

DETERMINACION DE POL EN CAÑA POR UN METODO DIRECTO

V.M. PANEQUE Y P.J. GONZALEZ

RESUMEN

Se estudió la determinación de pol en caña, utilizando como base el brix, el pol de los jugos y la humedad de la caña. La extracción de los jugos se hizo utilizando un molino de laboratorio; la humedad se determinó a 100 °C - 105 °C hasta peso constante. Para evaluar los resultados se tomó como método patrón lo establecido por la industria azucarera. Fueron analizadas más de 200 muestras de distintas variedades, cepas y edades. Al hacerse el análisis de correlación entre los datos obtenidos por los dos métodos, se encontró un alto valor para r igual a 0,98, siendo la ecuación de correlación $Y = 0,655 x + 4,1$ y el intervalo de confianza $0,19 \pm 0,072$. El método propuesto permite ahorrar 40 % de la fuerza de trabajo empleada, en relación con el método patrón. El cálculo del pol en caña se hizo mediante la fórmula siguiente

$$\% \text{ Pol caña} = \left[\frac{0,655 \times \% \text{ Pol jugo } (\% \text{ brix} + \% \text{ humedad})}{100} \right] + 4,1$$

INTRODUCCION

El porcentaje de pol en caña representa su riqueza en azúcar o potencial azucarero de la caña; su conocimiento es esencial para evaluar la caña de azúcar en cualquier actividad en que esta planta sea objeto de estudio o utilizada como materia prima en el proceso de producción de azúcar.

En el método tradicional para determinar el pol en caña, se hace necesario moler o triturar la caña analizando por separado el jugo, por el método del Dr. Hornes y el bagazo, utilizando el digestor Norris (Pedrosa, 1965). La técnica analítica es larga y laboriosa y requiere de gran cantidad de fuerza de trabajo. Cuando se precisa analizar un número grande de muestras, son necesarios innumerables beakers, embudos, digestores y baños de María; además, preparar el bagazo con los equipos tradicionales requiere de esfuerzo físico.

Los tecnólogos y químicos azucareros desde hace varios años han ideado métodos indirectos y directos, para determinar el pol en caña sin realizar el análisis de bagazo. Spenner (1932) expone un método directo por extracciones sucesivas con agua caliente de la sacarosa, de una muestra de caña previamente preparada. La preparación especial de la caña y las extracciones sucesivas hacen el método muy laborioso. Varios autores han tratado de relacionar el pol y el brix del jugo de primera extracción con el azúcar base 96 % recuperable por el central, pero esos factores suelen ser de uso muy local y para condiciones muy específicas. Arceneaux (1958)

analiza y compara resultados obtenidos con el empleo de tres ecuaciones desarrolladas en Houma Louisiana Station, en Quesland y la isla Reunion. El autor expresa que los resultados que se obtienen con la aplicación de esas ecuaciones, para determinar el porcentaje de azúcar de la caña en la industria, varía con las distintas ecuaciones y depende del contenido de fibra de la caña.

Rojas (1962) propuso un método directo para determinar fibra en caña, basado en relaciones sencillas entre el bagazo y su contenido de agua, sólidos y fibra, estableciendo ecuaciones para determinar la fibra y el pol en caña.

Hernandez (1967), basándose en los principios utilizados por Rojas (1962), propuso un método para determinar la calidad de la caña en Argentina. El proceso analítico estuvo basado en la extracción del jugo de la caña en un molino de laboratorio, determinar la humedad del bagazo en la estufa a 125 °C, así como el brix y el pol del jugo, por el método establecido en la industria. Basándose en relaciones sencillas (bagazo húmedo = bagazo seco + sólidos + agua), se calcula la fibra en bagazo; con este dato se estima la fibra en caña y posteriormente, el pol en caña. Los resultados obtenidos por este autor mostraron poca desviación, sin embargo es muy laborioso, pues necesita pesar caña, bagazo y jugo, lo cual produce demoras en el procedimiento analítico.

Fauconnier y Bassereau (1980) exponen el método de M. Hoarau, para determinar la riqueza en sacarosa de la caña de azúcar, utilizando para ello la prensa hidráulica. El método propuesto por Hoarau requiere una preparación especial de la caña, reducirla a pulpa, pesar la caña y el residuo de bagazo, trabajando a una presión fija de 100 kg/cm². Se expresa que la fórmula dada para el método es válida solo cuando se trabaja a esa presión.

