

Determinación del contenido de tierra que entra junto a la caña al ingenio

Rubén Monduí-González*, Ramón Consuegra-del Rey

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca).

Vía Banca 804 y Carretera Central. San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.

*ruben.mondui@icidca,azcuba.cu

RESUMEN

Se determina el contenido de tierra en la caña, el bagazo y la cachaza, su influencia en el proceso industrial azucarero y las condiciones en que puede realizarse, en un laboratorio azucarero, a partir de las cenizas gravimétricas. Se obtuvo que es suficiente una temperatura de 650 °C en la mufla para lograr las cenizas gravimétricas en las muestras de caña, bagazo y cachaza con un tiempo de incineración de tres horas. Se reportan ecuaciones para la determinación de la tierra en caña y bagazo en función de las características de la tierra.

Palabras clave: tierra, caña, bagazo, cachaza.

ABSTRACT

The determination of soil content in cane, bagasse and filter cake is obtained to its influence on the sugar industry process and the conditions under which it can be determined in a sugar laboratory from the gravimetric ash. It was obtained that a temperature of 650 °C is sufficient in the furnace for the determination of the ashes in the cane, bagasse and filter cake samples with an incineration time of three hours. Equations are obtained for the determination of the soil in cane and bagasse according to the characteristics of the soil.

Key words: soil, cane, bagasse, filter cake.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha incrementado la cantidad de materias extrañas que se incorpora a los centrales azucareros cubanos. La medición del contenido de tierra se ha concentrado en tres corrientes fundamentales del proceso que son la caña, el bagazo y el jugo mezclado. Hay concordancia en la dificultad que acarrea su medición directa, por lo que se ha extendido la determinación de cenizas gravimétricas (1, 2).

El manual de laboratorio para centrales azucareros sudafricanos (3) establece para la caña limpia, un valor de cenizas de 2 % base seca. La diferencia entre los valores de cenizas entre la caña que se procesa y la limpia, se relaciona con el contenido de tierra, lo que puede ser más o menos exacto atendiendo al porcentaje de materia extraña no tierra que se procesa, la que contiene cenizas solubles.

Acerca de la determinación de la tierra en caña y bagazo se reporta la utilización de técnicas nucleares (2) y del NIR (infrarrojo cercano) (4, 5, 6). Estas técnicas, no extendidas en la práctica industrial, tienen la gran ventaja de la rapidez con que se obtienen los resultados.

En cuanto a la determinación del contenido de tierra en el jugo mezclado, una de las mediciones más frecuentes por su simplicidad, es la basada en la determinación del volumen de sedimento que se obtiene, luego de hacer reposar durante dos horas una muestra de jugo mezclado en una probeta. Esta técnica (1) fue descartada en Sudáfrica atendiendo a su inexactitud, sin embargo constituye un procedimiento relativamente rápido que facilita adoptar acciones operativas en los centrales (7). El conocimiento del contenido de tierra, además de ser necesario para un mejor análisis y control del proceso industrial, es contemplado también para el pago de la caña en algunos lugares (8).

En Cuba, aun cuando el porciento de tierra que entra a los centrales ha sido notable, la única determinación cotidiana que se realiza es la de volumen de sedimentos en el jugo mezclado. En la zafra 2017- 2018 se incorporó una técnica para el caso del bagazo, el cual es lixiviado con una cantidad dada de agua (9) a la que se le determina el volumen de sedimento.

DESARROLLO

Se determinaron gravimétricamente las cenizas en caña, bagazo y cachaza a 900 °C en mufla durante 5 horas, con crisoles de 6 cm de diámetro y 8 cm de altura con tres réplicas en cada caso. Los datos aparecen en la tabla 1 con muestras puntuales extraídas de los centrales azucareros en operación.

Estos valores representan solo referencias por cuanto fueron muestras instantáneas y características del momento, pero permiten la determinación de las cenizas en las tres corrientes con las características de cada ingenio.

A las muestras de bagazo y de caña se les adicionó tierra obtenida de suelo de la Empresa Azucarera Boris Luis Santa Coloma, que posee un suelo ferralítico rojo cuya humedad fue de 14,4 % y la ceniza (húmeda) determinada gravimétricamente en las mismas condiciones fue de 70,4 % con diferentes cantidades de tierra. En la figura 1 se muestran los valores para la caña limpia y lavada (sin tierra ni otra materia extraña) y en la figura 2 los del bagazo obtenido en la Empresa Azucarera según la cantidad de tierra que contenía en ese momento más la cantidad aumentada de la misma tierra utilizada anteriormente.

