

ARTÍCULO ORIGINAL

# Influencia de la preparación de caña de azúcar a moler en la producción de azúcar en el Complejo Agroindustrial Azucarero “Manuel Fajardo”

## *Influence of the sugar cane preparation to milling in the sugar production on the Sugar Agroindustrial Complex “Manuel Fajardo”*

Yanoy Morejón Mesa<sup>1</sup> y Jorge Revé Moracén<sup>2</sup>

**RESUMEN.** La presente investigación se realizó en el Complejo Agroindustrial (CAI) Azucarero “Manuel Fajardo”, Provincia Mayabeque. En este se investigó el proceso tecnológico de preparación de la caña de azúcar a moler con el objetivo de evaluar su eficiencia y detectar los principales problemas en dicho proceso. Como resultado se obtuvo que el valor del Índice de Preparación (IP) no fue superior al 72,8%, estando por debajo de los normados en Cuba y el mundo, el valor del Rendimiento Potencial Cañero promedio (RPC) fue de 13,22, considerándose un valor positivo lo que demuestra que la producción de azúcar no solo depende de la variedad y calidad de la caña, sino del uso, mantenimiento y reparaciones que se le brinde a la tecnología empleada para la preparación de la caña a moler y se determinó que por concepto de materia extraña el total de azúcar pérdida fue 743,61 t, lo cual representa una pérdida económica de \$446 166.00 USD.

**Palabras clave:** índice de preparación, caña de azúcar, pérdidas de azúcar.

**ABSTRACT.** The present research was carried out on the Sugar Agroindustrial Complex “Manuel Fajardo”, Mayabeque Province. In this work was researched the technological process of sugar cane preparation having as objective to evaluate his efficiency and find the principals problems in this process. As results was obtained that the Preparation Index value (IP) was not superior to 72,8%, is below to the national and international standards, the Cane Potencial Yield mean (RPC) was 13,22, it is a positive value showing that the sugar production don't depend of the variety and quality of sugar cane, also is important consider the use, maintenance and reparation in the technology use to the sugar cane preparation and was determined that for strange material the total sugar losses was 743,61 t, showing an economical losses of \$446 166.00 USD.

**Keywords:** preparation index, sugar cane, sugar losses.

## INTRODUCCIÓN

En Cuba la Agroindustria Azucarera es considerada la actividad económica más importante proporcionándole la mayor fuente de los ingresos en divisas al país, facilitando su desarrollo, además brinda empleo a más de 600 mil trabajadores en toda la isla.

En las directrices expuestas en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba se destacó, que el gobierno cubano trabaja en el redimensionamiento de la agro-industria azuca-

ra como parte de un diseño de su estructura para reducir los costos y elevar la eficiencia de los procesos productivos (*Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*, 2011).

La preparación de la caña a moler es un aspecto de gran importancia por su efecto cuantitativo y cualitativo como proceso, dado que al aumentar la densidad del colchón de la caña mejora la capacidad de molida y al abrirse la celda del jugo se facilita la extracción por compresión en los molinos (Arronte,

**Recibido** 18/07/11, aprobado 12/12/12, trabajo 03/13, artículo original.

<sup>1</sup> MSc. Prof., Universidad Agraria de La Habana. Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP: 32700. E-✉: [yymm@isch.edu.cu](mailto:yymm@isch.edu.cu)

<sup>2</sup> Ingeniero Egresado de la Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas. Complejo Agroindustrial Azucarero “Manuel Fajardo”

1996); por lo tanto cobra mayor significación la preparación de la caña en los siguientes aspectos:

- Mayor capacidad de molienda;
- Mayor extracción en el tándem;
- Mejor aprovechamiento del Rendimiento Potencial de la Caña (RPC);
- Estabilidad de la potencia en el tándem.

Actualmente en Cuba los valores del índice de preparación, están condicionados a que existen pocas instalaciones con un juego de cuchillas eficientes, los actuales valores se encuentran alrededor del 40%; en general con dos juegos de cuchillas aceptables, se están logrando valores promedios de 60%.

En algunos países desarrollados en este sentido se reportan valores mínimos del 85% y algunos con desfibradoras pesadas están logrando valores del 92% y planteándose metas de 95% y superiores a este valor; el proceso de preparación de la caña a moler puede disminuir la eficiencia por la no regulación y reparación de los componentes (cuchilla y desfibradora) y por la incorporación de materia extraña al proceso tecnológico, por lo que se requiere su determinación bajo criterios científicos.