Dadas las necesidades crecientes de la investigación y la producción de disponer de análisis azucareros y en especial del pol en caña, los métodos analíticos utilizados no se adaptan, ni satisfacen las necesidades actuales, haciéndose necesario realizar estudios que posibiliten la elaboración y adaptación de un método de análisis azucarero, que sea aplicable en las condiciones actuales y satisfagan las exigencias técnico-científicas de la investigación y la producción, a la vez que su ejecución sea más fácil y menos costosa.

Tomando en cuenta esas necesidades, se realizó esta investigación con el objetivo de elaborar y desarrollar un método analítico para la determinación del pol en caña, que permita simplificar el proceso de ejecución y aumentar el número de análisis por unidad de tiempo, con la utilización de menos recursos materiales y humanos que los utilizados en el método tradicional y que los resultados reflejen el grado de exactitud requerido en la agricultura cañera, la industria azucarera y en la investigación.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se desarrolló tomando como base el siguiente fundamento teórico:

La caña está formada por tres componentes:

$$\text{caña} = \text{agua} + \text{brix} + \text{fibra} \quad (1)$$

donde:

brix representa los grados brix del jugo y es equivalente al total de sólidos disueltos.

también:

$$\text{jugo} = \text{agua} + \text{brix} \quad (2)$$

entonces:

$$\text{caña} = \text{jugo} + \text{fibra} \quad (3)$$

Esta igualdad estima que todo el azúcar de la caña está en el jugo. Entonces:

$$\text{Peso del pol en caña} = \text{Peso de pol en jugo} \quad (4)$$

Los métodos analíticos conocidos permiten determinar con precisión aceptable y de modo sencillo el porcentaje de humedad de la caña, el brix y el pol del jugo.

Tomando en cuenta la ecuación (4) se puede expresar:

$$\text{caña} \times \% \text{ pol caña} = \text{Jugo} \times \% \text{ pol jugo}$$

despejando:

$$\% \text{ pol caña} = \frac{\% \text{ pol jugo} \times \text{jugo}}{\text{caña}}$$

Sustituyendo jugo por su valor dado en (2) y tomando como base 100 se tiene:

$$\% \text{ pol caña} = \frac{\% \text{ pol jugo} (\% \text{ humedad} + \% \text{ brix})}{100} \quad (5)$$

Para poder utilizar esta fórmula en los cálculos prácticos, será preciso conocer que cuando se determina la humedad de la caña en la estufa, por los métodos corrientes, el agua coloidal de la fibra, que no forma parte del jugo, se cuantifica como agua del jugo, obteniéndose valores de humedad de la caña más altos que los verdaderos, lo cual influye también en los resultados del pol en caña y los cálculos de la fibra en caña. Por esta razón los resultados del porcentaje de pol en caña que se obtengan con la fórmula (5) serán más altos que los verdaderos. Para determinar la relación que existe entre los resultados que da la fórmula (5) y los verdaderos, será preciso establecer la correlación entre los resultados obtenidos por este método y los que se determinan, utilizando el método patrón de Pedrosa (1965), para el análisis azucarero, el cual establece hacer las extracciones de jugo de la caña en un molino de laboratorio, determinar el brix y pol del jugo y el pol del bagazo, utilizando el digestor Norris u otro similar.

Para determinar la fibra de la caña se toma como base la ecuación (1) y se puede establecer que:

$$\text{fibra} = \text{caña} - (\text{agua} + \text{brix}) \quad (6)$$

Como se dijo antes, parte del agua coloidal de la fibra se determina como humedad de la caña en los métodos de análisis corrientes y por ello, los valores de fibra que se obtienen con la fórmula (6) son más bajos que los verdaderos, por lo que para obtener el valor real, será necesario incluir a esa fórmula un factor de correlación.

Hernández (1967), basándose en los resultados de Douves (1958) y Seipp (1963), expresó que el agua coloidal representa aproximadamente el 30 % del peso de la fibra, por lo que el valor que se obtiene en los análisis corrientes representa el 70 % del total. Luego, para determinar el porcentaje de fibra con cierto grado de aproximación, deberá utilizarse un factor de correlación. Tomando en cuenta esos criterios y utilizando la igualdad (6) se puede calcular la fibra, tomando como base 100 con la fórmula:

$$\% \text{ fibra: } K [100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ brix})] \quad (7)$$

$K = 1,3 - 1,5$ dependiendo del contenido de agua coloidal de la fibra.