En ambos casos los sistemas responden lineal-

Tabla 1. Valores de las cenizas gravimétricas en las muestras húmedas

Muestras	Cenizas en caña base húmeda (%)	Cenizas en bagazo base húmeda (%)	Cenizas en cachaza base húmeda (%)
1	1.19	1.81	7.85
2	0.68	1.27	8.59
3	0.77	1.00	6.32
4	0.81	1,13	8.37
5	0.92	2.10	6.48
6	0.87	1.23	
7	0.82	2.47	
8	0.93	1.00	

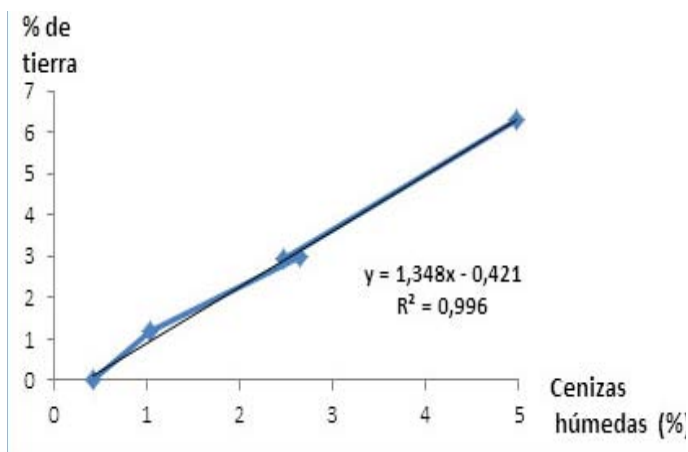


Figura 1. Valores de la tierra adicionada en la caña, previamente limpia y lavada, en función de las cenizas.

mente a la tierra adicionada con respecto a las cenizas húmedas, lo que está en concordancia con lo esperado.

En estas figuras se muestra que en el caso de la caña limpia y lavada puede determinarse el porciento de cenizas para un valor de 0.4 % que constituye el valor sin tierra, es decir, la ceniza de la caña sin tierra u otra materia extraña. Se muestra la correlación obtenida. Este valor puede variar dependiendo del tipo de suelo, el uso o no de fertilizantes, el contenido de la humedad de la caña, la proporción de cogollo y pajas, la variedad de la caña, etc. Se ha reportado (10) que el intervalo pudiera estar entre 0.4 y 1.2 % atendiendo al porciento de materia extraña (no tierra). Se ha asumido para este trabajo un valor del contenido de agua de la caña de 70.5 % (11).

Una situación similar aparece con el bagazo, aunque en este caso se tiene un porciento de cenizas correspondiente a la tierra que poseía ese bagazo en el momento de la obtención de la muestra y la ceniza del bagazo propiamente dicho, para este caso la humedad determinada fue de 35.4 % y por tanto el valor de las cenizas húmedas del bagazo sin tierra adicionada sería de 2.3 %, que incluye también las cenizas correspondientes a la materia extraña en el momento de la toma de la muestra. El valor de las cenizas secas sería de 3.5 %. El valor correspondiente a cero tierra adicionada constituye el valor de la tierra que contenía el bagazo muestreado originalmente.

La determinación de cenizas húmedas en la mufla a 650 °C, a diferentes tiempos de incineración se muestra en la figura 3, teniendo en cuenta los datos reportados en la literatura para esta temperatura (12).

Fue suficiente tres horas de incineración para obtener los valores de las cenizas para peso constante. Otros autores proponen tiempos de incineración inferiores, pero bajo

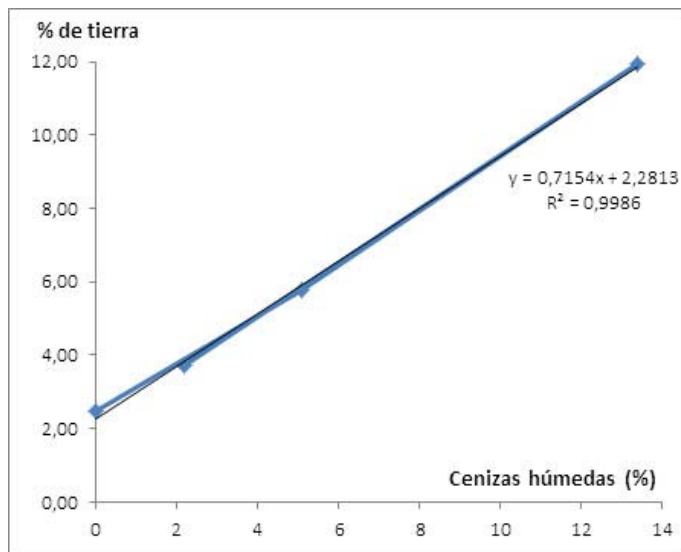


Figura 2. Valores de la tierra adicionada en el bagazo muestreado en función de las cenizas.

