

## **DETERMINACION DE LA SACAROSA % CAÑA PRECOSECHA Y POSTCOSECHA EN UN INGENIO AZUCARERO COLOMBIANO**

Jesús E. Larrahondo A. Ph. D.<sup>1</sup> Miguel A. Córdoba L. Químico.<sup>2</sup> Ramiro A. Burbano. Químico.<sup>3</sup>

### **RESUMEN**

El Estudio se basó en la búsqueda de una ecuación que permitiera determinar la sacarosa % caña, basado en análisis de jugos primarios (prensa hidráulica o molino industrial) de la caña precosecha (antes del corte) y post-cosecha (inmediatamente después del corte e ingreso a fábrica).

El estudio se desarrolló en cuatro fases, tomando como fundamento un método primario, el método de análisis directo vía húmeda (DAC), para muestras de caña precosecha, caña post-cosecha y caña desfibrada, muestreada antes del primer molino. El estudio permitió establecer una ecuación que relacione los niveles de sacarosa presente en los jugos primarios y la sacarosa % caña determinada vía el método DAC. El modelo estadístico permitió obtener y predecir los valores de sacarosa % Caña con una buena precisión, basados en los análisis de jugos primarios obtenidos mediante una prensa hidráulica o molino industrial.

**PALABRAS CLAVES:** Sacarosa, análisis directo ( DAC) , caña de azúcar, jugos de caña de azúcar, precosecha, post-cosecha, calidad de caña.

### **INTRODUCCIÓN**

El método de prensa hidráulica para los análisis de caña de azúcar vienen siendo utilizados en países como Estados Unidos (Louisiana), Australia y Brasil desde 1972 (Chen, 1991). En el jugo extraído de la prensa se determina usualmente el brix refractométrico y el pol (sacarosa aparente). También en el jugo se determinan otros componentes como los niveles de azúcares reductores, dextranas, pH y otros nutrientes de la caña de azúcar como los cationes de potasio, calcio, magnesio etc. Sin embargo, las determinaciones de sacarosa % caña basados en la prensa hidráulica o molino industrial o molino experimental pueden verse sobre estimados y/o alterados por factores como la extracción y contenidos de fibra, lo cual hace indispensable establecer correlaciones con el método oficial ICUMSA, DAC (análisis directo vía húmeda) para una mejor determinación o estimación de la sacarosa % caña ( SASTA, 1985; Larrahondo, J.E., 1989). El método de la prensa hidráulica es en general, un método práctico para trabajos de rutina, pero requiere de un estudio previo de correlación con el método DAC, con el objeto de disponer de un sistema adecuado y confiable para la determinación de la sacarosa % caña (Fernández, A.C.; 2003)

El pol % caña (sacarosa % caña) puede ser obtenida en función del pol del jugo extraído, multiplicando esta variable por el jugo absoluto de la caña (100-fibra % caña) y un coeficiente o factor "C", el cual representa una transformación del pol del jugo extraído en un pol % caña, bajo las condiciones de trabajo locales de un Ingenio Azucarero (Fernández, A. C.; 2003). En Brasil se pudo determinar, mediante estudios en el Estado de Sao Paulo, la siguiente ecuación (Fernández, A. C.; 2003).

$$\text{Sacarosa \% Caña} = \text{Sac \% Jugo} (1 - 0.01 \times \text{Fibra \% Caña}) \times C$$

$$\text{Donde } C = 1.031 - 0.00575 \times \text{Fibra \% Caña}$$

## **METODOLOGÍA**

El estudio se desarrolló en cuatro fases utilizando muestras de caña de pre-cosecha, post-cosecha (tallos muestreados en el campo) y caña comercial desfibrada y muestreada antes del primer molino. Para cada fase se evaluaron 50 muestras provenientes de diferentes lotes que conforman las haciendas que suministran caña de azúcar comercial al Ingenio la Cabaña, con edades de corte y cosecha entre 12 y 15 meses. Cada una de las muestras se analizó mediante el método de Análisis Directo vía húmeda (DAC) y Análisis Directo vía seca Prensa Hidráulica (PH).