Desarrollo del trabajo experimental

El trabajo experimental se desarrolló en los laboratorios de los centrales "Arquimides Colina" y "Juan M. Marquez" de la provincia Granma y el laboratorio azucarero de la Estación Experimental de Caña de Bauta, del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Se analizaron más de 200 muestras de distintas variedades, cepas y edades, por el método directo y por el método patrón o tradicional, propuesto por Pedrosa (1965).

En el trabajo experimental se estudiaron las distintas fases de la técnica analítica y los equipos a utilizar.

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de correlación simple.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cálculo de la correlación simple de los datos obtenidos por los dos métodos

Los resultados obtenidos del porcentaje de pol en caña por ambos métodos se sometieron a un análisis de correlación simple. Para ello, se utilizaron como variable independiente (x) los valores obtenidos por el método directo y variable dependiente (y) los valores del método patrón. En estos cálculos se utilizaron 24 pares de datos. Se encontró un valor de $r = 0,98$, el cual es altamente significativo.

Se calculó la ecuación de regresión lineal, resultando:

$$Y = 0,655 x + 4,1$$

En la Tabla I se comparan los resultados obtenidos en el porcentaje de pol en caña, por el método directo y por el método patrón.

Analizando los datos de la tabla se observa que los valores obtenidos por ambos métodos son muy semejantes. Se encontró que la desviación estándar de la muestra fue 0,17. El 80 % de los valores presentaron desviaciones menores a 0,3 % de pol y el 91 % menores a 0,5 % de pol. El intervalo de confianza para la población, con una probabilidad del 95 % fue igual a 0,198 - 0,072 % de pol en caña.

Estos resultados muestran que al determinar el pol en caña, utilizando la técnica propuesta, se obtienen valores similares a los obtenidos por el método patrón utilizado en Cuba. La alta correlación existente entre los valores obtenidos, en ambos métodos, lo hacen confiable y satisfacen las necesidades que se tienen para este análisis en la producción y en la investigación, resultando el método directo un buen estimador para las determinaciones de pol en caña.

Beneficios que pueden obtenerse al utilizar el método propuesto

Al utilizar el método directo para el análisis de pol en caña en lugar del método tradicional, se pueden obtener los siguientes beneficios:

- ahorro de fuerza de trabajo en más de 43 %,
- aumento de la precisión en las determinaciones por disminuir las fuentes de errores como son: pesadas de caña, jugo y bagazo, muestreo y picado de bagazo,
- se facilitan los cálculos al simplificarse los elementos que se toman en cuenta para los análisis.

Tabla I. Estado comparativo de los valores de pol en caña obtenidos por el método directo y el método estandar o patron.

| Muestra numero | % pol caña | | Desviación entre los métodos |
|----------------|----------------|---------------|------------------------------|
| | Método directo | Método patron | |
| 1 | 15,82 | 15,74 | + 0,08 |
| 2 | 13,90 | 13,74 | + 0,16 |
| 3 | 13,84 | 13,72 | + 0,12 |
| 4 | 16,10 | 16,47 | - 0,37 |
| 5 | 16,55 | 16,48 | + 0,07 |
| 6 | 15,76 | 15,97 | - 0,21 |
| 7 | 16,62 | 16,63 | - 0,01 |
| 8 | 16,20 | 16,36 | - 0,16 |
| 9 | 16,18 | 16,01 | + 0,17 |
| 10 | 15,60 | 15,70 | - 0,10 |
| 11 | 15,68 | 15,25 | + 0,43 |
| 12 | 16,94 | 16,32 | + 0,62 |
| 13 | 16,60 | 16,56 | + 0,04 |
| 14 | 15,82 | 15,81 | + 0,21 |
| 15 | 16,23 | 16,12 | + 0,11 |
| 16 | 16,66 | 16,92 | - 0,26 |
| 17 | 16,62 | 16,60 | + 0,02 |
| 18 | 16,50 | 16,66 | - 0,16 |
| 19 | 16,00 | 16,61 | - 0,61 |
| 20 | 15,96 | 16,12 | - 0,16 |
| 21 | 16,60 | 16,66 | - 0,06 |
| 22 | 16,42 | 16,00 | + 0,42 |
| 23 | 16,80 | 16,66 | + 0,14 |
| 24 | 10,97 | 10,89 | + 0,08 |

