

# El valor indicador en la determinación de los tipos de materiales colorantes presentes en el azúcar crudo

Raúl Cruz-Millán

Laboratorio de la Unidad Empresarial Básica (UEB), de Cienfuegos, Empresa de Ingeniería y Servicios Técnicos Azucareros (TECNOAZUCAR).

[raul.cruz@taf.azcuba.cu](mailto:raul.cruz@taf.azcuba.cu)

## RESUMEN

La producción de azúcar, dentro de los valores convenidos, es una necesidad de la economía cubana. Condiciones diversas se ven involucradas en la formación del color. En el presente trabajo, con el empleo del método del Valor Indicador, se identifican los tipos de materiales colorantes en el azúcar exportado por la terminal marítima de Cienfuegos, durante las zafas del 2016 al 2018. Los resultados muestran los compuestos fenólicos y los productos de degradación alcalina de las hexosas (HADP), como los tipos de materiales que prevalecen en el color. Se demuestra la factibilidad de aplicar el método del Valor Indicador en los laboratorios azucareros del país.

**Palabras clave:** color, valor indicador, materiales colorantes.

## ABSTRACT

The production of sugar within the agreed values is a necessity of the Cuban economy. Different conditions are involved in the formation of color. In the present work, with the use of the Indicator Value method, the types of coloring materials were identified in the sugar exported by the port terminal of Cienfuegos during the harvests of 2016 to 2018. The results show the phenolic compounds and the products of alkaline degradation of hexoses as the types of materials that prevail in color. The feasibility of applying the Indicator Value method in the sugar laboratories of the country is demonstrated.

**Key words:** color, indicator value, coloring materials.

## INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la producción azucarera, el color es un parámetro de significación para definir la calidad de los azúcares. La necesidad de un producto que cumpla los requisitos contratados conduce a investigadores y productores a trabajar en la búsqueda de este objetivo.

Se reconoce que el color en el azúcar de caña consiste en una compleja mezcla de componentes, cuenta con dos fuentes principales en su origen; los colorantes derivados de la caña y los formados durante el proceso de fabricación. Las principales clases de colorantes son los pigmentos vegetales, los productos de degradación alcalina de azúcares reductores, los caramelos y las melanoidinas (1). Además de estas cuatro clases de colorantes, compuestos no coloreados conocidos como precursores de color pueden desarrollar o reaccionar para formar color. Dentro de ellos están los azúcares reductores, aminoácidos y otros compuestos que contienen nitrógeno, ácidos fenólicos, cationes como hierro, calcio y magnesio y aniones, tales como hidroxilo (2).

Carpenter (3) plantea que resulta difícil conocer la formación y naturaleza de los productos coloreados y afirmó: una vez que se identifican algunos colorantes, el siguiente paso es diseñar proce-

dimientos analíticos simples y prácticos para que los compuestos puedan ser vigilados (3). En este sentido, Clarke, *et al.* (2) reportaron que la intensidad del color en el azúcar es función del pH, y como sus cambios no son lineales, la sensibilidad de cada componente, así como su participación en los compuestos coloreados pueden ser utilizados para estimar la contribución de las diferentes clases de compuestos en el color del azúcar (2). Esta respuesta de los materiales colorantes a los cambios de pH es denominada Valor Indicador (VI), para lo cual asignó una escala de valor del 1 al 14.

El productor de azúcar en Cuba enfrenta el reto de conciliar una industria químicamente compleja, con factores como las variedades de caña, condiciones climáticas, transportación de la materia prima y operaciones propias de la fábrica. La calidad de los azúcares en la última década registra un probado avance; sin embargo, el color reporta incumplimientos en un número de lotes destinados a la exportación. Por tanto, se impone garantizar producciones que honren los requisitos pactados y evitar penalizaciones que lastren la economía.

El presente trabajo se propone identificar, a través del método del Valor Indicador, los tipos de materiales colorantes que prevalecen en el azúcar recepcionada en el puerto de Cienfuegos, con destino a la exportación. Los resultados de esta determinación contribuyen a que los fabricantes realicen una adecuada gestión del color.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras para la investigación se tomaron de lotes de azúcar crudo a granel, destinadas a la exportación, por la terminal marítima donde se desarrolló el estudio, procedentes de centrales azucareros ubicados en las provincias de Villa Clara, Santi Spíritus y Cienfuegos, durante las zafras comprendidas entre 2016 y el 2018. Estas muestras se analizaron en el laboratorio de la Unidad Empresarial Básica (UEB) TECNOAZUCAR, en el puerto de Cienfuegos, centro de ensayos con un sistema de gestión de la calidad acreditado de acuerdo con la NC/ISO 17025:2006

El término *Valor Indicador* se aplica para una razón de color ICUMSA a pH 9.0 y pH 4.0, obtenido como se muestra en la (Ec.1), a partir de las mediciones de absorbancias de soluciones de azúcar, a una concentración de 5 °Brix, a una longitud de onda de 420 nm. La muestra es preparada según lo establecido en el método ICUMSA GS1/3-7 (2011) (4).

$$\text{ValorIndicador (VI)} = \frac{\text{Color a pH 9}}{\text{Color a pH 4}} \quad (\text{Ec.1})$$

Para la interpretación de los resultados obtenidos del VI, se utilizó la relación VI y tipo de material colorante, formulada por Rein (5), a partir de los elementos establecidos por Clarke (tabla 1).