Las fases de estudio fueron:

Fase I: Obtener el tiempo máximo y óptimo, para la digestión húmeda de muestras de caña desfibrada y la determinación de sacarosa % caña mediante el análisis DAC, tomado como método primario o estándar en los análisis de caña, (Larrañondo, 2007).

Fase II: Implementación de la metodología de Análisis Directo vía seca (PH) basada en el análisis DAC para muestras de precosecha.

Fase III: Implementación de la metodología de Análisis Directo vía seca (PH) y su correlación con el método DAC para la determinación de sacarosa en las muestras de post-cosecha.

Fase IV: Correlación entre sacarosa % caña determinada en muestras de caña desfibrada (análisis DAC) y la sacarosa % jugo registrada en el primer molino (molino industrial de la fábrica).

Fase I: A partir del método Sudafricano (SASTA, 1985) se determinó el tiempo óptimo que permita hacer la máxima extracción de sacarosa mediante el análisis directo (DAC). Se utilizaron 13 tallos de caña de azúcar, previamente desfibrados, seguido por una digestión con agua en un equipo Jeffco, utilizando una relación 1:10 de caña desfibrada y agua. Las digestiones se efectuaron por duplicado durante tiempos de 10, 15, 20, 30 y 40 minutos, seguidos por determinaciones en el laboratorio de sacarosa y sólidos totales solubles (brix) y pureza.

Fases II, III, IV: Se tomaron muestras de caña (50 muestras) en el campo (precosecha), después del corte (post-cosecha) y caña desfibrada (entrada al primer molino de la fábrica). Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de acuerdo con el método y resultados obtenidos en la primera fase para los análisis DAC. Análisis simultáneos de los jugos obtenidos vía prensa hidráulica (fase II y III) y jugos primarios (molino industrial, fase IV) fueron realizados en el laboratorio, para determinar los contenidos de sacarosa, brix y pureza.

## RES ULT ADOS

### **Fase I:** Determinación del tiempo óptimo para la digestión húmeda (DAC)

Se puede observar de acuerdo con la Tabla 1 y los análisis estadísticos, que la máxima extracción se logra entre veinte y treinta minutos, los cuales exhibieron diferencias significativas con las digestiones realizadas entre 10 y 15 minutos.

**TABLA 1.** Determinación de sacarosa y pureza para diferentes tiempos de digestión vía húmeda. (Análisis DAC)

Tiempo (min)	Sacarosa (% caña)	Pureza (% caña)
10	13.0 c	84.9 b
15	13.2 b c	84.3 b
20	13.8 a	88.7 a
30	13.9 a	89.0 a

Nota: Promedios con la misma letra indica que no difieren significativamente a un nivel del 5% (prueba Duncan).

### **Fase II:** Implementación de la metodología de análisis directo vía seca, basada en el Análisis Directo DAC para muestras de pre-cosecha

Mediante el análisis estadístico y particularmente de correlaciones entre los valores de sacarosa % caña (DAC) y los datos de sacarosa % jugo obtenida vía prensa hidráulica, se obtuvo la siguiente ecuación para las determinaciones de muestras de caña de pre-cosecha en un Ingenio Azucarero.

$$\text{Sacarosa \% Caña} = \text{Sac \% jugo} (1 - 0.01 \times \text{Fibra \% Caña}) \times C$$

$$\text{Donde } C = 0.94212 - 0.00189 \times \text{Fibra \% Caña}$$

$$R^2 = 0.92$$

### **Fase III:** Implementación de la metodología de Análisis Directo vía seca y su correlación con el método DAC para la Determinación de Sacarosa de Muestras de post-cosecha.

De acuerdo con los resultados de la primera fase y el método implementado para las condiciones del Ingenio Azucarero, objeto de estudio, se obtuvo la siguiente ecuación, la cual permite estimar los contenidos de sacarosa % caña a partir de los análisis de jugos obtenidos en una presa hidráulica:

$$\text{Sacarosa \% caña} = \text{Sac \% jugo} (1 - 0.01 \times \text{Fibra \% caña}) \times C$$

$$\text{Donde } C = 1.1385 - 0.01048 \times \text{Fibra \% caña}$$

$$R^2 = 0.995$$

Como puede observarse, la anterior ecuación es similar a la reportada para la determinación de Sacarosa % caña bajo las condiciones de los Ingenios Azucareros del Brasil (Fernández, A. C., 2003).