La tendencia mundial actual es el empleo de desfibradoras medianas con parámetros de consumo de potencia y preparación no superiores a las cuchillas; y el uso de desfibradoras pesadas y extra pesadas con objetivos de altas molidas y precediendo a difusores con altas potencias instaladas e índices de preparación superiores a 90% (Hugott, 1986).

La preparación de la caña a moler se realiza para transformar la materia en una masa homogénea y con mayor densidad, a fin de favorecer la alimentación continua y uniforme de los molinos, mejorar la acción de la inhibición, facilitar la extracción del jugo y reducir las pérdidas de sacarosa en bagazo. (Carvajal, 2003; Cuba. MINAZ, 1990)

De acuerdo a la problemática existente, esta investigación se orienta en profundizar en los aspectos y parámetros que intervienen en el mejoramiento del proceso de preparación de la caña de azúcar a moler y su influencia en la producción de azúcar en las condiciones de la Complejo Agroindustrial (CAI) Azucarero "Manuel Fajardo" de la provincia Mayabeque.

## MÉTODOS

### Bases teórico-metodológicas para determinar el porcentaje de materias extrañas en el área del basculador

Las materias extrañas no dan azúcar sino roban azúcar. La evaluación de la materia extraña se hace a través del despalillo o micro despalillo de muestras de caña. Esto es importante ya que a medida que se envíe mayor cantidad de materia extraña habrá mayor pérdida por concepto de mieles finales, cachaza y otros indeterminados en el proceso industrial. Una vez categorizada, las pérdidas, se conocerán las causas pudiendo disminuirse o evitarlas, (Betancourt, 1967; Cuba. MINAZ, 1987; Salomón, 1980).

## Técnica operatoria

**Materia extraña:** Es todo lo que acompaña a la materia prima destinada al central, que no produce azúcar, tales como piedras, tierra, palos, animales, etc.

### Materiales e instrumentos empleados

- Pesas,
- Sacos,
- Mantas,
- Alzadora.

### Rango permisible

El central acepta un 10% de materias extrañas, no permite un valor superior puesto que influye en las principales pérdidas de los sub-productos obtenidos en el proceso agroindustrial (azúcar, mieles, bagazo, cachaza, etcétera.)

Para determinar la Eficiencia del Área del Basculador,

$$Eficiencia = \frac{\%M.Ext.sucia - \%M.Ext.Limpia}{\%M.Ext.sucia} \quad (1)$$

### Bases teórico- metodológicas para determinar el índice de preparación de la caña de azúcar a moler

Como el proceso de preparación se efectúa para "abrir" la mayor cantidad de celdas de jugo y dejar "libres" al lavado, por así decirlo, la mayor cantidad de jugo, la magnitud del proceso debe medirse por elemental lógica, midiendo la cantidad de sólidos contenidos en el jugo que pueden "liberarse" por el solo expediente de lavar con agua la masa de caña preparada.

En este principio se basan los dos métodos de análisis más universalmente establecidos y que simplemente compara el Brix que se puede sacar por lavado en la caña preparada con el Brix total de la caña.

## Técnica operatoria

Se toma una muestra representativa de caña preparada (1 kg, 2 kg o más) y se coloca en una cubeta con una cantidad de agua cuatro veces mayor (4 kg, 8 kg) y después de una mezcla mecánica manual de 5 a 10 minutos se analiza el Brix del líquido y este Brix multiplicado por cuatro, posibilita obtener el Brix libre (Bx<sub>1</sub>). Este (Brix<sub>1</sub>) dividido por el Brix total de la caña (Bx<sub>2</sub>) dará el índice de preparación. (Cuba. MINAZ, 1995)

### Materiales e instrumentos empleados

- Cubeta,
- Paletas mezcladoras,
- Prensa mecánica.