REFERENCIAS

- ARCENEUX, G. A Universal Equation for Indicated Available Sugar in Cane. Proc. of 9th Cong. ISSCT, 1958. Vol. II, p. 937-947.
- DIECKE, R. Investigation with Disintegrator for the Direct Analysis of Cane. Proceedings of the X ISSCT Congress, 1959. p. 169-173.
- FAUCONNIER, R. Y D. BASSEREAU. La caña de azucar. La Habana. Editorial Científico-Técnica, 1980. p. 302-317.
- HERNANDEZ, J. A. Método aconsejado para determinar calidad de la caña en Argentina. Estacion Experimental Agrícola Tucuman. Miscelaneas (26), 1967.
- PEDROSA, R. Manual para el laboratorio azucarero. La Habana. Editorial Universitaria, 1965.
- ROJAS, B. A. A Simple Method for Fiber Determination. Proceedings of the XI ISSCT Congress, 1962. p. 317.
- SPENCER, G. L. Y G. P. MEADE. Manual de fabricación de azúcar de caña y químicos azucareros. 7a. ed. New York: John Wiley and Sons, 1932. p. 353-366.

ABSTRACT

POL DETERMINATION IN SUGARCANE CROP THROUGH A DIRECT METHOD

This experiment was aimed at studying pol determination in sugarcane crop, based on brix, juice pol and cane humidity. Juice was extracted through a laboratory mill and cane humidity was determined at 100 °C - 105 °C up to a constant weight. A standard method established by sugar industry was applied to evaluate results. More than 200 samples from different varieties, strains and age were analyzed. The values obtained through both methods were submitted to a correlation analysis, then a high value was recorded for $r = 0,98$, correlation equation being $Y = 0,655 x + 4,1$ and confidence interval $0,19 \pm 0,072$. The method intended saves 40 % of the working power, in comparison with the standard one. Cane Pol was calculated by means of the following formula:

$$\text{Pol \% cane} = \left[\frac{0,655 \times \text{pol \% juice (Brix \% + humidity \%)}}{100} \right] + 4,1$$

Manuscrito recibido el 19/IX/88.

ANEXO

Técnica analítica

1. Equipos y materiales

- . Molino de laboratorio
- . Balanza con precisión hasta 0,01 g
- . Estufas
- . Refractómetro
- . Polarímetro
- . Guillotina eléctrica o manual
- . Capsulas para humedades (recipientes de aluminio o metal de aproximadamente 12 cm de diámetro y 3 cm de alto)
- . Beakers de 250 - 500 ml
- . Embudos de 8 - 10 cm
- . Papel de filtro de 18 cm de diámetro
- . Sub-acetato de plomo
- . Tierra de infusorios

2. Marcha analítica

I. Preparación de las muestras

. De las cañas objeto de análisis se toma una parte representativa de la forma siguiente:

De cada caña se toma de 3 a 4 cm de longitud del primer entrenudo bien formado, de la parte inferior; del centro de la caña y del último entrenudo bien formado, de la parte superior de las cañas. Al separar las partes en los lugares indicados, debe hacerse en forma

transversal de modo que se tomen cilindros de aproximadamente 3 mm de espesor. Las muestras que así se tomen deben contener partes de nudos y entrenudos y la cantidad debe ser aproximadamente 150 g. Las cañas picadas se depositan en bolsas de polietileno y se destinan para la determinación de humedad.

Las partes de las cañas que quedan se utilizan para la extracción del jugo en el molino.

II. Determinación de humedad

Se pesan 100 g de la caña picada con precisión de 0,01 g y se depositan en una cápsula para humedades tarada.

Se pone en la estufa a temperatura de 100 - 105 °C hasta peso constante (12 horas o más).

Obtenida esa condición se saca, se deja enfriar hasta aproximadamente 35 °C - 40 °C y se pesa.

Se calcula la humedad de la caña del siguiente modo:

$$\% \text{ humedad} = \text{Pesada inicial (cápsula + caña húmeda)} - \text{pesada final (cápsula + caña seca)}.$$

Todos los pesos en gramos.

III. Determinación de brix y pol de los jugos

Las partes de las cañas que quedaron después de tomar las muestras para la humedad, se trituran en el molino del laboratorio. El jugo obtenido se homogeniza y se toman porciones para la determinación de brix por el refractómetro o aereómetro y el pol por el método del sub-acetato de plomo del Dr. Horne.

CALCULOS

Con los datos obtenidos se calcula el porcentaje de pol en caña, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pol caña} = \left[\frac{0,655 \times \% \text{ pol jugo} (\% \text{ humedad} + \% \text{ brix})}{100} \right] + 4,1$$

NOTA: Cuando se necesite analizar cañas trozadas, procedentes de cosechadoras o centros de acopio, se obtendrán muestras de 15 - 25 kg. De los trozos se tomarán porciones de uno de los extremos, (en la forma indicada en el epígrafe II de la técnica).