

Impacto del *GreenSulf* en el proceso de clarificación del azúcar de caña y su evaluación en el color de los jugos y el azúcar crudo

Milaydis Reyna-Hernández^{1*}, Alejandra Mayra Sánchez-Herrera¹, María Aurora Mesa-Pérez²

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

Vía Blanca, No. 804 y Carretera Central. La Habana, Cuba

2. Universidad Agraria de La Habana (UNAH)

Carretera de Tapaste, km 3 ½ y Autopista Nacional. San José de las Lajas, Cuba

* milaydis.reyna@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Introducción. Para determinar la calidad del azúcar, uno de los parámetros más importantes es el color, el azúcar con alta coloración requiere de un proceso de refinación más largo y, por ende, más costoso. Por ello, es muy importante realizar un proceso de clarificación para eliminar impurezas en el jugo mezclado.

Objetivo. Este trabajo propone comparar las variaciones que pueden ocurrir en el color de los jugos y el azúcar crudo, al aplicar las tecnologías de clarificación Tradicional y la *GreenSulf*, en tres centrales de la provincia de Cienfuegos.

Materiales y Métodos. Para evaluar la remoción del color se utilizó la técnica de color ICUMSA (UI), declarada en la NC 85: 2018 con alcance a muestras de jugo mezclado y jugo claro. Para analizar estadísticamente los resultados se realizó la comprobación de la homogeneidad de varianza, con la utilización del test de Laverne, para un 95 % de confianza.

Resultados y Discusión. Se verifica que, al utilizar el *GreenSulf* en la clarificación de jugos de caña de azúcar se producen variaciones de remoción del color en el jugo mezclado y en el jugo clarificado, y no se afecta la calidad del azúcar crudo en el parámetro color.

Conclusiones. Se logran variaciones entre 5 y 9 % de remoción del color en el jugo mezclado y entre 16 y 21 % en el jugo clarificado y hasta un 30 % de ahorro en la utilización de CaCO_3 . Al utilizar *GreenSulf* no se afecta el parámetro calidad del color y se mantiene dentro del límite máximo permisible en la NC 85:2018.

Palabras clave: clarificación, azúcar, calidad, color, *Greensulf*.

ABSTRACT

Introduction. Color is considered a notorious parameter when sugar quality determination is applied. Higher sugar cane color levels are associated with longer and more expensive refining process. Hence, mixed juice impurities elimination using clarification process is a relevant and desired condition.

Objective. Color variations estimation occurring in both, sugar cane juices and raw sugar after applications of traditional clarification technologies and *GreenSulf* technology in three Cienfuegos province mills was the aim of this work.

Materials and Methods. Color removal evaluation was carried out using ICUMSA Color technique (UI) described in NC 85: 2018, using both category of sugar cane juice, mixed and clarified. Results were statistically validated; variance homogeneity was determined using 95 % confidence Laverne test.

Results and Discussion. *GreenSulf* employed as method in sugar cane juice clarification warrants color removal in both, mixed juice and in the clarified juice. Raw sugar quality is not affected when color was established as parameter.

Conclusions. As response, higher % of color removal was obtained in clarified juice versus mixed juice, being the fluctuation 16-21 % and 5-9% respectively. Concerning CaCO_3 demand, up to 30 % of decreasing was obtained. Color quality parameter is not affected after *GreenSulf* applications, permissible maximum limits established in NC 85:2018 were always attained.

Keywords: Clarification, sugar, quality, color, *Greensulf*.

INTRODUCCIÓN

El azúcar, como todo producto de la cadena alimenticia, se rige por estrictos parámetros de calidad que garantizan su inocuidad, factor imprescindible para el cumplimiento de los planes económicos de las empresas azucareras, a partir de su posible comercialización.

En Cuba, la calidad del azúcar crudo está regulada por la NC 85:2018; internacionalmente, cada cliente solicita los requerimientos necesarios para su país. El incumplimiento de la norma implica que el producto no puede comercializarse para el consumo humano y debe ser destinado a otros renglones menos remunerativos, como la alimentación animal.

Entre los parámetros que determinan la calidad del azúcar crudo se encuentra el color, este establece la tonalidad y, por ende, su calidad, pues cuando la intensidad del color de los crudos es alta, aumenta significativamente el costo de refinación. Para que el color se encuentre dentro de la norma establecida se procede, industrialmente, al proceso de clarificación, de gran importancia y significación en la producción azucarera, pues elimina gran cantidad de impurezas y de no azúcares. Con el proceso de clarificación estas impurezas y los no azúcares, susceptibles de coagulación y de floculación, se asientan y remueven por decantación, para producir un jugo claro, de buena calidad, con la ayuda de la cal, junto con el calor y la adición de floculante (1).