condiciones diferentes a las encontradas en este trabajo (12). Las pruebas en las que se destaparon las muestras después de una hora de incineración, permanecían a las tres horas de experimentación con elevadas cantidades de carbón producto de la incompleta incineración.

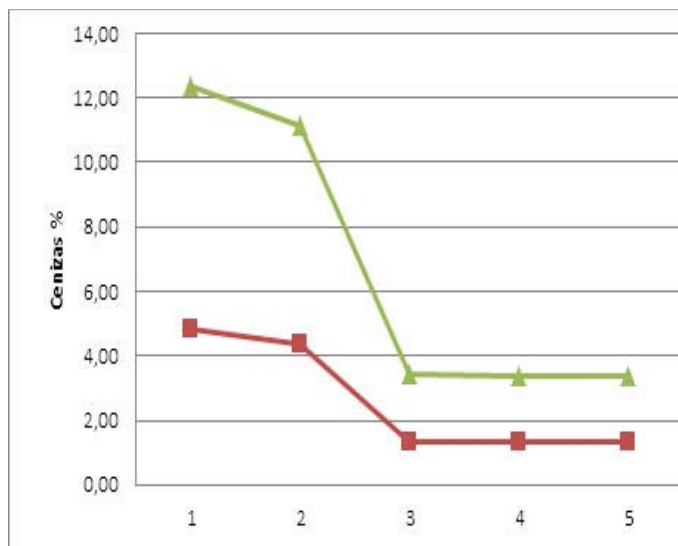


Figura 3. Cenizas húmedas y secas en el tiempo de incineración.

La determinación de cenizas puede resumirse de la siguiente manera: para tres réplicas se toman 20 g de la muestra pesados en balanza analítica a los que se le determina la humedad previamente, en un crisol apropiado (diámetro, 60 mm y altura, 80 mm) teniendo en cuenta el muestreo utilizado en la caña preparada, el bagazo o la cachaza utilizados para otros análisis rutinarios en los ingenios.

Se sitúan las muestras en una mufla a 650 °C durante 3 horas, se abre ligeramente la mufla duran-

te 35 minutos para que circule el aire relativamente frío. Se envía la muestra a una desecadora, durante 40 minutos y se pesan las muestras ya incineradas hasta lograr un peso constante. Se determina el porcentaje de ceniza (húmeda) de la siguiente manera:

$$C_h = 100 \times \frac{(P_{fin} - P_{cr})}{(P_{fin} - P_{cr})}$$

Ch: porcentaje de cenizas húmedas.

Pinc: peso del crisol con la muestra.

Pcr: peso del crisol sin muestra.

Pfin: peso después de la incineración de la muestra

A las muestras se le ajustó el valor de la humedad (H en %) para obtener el valor del porcentaje de ceniza seca (Cs).

$$C_s = \frac{100 \times C_h}{(100 - H)}$$

Se determinó el promedio de las tres réplicas.

Tabla 2. Consumo de tiempo en la determinación de las cenizas

Actividad	Tiempo (minutos)
Calentamiento inicial de la mufla	15
Incineración a 650 °C	180
Abertura parcial de la mufla para enfriamiento	35
En la desecadora	40
Total	270

Estos valores pueden ser aún más bajos, especialmente en cuanto a los tipos de crisoles y sus tapas, sus dimensiones y las características de las muflas empleadas, etc.

De esta manera se puede determinar el contenido de tierra en la caña, en una primera aproximación, a partir del porcentaje de cenizas a través de la relación lineal reportada:

$$\% \text{ tierra en caña} = 1,35 \times C_h - 0,4$$

Varios autores plantean que se puede estimar la cantidad de tierra en la caña directamente a partir de los datos de las cenizas gravimétricas en la caña y en bagazo y se asume que se reste un 2,0 %, debido al uso de caña limpia y seca (3, 12). Como la tierra tiene una humedad y un contenido de cenizas diferentes, este valor debe ser evaluado para cada tierra en particular.