En cualquiera de los métodos establecidos, encontrar el Brix total de la caña es lo que introduce la mayor complejidad, el mayor tiempo y también la mayor posibilidad de error. Existen análisis muy sofisticados, pero en este método simple se toma una porción de la muestra representativa (y si es desfibrada mejor),

presándose y este Brix de prensado ( $B_{x_{prensada}}$ ) permitirá conocer el Brix de caña o ( $B_{x_2}$ ) estimando una fibra en caña ( $F_c$ ).

$$B_{x_2} = \frac{B_{XPRESADA} \times (100 - F_c)}{100} \quad (2)$$

El único valor estimado es la fibra en caña ( $F_c$ ) cuyo valor se toma del análisis de fibra directa. Por lo tanto es posible determinar el índice de preparación de la caña (IP),

$$IP = \frac{100 \times B_{x1}}{B_{x2}} \quad (3)$$

Un aumento de 10% en el IP equivale aproximadamente a más del 75% de extracción total del tándem.

### Bases teórico-metodológicas para determinar el rendimiento potencial de la caña (RPC)

El rendimiento potencial de la caña real (RPC) se obtiene a partir de los datos de brío y pol del jugo primario con la correspondiente corrección por el contenido de fibra.

Este es independiente de la eficiencia plan o real de la industria, y se obtiene mediante la siguiente expresión matemática, (Caballero, 1999).

$$RPC = \frac{3Pj}{2} \left[ 1 - \frac{F_c + 6,5}{100} \right] - \frac{Bj}{2} \left[ 1 - \frac{F_c + 3}{100} \right] \quad (4)$$

donde:

Pj - pol del jugo de primario, %

Bj - Brix refracto métrico del jugo primario, %

$F_c$  - fibra en caña real del día, %

La Instrucción No. 1 prevé un tratamiento estadístico a los resultados históricos de cada empresa, a partir del cual surge la propuesta de un RPC norma (RPCN), que siempre llevaría una

aprobación de la Junta Económica del Ministerio.

Tanto para el caso del sistema uniforme como para el sistema por centro de recepción el RPCN se calcula de la misma forma. Para eso se necesitan los resultados de las últimas cinco zafras

$$RPCN = R_{plan} \times factor \quad (5)$$

donde:

$R_{plan}$  - Rendimiento Planificado, t/ha;

$$Factor = \frac{RPC_{prom}}{R_{prom}} \quad (6)$$

donde:

RPC- Rendimiento Potencial promedio de un periodo de años, t/ha;

$R_{prom}$  - Rendimiento promedio en un periodo de años, t/ha.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados de la determinación del porcentaje de materias extrañas en el área del basculador

Al comprobar los resultados obtenidos con la sala de control se pudo verificar que de un 10% de materia extraña para caña verde que debe entrar a la fábrica por plan, entraron 18,3% lo cual implicó una pérdida en azúcar de 672,49 t, esto está influenciado fundamentalmente por la cosecha, dado que las cosechadoras utilizadas (KTP-2) no poseen corta cogollos Tabla 1. En el caso de la caña quemada se obtuvo que entraron 10,03% de materia extraña, cuando no debió de entrar ninguna materia extraña, teniéndose una pérdida de azúcar por este concepto de 71,12 t, obteniéndose un total de azúcar pérdida de 743,61 t o sea una pérdida económica de 446 166 USD, considerándose el precio promedio actual de este producto en el mercado mundial de 600 USD/t.

TABLA 1. Comportamiento de la materia extraña

Tipo de caña	Tonelada de entrada	Materia extraña plan		Materia extraña real		Muestra no realizada	Pérdida de azúcar, t
		%	t	%	t		
Cosechadora (caña verde)	55916,06	10,00	5591,60	18,30	10232,63	4	672,49
Cosechadora (caña quemada)	4728,86	-	-	10,03	474,30	12	71,12

Además es importante señalar que la eficiencia promedio del centro de limpieza en el área del basculador fue de 49,48%, el cual es bajo para las exigencias de calidad establecidas.

### Resultados de la determinación del índice de preparación de la caña de azúcar a moler

En los resultados obtenidos del índice de preparación de la caña se puede observar en la Figura 1, en un muestreo realizado para 10 días en dos sesiones, como se puede apreciar el valor mínimo fue de 65,63% y el máximo de 72,8%, estos valores se deben fundamentalmente por la mala preparación de la caña a moler, por desgaste de las cuchillas, por desgaste de la desfibradora y por la incorrecta aplicación y utilización de la soldadura no recomendada.