Además de la cal (tecnología tradicional), otras variantes de aditivos para la clarificación son: minerales naturales como la zeolita, bentonita y el carbón activado; mucílagos naturales, provenientes de la cáscara del piñón (*Jatropha curcas*, L.); la corteza del cacao (*Teobroma cacao*, L.), muyuyo (*Cordia lutea*, Lamarck), cadillo (*Triumfetta lappula*, L.), el marpacífico (*Hibiscus rosa sinensis*, L.) y la tecnología *GreenSulf* (2-5).

En particular, el *GreenSulf* se aplicó para su validación en ingenios de diferentes países del mundo y se obtuvo la patente en el año 2012. En Cuba se utilizó en los ingenios azucareros Melanio Hernández y Ciudad Caracas. Con posterioridad, el decolorante *GreenSulf* (GS) se aplicó durante la zafra 2017-2018 en los cinco ingenios de la provincia de Cienfuegos y produjo remociones del color en el jugo mezclado, en un rango entre 5 y 9 % (6).

Sin embargo, a pesar de los resultados alcanzados con este producto, en Cuba no se han realizado estudios de su influencia sobre el parámetro calidad del color del azúcar como producto final. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la aplicación del *GreenSulf* sobre el parámetro calidad del color del azúcar crudo de caña, establecido en la NC 85: 2018 y, como objetivo específico, comparar las variaciones en el color de los jugos y en el azúcar crudo con la aplicación de las tecnologías de clarificación: tradicional y *GreenSulf*, en tres centrales de la provincia de Cienfuegos: 14 de julio, Ciudad Caracas y Antonio Sánchez

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar la remoción del color se utilizó la técnica de Color ICUMSA (UI), descrita en la NC 85: 2018, sobre muestras de jugo mezclado y jugo claro. El cálculo de la remoción se realizó mediante la ecuación:

$$\text{remoción de color} = \frac{(\text{color JM} - \text{color JC})}{\text{color JC}}$$

Se siguió el procedimiento analítico:

- Recoger jugo mezclado de la fábrica
- Realizar, en el laboratorio, el proceso de clarificación: Adicionar el decolorante GS, a dosis de 100 ppm, durante 15 minutos, con agitación
- Ajustar el pH, con adición de lechada de cal (7.0 – 7.3)

- Adicionar floculante (la misma dilución y dosis empleadas en la fábrica)
- Calentar hasta la ebullición (durante, al menos, 2 min)
- Sedimentar en probeta durante 30 min y determinar el porcentaje de sedimento
- Extraer muestra de jugo clarificado

Para comparar el color obtenido en el producto final, a partir de las tecnologías: Tradicional (cal y calor) y *GreenSulf*, se tomaron los resultados provenientes de la base de datos del laboratorio LEYCAL, de los tres centrales en estudio, en las zafas 2014-2017 y 2019-2022, respectivamente. Debido a que difieren, por cada central, los análisis realizados se agruparon en tres réplicas compuestas para cada caso, a partir del valor medio y su desviación estándar.

Para analizar estadísticamente los resultados se realizó la comprobación de la homogeneidad de varianzas, con la utilización del test de Laverne, para un 95 % de confianza, que dio como resultado varianzas homogéneas para todos los juegos de datos. Posteriormente, se realizó un análisis de varianzas de clasificación doble, en él se tuvieron en cuenta dos factores: las tecnologías analizadas y los centrales de donde procedían las muestras. Las muestras con medias estadísticamente diferentes se determinaron a partir de una comparación de medias, con la utilización del test de Duncan, para un 95 % de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados reportados demuestran que el *GreenSulf* produce remociones de color en el jugo mezclado, en un rango entre 5 y 9 % (tabla 1), estas se consideran remociones bajas si se comparan con los resultados de autores como Simioni *et al.* (7), que ha obtenido remociones mayores.

Tabla 1. Remoción del color producido por el decolorante *GreenSulf* sobre el jugo mezclado

| Parámetros | 14 de Julio | | Ciudad Caracas | | Antonio Sánchez | |
|--------------------|-------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|
| | JM | JM con GS | JM | JM con GS | JM | JM con GS |
| pH | 5.57 | 5.50 | 4.55 | 4.86 | 5.22 | 5.10 |
| Color (UI) | 30382 | 28399 | 37297 | 35308 | 21085 | 19205 |
| Remoción del color | - | 6.53 % | - | 5.35 % | - | 8.91 % |

JM- Jugo mezclado; GS- *GreenSulf*.

Con respecto al jugo claro, el rango de reducción del color obtenido fue entre 16 y 21 %, por encima del esperado, debido al proceso de clarificación (tabla 2). Teniendo en cuenta lo anterior se infiere que la acción del dióxido de azufre (SO₂), sobre el jugo, permite eliminar parte de la materia colorante (una propiedad común a todos los ácidos) y reduce a compuestos incoloros las sales férricas que han sido formadas por contacto con los molinos, tanques y tuberías.

