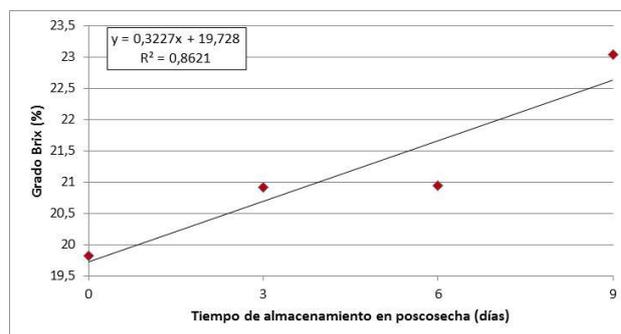


Figura 2. Efecto del tiempo de almacenamiento en poscosecha en el contenido de sólidos solubles totales (Brix %).

El aumento del contenido de sólidos solubles respecto al retraso de la molienda se debe a la pérdida de peso que experimenta la caña por deshidratación. Los resultados concuerdan con lo reportado por Larrahondo (1995) y Huerta et al. (2005), quienes indicaron que el porcentaje de sólidos solubles totales en caña de azúcar aumenta con el aumento del tiempo de almacenamiento.

Los datos que se presentan en la **Figura 3** comprueban estadísticamente ($\alpha = 0,013$) la relación lineal entre las variables y prueban que el retraso de la molienda de la caña en poscosecha ocasiona una disminución en el contenido de sacarosa expresado en porcentaje de pol. Esta disminución queda explicada a través de la siguiente ecuación: $Y = 17,535 - 0,24x$, que establece que por cada día de retraso en la molienda se estima una pérdida equivalente a 0,24% de pol.

Estos resultados coinciden con lo reportado por El-Maghraby et al. (2009), quienes indican que el contenido de sacarosa decrece al incrementar el período de almacenamiento en poscosecha. Según los mismos autores, esto podría atribuirse a la mayor tasa de inversión de la sacarosa, debido a la creciente actividad de las enzimas de degradación y a una mayor tasa de respiración con el aumento del tiempo de molienda después de la cosecha. Así mismo, Larrahondo (1995), manifiesta que el deterioro del contenido de sacarosa empieza casi inmediatamente después del corte, siendo mayor a medida que aumenta el tiempo de retraso en la molienda.

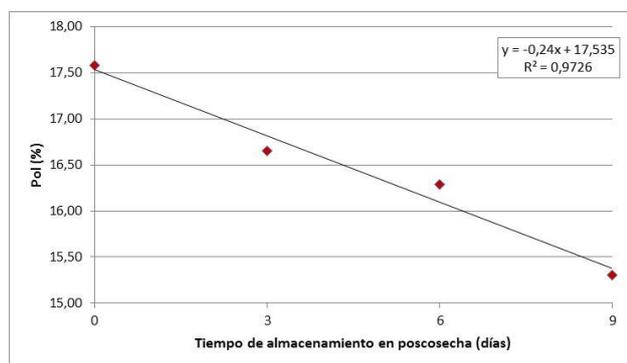


Figura 3. Efecto del tiempo de almacenamiento en poscosecha en el porcentaje de pol.

Los resultados que se registran en la **Figura 4** indican que la demora en el procesamiento de la caña disminuye el porcentaje de pureza, indicando que existe un contenido menor de sacarosa en los sólidos solubles del jugo de la caña. Se evidencia estadísticamente una relación lineal entre ambas variables ($\alpha = 0,042$) y se explica en la siguiente ecuación: $Y = 87,399 - 2,1637x$, que establece que por cada día de retraso en la molienda se estima una pérdida equivalente a 2,16% de pureza.

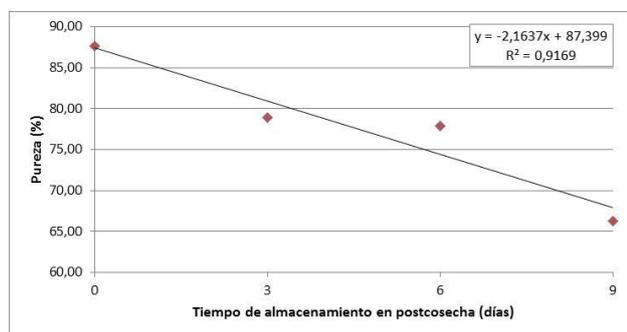


Figura 4. Efecto del tiempo de almacenamiento en poscosecha en el porcentaje de pureza.

Según Solomon et al. (2006), el deterioro de la caña cosechada es causada por agentes enzimáticos, químicos y microbiológicos y que continúa aumentando con el paso del tiempo. Inicialmente, la enzima invertasa, que ocurre naturalmente en la caña se activa después de la cosecha,

especialmente cuando la temperatura ambiente es elevada. Grandes cantidades de invertasas se liberan durante la molienda, convirtiendo la sacarosa en azúcares invertidos, reduciendo así la pureza.

La caña de azúcar ideal para la molienda es aquella con 85% de pureza como mínimo, observándose en este estudio que a partir de una demora de tres días en la molienda se produce un deterioro en la calidad del jugo de la caña que impide alcanzar el mínimo de pureza recomendado para el procesamiento industrial.

CONCLUSIONES

- El retraso en el procesamiento de la caña después del corte afecta el rendimiento agrícola e industrial.
- Existe una relación lineal negativa y significativa entre el tiempo de almacenamiento en poscosecha y las variables peso de caña, porcentaje de pol y pureza.

LITERATURA CITADA

- El-Maghraby, S; Ahmed, AZ; El-Soghier, KS. 2009. Post-harvest change studies in sugar cane cultivars under upper Egypt condition. African Crop Science Conference Proceedings. 9 (1): 31-37.
- Huerta, C; Fernández, L; Saborit, M; Castillo, P; Nieto, M. 2005. Comportamiento de la planta de caña de azúcar tratada con enerplant cultivada en suelos vertizoles. Cuba, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov. Consultado 20 abr. 2009. Disponible en www.grciencia.granma.inf.cu/vol9/1/2005_09_n1.a5.pdf
- Larrahondo, J. 1995. Calidad de la caña de azúcar: el cultivo de caña en la zona azucarera de Colombia. Valle de Cauca, CO, Cenicaña. 354 p.
- Solomon, S; Banerji, R; Shrivastava, AK; Singh, P; Singh I; Verma, M; Prajapati, CP; Sawhani, A. 2006. Post harvest deterioration of sugarcane and chemical methods to minimize sucrose losses. SugarTech8 (1):74-78.
- Solomon, S; Shrivastava, AK; Yadav, RL. 2007. Strategies to minimize post-harvest sucrose Losses in sugar cane: another view. In: Annual Convention STAI, (68, 2007, India) Proceeding. p.112-121.
- Tonatto, J; Romero, E; Leggio, M; Scandaliaris, J; Alonso, J; Digonzelli, P; Alonso, L; Casen, S. 2005. Importancia de la calidad de la materia prima en la productividad de la agroindustria azucarera. EEAOC. (Gacetilla agroindustrial de la N° 67).