De este modo se puede determinar el contenido de tierra en la caña en las muestras reportadas anteriormente, según puede verse en la tabla 3.

Tabla 3. Valores de la tierra en la caña y bagazo muestreados

Muestras	% de tierra en caña	% de tierra en bagazo
1	1.2	0.9
2	0.5	0.5
3	0.6	0.3
4	0.7	0.4
5	0.8	1.1
6	0.8	0.5
7	0.7	1.4
8	0.8	0.3

Humedad de la tierra 14.4 % y 70.4 % cenizas, humedad de la caña 70.5 %.

Del mismo modo se puede determinar el porcentaje de tierra en el bagazo, con los valores de humedad del bagazo a partir de la ecuación:

$$\% \text{ tierra en bagazo} = 0.72 \times Ch - 0.4$$

En este caso se ha asumido que el valor de las cenizas del bagazo limpio es similar al de la caña para los efectos del cálculo de la tierra según lo recomienda en la literatura (3, 12). Los datos también aparecen en la tabla 3.

Como la tierra empleada tiene características particulares, será necesario estandarizar las características de la tierra para poder compararla. Se propone una humedad de 15 % y un contenido de cenizas de la tierra de 80 %, en cuyo caso habrá que multiplicar el valor por:

$$\% \text{ de Tierra estandarizada} = \% \text{ de Tierra real} \times \frac{80 \times 14.4}{70.4 \times 15} = 1.47 \times \% \text{ de Tierra real}$$

En el caso de la cachaza, aunque se puede emplear la determinación de las cenizas gravimétricas, aún falta por investigar el efecto de la cal, el fosfato y otros productos solubles e insolubles, etc., para poder determinar el efecto de la tierra sobre dichas cenizas gravimétricas.

CONCLUSIONES

1. La determinación de las cenizas gravimétricas a 650 °C en mufla durante tres horas, constituye un índice de la cantidad de tierra que entra al ingenio con la caña.
2. Esta determinación es apropiada también para la determinación en bagazo y en cachaza.
3. Con las ecuaciones obtenidas puede establecerse, en una primera aproximación, el porcentaje de tierra entrando al ingenio con la caña y puede determinarse también su contenido en el bagazo.

RECOMENDACIONES

1. Validar la técnica de determinación de cenizas gravimétricas en caña, bagazo y cachaza por los laboratorios acreditados.
2. Establecer esta técnica para la determinación de cenizas gravimétricas y la tierra en la caña, el bagazo y la cachaza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vienese, A.; Reid, M. J. Soil in cane: its effect on milling, and methods of removal. Proc. South African Sug. Tech. Assoc. (1997) 71 p 130-134.
2. Lionnet, G. R. E. (1996) A review of cane quality in South Africa and its effect on Factory Performance; ISSCT Factory: Processing, pp. 103-113.
3. Laboratory Manual for South African Sugar Factories including the Official Methods (1985). 435 pp.

4. Ridge, D. R.; Dick, R. G. (1992) Soil intake with cane during chopperharvesting – minimizing the problem. Proc. Aust. Soc.Sug. Cane Technol. pp. 24-30.
 5. Meyer, J. H.; Rutherford, S.; Schaffer, K.J. (1994). The use and potential of near infrared reflectance in the South African sugar industry. In G. D.Batten (ed.) Leaping ahead with near infrared reflectance spectrometry. International Congress on NIR, Victoria pp.204–207.
 6. O’Shea, M. G.; Stauntom S. P. and Burleigh M. (2010). Implementation of on-line Near Inflared (NIR) Technologies for the analysis of cane, bagasse and raw sugar in sugar factories to improve performance. Proc, Int. Soc. Sug. Cane Technol, 27, 15 pp.
 7. González, M. (2018). Comunicación personal.
 8. Birkett, H. S. (1998). Core sampling recommended procedures. Audobon Sugar Institute Report.p 1 – 14
 9. Sanfiel, M.H.; *et al.* (2006). Métodos analíticos en azúcar crudo. Publicaciones Azucareras. 209 pp.
 10. Brokansha, M. A.; Mellet, P. Sampling and analysis of prepared cane for its ash content with reference to estimating soil level in cane. Proc. South. African Assoc. (1977) June, pp. 97 -100.
 11. Rein, P. Cane Sugar Engineering. Varlog Dr. Albert Bartems KG Berlin, (2007), 526 pp.
 12. SASTA. Laboratory Manual Including Official Methods. 5th Ed. (2009).ISBN 978-0-620-43586-4.
-