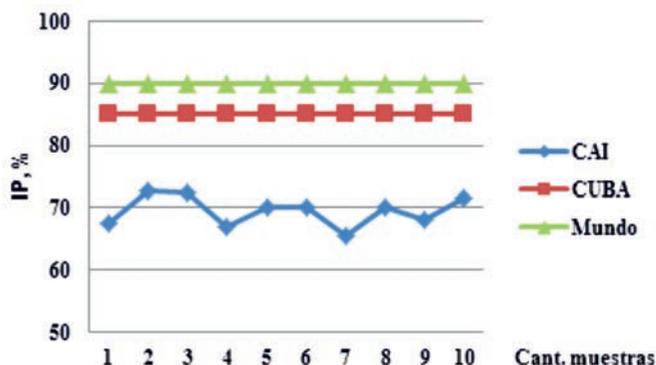


FIGURA 1. Comportamiento del Índice de preparación (IP) del CAI respecto a Cuba y el mundo.

Si se comparan estos valores obtenidos con los valores normados tanto internacional como nacionalmente, como se muestra en la Figura 1, se puede constatar que son inferiores, lo cual demuestra la ineficiencia del proceso de preparación de la caña a moler en las condiciones que presenta el CAI objeto de estudio.

### Resultados de la determinación el rendimiento potencial de la caña (RPC)

En los resultados obtenidos del rendimiento potencial cañero, se obtuvo un RPC promedio de 13,22, considerándose un valor positivo, además para el muestreo realizado se determinó una cantidad de caña molida de 12 007,5 t, con un potencial azucarero de 159,649 t, esto se representa en la Tabla 2.

**TABLA 2. Comportamiento del rendimiento potencial de la caña (RPC)**

Día	Promedio diario RPC	Caña molida, t	Azúcar potencial, t
1	13,30	345	45,85
2	12,95	402,5	52,12
3	13,40	460	61,64
Promedio Total	13,22	-	-
Total	-	12 007,5	159,649

### CONCLUSIONES

- Las investigaciones realizadas en el CAI “Manuel Fajardo”, permitieron determinar que por concepto de materia extraña el total de azúcar pérdida fue 743,61 t, lo cual representa una pérdida económica de \$446 166.00 USD.
- El valor del IP no fue superior al 72,8%, estando por debajo de los normados en Cuba y el mundo, este valor se debe fundamentalmente a la mala preparación de la caña a moler,
- al desgaste de las cuchillas, al desgaste de la desfibradora y a la incorrecta aplicación y utilización de la soldadura no recomendada.
- Se obtuvo un RPC promedio de 13,22, considerándose un valor positivo lo que demuestra que la producción de azúcar no solo depende de la variedad y calidad de la caña, sino dependen también del uso, mantenimiento y reparaciones que se le brinde a la tecnología empleada para la preparación de la caña a moler.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARRONTE, H., E. HERRERA, J. ZUAZAGA y A. DÍAZ: *Manual de planta moledora, operación en zafra*, Documento impreso, La Habana, Cuba, 1996.
- BETANCOURT, A.F.: *Materias extrañas en la cosecha de caña de azúcar, Estudio general*, Boletín de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba, Vol. 22: 3-29, La Habana, Cuba, 1967.
- CABALLERO, A.: *Sistema de precio de la caña por su calidad*. Asociación Nacional de Economistas de Cuba. Documento impreso. MINAZ, La Habana, Cuba, 1999.
- CARVAJAL, A.: “Avance en la evaluación integral de los procesos de preparación y molienda en Ingenios colombianos”, *Colombia, Cenicaña*, 25(4): 8-11, 2003.
- CUBA. MINAZ: *Cálculo rápido para la Industria Azucarera*, Manual. Ministerio del Azúcar, La Habana, Cuba, 1995.
- CUBA. MINAZ: *Recepción, Manipulación y Preparación de la Caña*, Manual de Inspección técnica, Ministerio del Azúcar, La Habana, Cuba, 1990.
- CUBA. MINAZ: *Elemento de control de la calidad de la cosecha cañera*, Dirección de Normas Métricas del Control de la Calidad, Ministerio del Azúcar, La Habana, 1987.
- HUGOTT, E.: *Sugar Cane Engineering Handbook*, Elsevier Publishing, London, England, 1986.
- Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*: Ed. Política, La Habana, Cuba, 2011.
- SALOMÓN, LL. R.: “El centro de acopio, un elemento valioso en cosecha cañera”, *Revista ATAC*, (1):38-41, 1980.