#### **Fase IV**

La correlación entre la sacarosa % jugo, observada en las muestras de jugo primarios (primer molino), y la sacarosa % caña determinada en la caña desfibrada mediante el método DAC, permitió establecer la siguiente ecuación:

$$\text{Sacarosa \% caña (DAC)} = \text{Sac \% jugo} (1 - 0.01 \times \text{Fibra \% caña}) \times C$$

$$\text{Donde } C = 0.9325 - 0.00048 \times \text{Fibra \% caña}$$

$$R^2 = 0.72$$

Una validación comercial de la ecuación descrita anteriormente, permitió establecer para un período de siete meses, la validez y alcances del método. Para ello, se efectuó una correlación entre la sacarosa % caña, obtenida mediante el balance de fábrica, y la sacarosa % caña calculada a partir de los análisis de los jugos primarios (primer molino). Como puede observarse en la tabla 2, se encontró una buena correlación ( $R^2 = 0.8$ ) entre los valores de sacarosa % caña, con una desviación estándar (DE) y coeficientes de variación (CV) bastante comparables.

**TABLA 2.** Estadísticas descriptivas y correlación entre la sacarosa % caña (B), determinada a partir del balance, y la sacarosa % caña estimada (E) mediante los análisis de Jugos primarios (primer molino)

Variable	Mínimo	Media	Máximo	DE	CV (%)
Sac % Caña (E)	11.10	12.63	14.50	0.84	6.7
Sac % Caña (B)	10.50	12.62	14.80	0.94	7.5

$$\text{Sac \% caña (B)} = 0.994 \text{ Sac \% caña (E)} + 0.06$$

$$R^2 = 0.80$$

Los anteriores resultados indican que el modelo o ecuación establecida es muy buena y que por tanto la sacarosa % caña puede estimarse con una buena precisión, en un Ingenio Azucarero, a partir de un análisis de jugos primarios durante un trabajo de rutina.

#### **CONCLUSIONES**

- Se pudo establecer un procedimiento analítico para la determinación y/o cálculo de la sacarosa % caña, a partir de los análisis directo vía seca (prensa hidráulica) en muestras de caña de pre-cosecha y post-cosecha para un ingenio azucarero.
- Se pudo establecer una correlación entre las determinaciones de sacarosa obtenidas de jugos primarios (molino industrial) y la sacarosa % caña determinada por el método de análisis directo vía húmeda (DAC).

- Se establecieron ecuaciones que permiten calcular con una buena confiabilidad los niveles de sacarosa % caña a partir de los análisis de jugos primarios (prensa hidráulica o molino industrial) sin incurrir en sobre-estimaciones inherentes al método de la prensa hidráulica y los altos costos o poca practicidad del método de análisis directo vía húmeda (DAC) en trabajos de rutina de un Ingenio Azucarero.

## BIBLIOGRAFIA

- Chen, J. C. P. (1991). Manual de la Caña de Azúcar, Meade-Chen Noriega Editores, Primera Edición. México.
- Fernández, A. C. (2003). Cálculos en la Agroindustria de la Caña de Azúcar. Segunda Edición. Sociedad de las Técnicas Azucareras y Alcohólicas del Brasil. Piracicaba, Brasil. 239 p.
- Larrahondo, J. E. y Torres, J. S. (1989). Evaluación y determinación del azúcar recuperable de la Caña de Azúcar. En: Informe Especial, Carta Trimestral N° 3 de 1989, Cenicaña, 12-14 p.
- Larrahondo A., J. E.; *et al* (2007). Tiempo de Desintegración Húmeda como factor importante en los análisis directos (DAC) de caña de azúcar. Carta Trimestral Cenicaña. 2007, 29 (4), 23-24 p.
- South African Sugar Technologist Association (1985). Manual de Laboratorio. Tercera Edición, Mount Edgecombe, SASTA, 436 p.

1. Director Científico. Corporación Biotec. Cali, Colombia
2. Químico. Director del Laboratorio de Control de Calidad del Ingenio La Cabaña. Cali, Colombia.
3. Químico. Ingenio La Cabaña. Cali, Colombia.