Tabla 2. Remoción del color producido por el decolorante *GreenSulf* sobre el jugo claro

| Centrales | Características de la muestra | pH | Color (UI) | Remoción del color (%) | Remoción del color por GS (%) |
|-----------------|-------------------------------|------|------------|------------------------|-------------------------------|
| 14 de Julio | JC | 7.02 | 18344 | 39.62 | - |
| | JC con GS | 6.90 | 12034 | 60.39 | 20.77 |
| Ciudad Caracas | JC | 7.10 | 15891 | 30.80 | - |
| | JC con GS | 7.10 | 12134 | 47.00 | 16.20 |
| Antonio Sánchez | JC | 7.10 | 14393 | 31.73 | - |
| | JC con GS | 7.20 | 10756 | 48.98 | 17.25 |

JC- Jugo clarificado; GS- *GreenSulf*.

La tabla 3 muestra que el color del azúcar obtenido, a partir de jugos clarificados con la tecnología tradicional es inferior al obtenido con la aplicación del *GreenSulf*, en un 8.5 %, sin importar el central donde se haya aplicado, lo que se considera de poca trascendencia para las especificaciones de calidad. Debe resaltarse que al utilizar ambas tecnologías todas las determinaciones realizadas se encontraron dentro de la NC 85: 2018, para el parámetro color (1500 - 4000 UCI, según el grado de polarización), lo que indica que ambas tecnologías son eficientes al lograr el objetivo para el que fueron concebidas.

Tabla 3. Comportamiento del color (ICUMSA) en el azúcar crudo, en los tres centrales en estudio de la provincia de Cienfuegos, con el uso de dos tecnologías de clarificación

| Factor 1: Tecnología | \bar{X} | EES \bar{X} | Suma de cuadrados | F Fisher | p-valor |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|----------|---------|
| Tradicional | 1100 (b) | 51.59 | 174379.0 | 7.28 | 0.019 |
| <i>Greensulf</i> | 1297 (a) | | | | |
| Factor 2: Procedencia | \bar{X} | EES \bar{X} | Suma de cuadrados | F Fisher | p-valor |
| 14 de Julio | 1212 | 63.19 | 59607.8 | 1.24 | 0.322 |
| Ciudad Caracas | 1261 | | | | |
| Antonio Sánchez | 1122 | | | | |
| Interacción | \bar{X} | EES \bar{X} | Suma de cuadrados | F Fisher | p-valor |
| Trad x 14 de Julio | 1161 | 89.36 | 81351.4 | 1.70 | 0.224 |
| Trad x C. Caracas | 1211 | | | | |
| Trad x A. Sánchez | 929 | | | | |
| <i>GreenSulf</i> x 14 de Julio | 1263 | | | | |
| <i>GreenSulf</i> x C. Caracas | 1312 | | | | |
| <i>GreenSulf</i> x A.Sánchez | 1316 | | | | |

CONCLUSIONES

1. El empleo del *GreenSulf* en la clarificación de jugos de caña de azúcar, con respecto al método tradicional, produjo variaciones entre 5 y 9 % en el jugo mezclado y entre 16 y 21 % en el jugo clarificado, durante la zafra 2017-2018.
2. El color del azúcar crudo (producto final) es superior al utilizar la tecnología *GreenSulf*, si se compara con el obtenido a partir de la tecnología tradicional, aunque siempre dentro de los valores máximos permisibles, según la NC 85:2018, lo que permite hasta un 30 % de ahorro, con respecto al uso de CaCO_3 .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rivas, D. A 2012. Estudio experimental de la incidencia del coagulante, floculante y tiempo de sedimentación en el proceso de clarificación de jugo a escala de laboratorio para la elaboración de azúcar blanco especial. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. 48 pp.
2. Cabrera, P.; Gómez L. A.; Herrera, S. 2020. Influencia de sustancias minerales naturales en la clarificación de jugos azucarados y sus lodos. Entro Azúcar 47 (4): 22-31. ISSN: 2223-4861.

3. Demera F. M.; Almeida, A. M.; Moreira J. C., Zambrano, L. C.; Cedeño, C. D. 2015. Clarificación del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) Mediante el empleo de mucílagos naturales. *Alimentos Hoy* 23 (36):51-61.
4. Quezada-Moreno, W. y Gallardo-Aguilar, I. 2014. Obtención de extractos de plantas mucilaginosas para clarificación de jugos de caña. *Revista de Tecnología Química*. 34(2): 91-98.
5. GREEN SOLUTION. 2012. Tecnologías de utilización del *GreenSulf* en diferentes procesos de la industria azucarera. <http://www.greensolution.mx>.
6. CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente). 2019. Principales resultados de Ciencias, Tecnología e Innovación. Informe de Investigaciones. 568 pp.
7. Simioni, K. R.; Silva, L. F.; Barbosa, V.; F. E.; Bernardino, C. D.; Lopes, M. L. y Amorim, H. V. 2006. Efeito da variedade e época de colheita no teor de fenóis totais em caña de açúcar. *STAB* 24 (3): 36-39.