**Tabla 1.** Valor indicador y tipo de material colorante predominante en el azúcar

Tipo de colorante	VI	Masa molecular
Melanina	Bajo	Muy elevado
Melanoidinas	1.0-1.2	Polimérico
Caramelos	1.2-2	Polimérico
HADP (productos de la degradación alcalina de las hexosas)	1.5-3	Intermedio
Compuestos fenólicos extraídos de la caña. Complejos de fenoles con hierro	5-14	Monomérico

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizan 20 muestras, de 10 centrales azucareros. A cada una se les determinó el Color ICUMSA GS1/3-7 y el valor indicador, resultados que se presentan en la tabla 2. Considerando que en el intervalo de VI de 3 a 5 no revela un solo tipo de material colorante, de acuerdo con lo indicado en la tabla 1, para los objetivos de este trabajo se define que el valor 4 marca la división en este rango.

Con el propósito de facilitar la información en la tabla 2 se identifican; con la letra A los compuestos fenólicos extraídos de la caña y complejos de fenoles con hierro y, con la letra B, los productos de la degradación alcalina de las hexosas (HADP).

**Tabla 2.** Valor Indicador, masa molecular y tipo de material colorante predominante en las muestras de azúcar crudo estudiadas

Muestra	Color ICUMSA	VI	Masa molecular	Tipo de colorante*
1	1490	2.91	Intermedio	B
2	1710	4.11	Monomérico	A
3	1660	5.36	Monomérico	A
4	1840	4.91	Monomérico	A
5	1860	2.66	Intermedio	B
6	1910	4.21	Monomérico	A
7	2060	2.96	Intermedio	B
8	1100	2.11	Intermedio	B
9	1742	4.07	Monomérico	A
10	1836	4.3	Monomérico	A
11	1535	4.1	Monomérico	A
12	1570	2.81	Intermedio	B
13	1680	5.37	Monomérico	A
14	1570	2.11	Intermedio	B
15	1070	4.73	Monomérico	A
16	1560	2.6	Intermedio	B
17	1466	4.8	Monomérico	A
18	1596	4.23	Monomérico	A
19	1143	4.49	Monomérico	A
20	1594	4.56	Monomérico	A

\*Tipo de colorante A: compuestos fenólicos extraídos de la caña y complejos de fenoles con hierro.  
Tipo de colorante B: productos de la degradación alcalina de las hexosas (HADP).

De las pruebas realizadas, 13 muestras indican que los materiales del color tienen origen en los compuestos fenólicos, al presentar VI superior a 4. El tipo de material colorante con fuente en los productos de degradación alcalina de las hexosas se presenta en 7 de las muestras investigadas. De acuerdo con estos resultados, el análisis de la información obtenida debe estar dirigida a los materiales que generan color, por la acción de los HADP y por los compuestos fenólicos extraídos de la caña y complejos de fenoles con hierro.

Los resultados arrojan VI intermedios, que presentan tipos de colorantes HADP, formados en la etapa de fabricación. Los productores con este problema deben revisar el control en los valores de pH en la clarificación de los jugos. De acuerdo con lo afirmado por Carpenter (3), los principales

productos de degradación alcalina de las hexosas son compuestos poliméricos de color marrón de naturaleza ácida, que conducen a la inversión de la sacarosa y formación de color adicional, reacciones que son catalizadas por los iones de calcio e hierro (3).

El material colorante del tipo de los fenólicos indica que en estos azúcares el color tiene un fuerte componente en los elementos que provienen de la materia prima. Los productores deben tener en cuenta que la entrada de hojas, cogollo y paja repercuten directamente en la incorporación de estos materiales, que en algunos casos no poseen color pero, al reaccionar, son capaces de desarrollar complejos coloreados. Los materiales de origen fenólicos tienen un carácter altamente soluble, que los hace muy difíciles de eliminar en el proceso. Los fenoles pueden oxidarse a compuestos de color oscuro mediante oxidación enzimática y no enzimática, que contribuyen al color del azúcar crudo.

El deterioro de parte de la industria y la presencia de compuestos fenólicos alertan sobre la reacción de los ácidos fenólicos, con los iones de hierro soluble en el proceso de fabricación, dando origen a productos de alto color. Esta reacción puede ocurrir siempre que las soluciones de azúcar estén en contacto con el hierro, particularmente, durante la fase de molienda. Complejos de hierro con catecoles son responsables de los tonos verdosos de algunos azúcares marrones que contienen hierro (6).

Los materiales colorantes predominantes de bajo e intermedio peso molecular no presentan correlación con el color ICUMSA reportado.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación del VI permite conocer que los tipos de materiales colorantes predominantes en el azúcar crudo recepcionado, con destino a la exportación, en el puerto de Cienfuegos, durante las zafas del 2016 al 2018, corresponden a materiales provenientes de los compuestos fenólicos extraídos de la caña, y de los que se originan de los productos de la degradación alcalina de las hexosas.
2. Se demuestra que el VI es un método sencillo y rápido, con requerimientos para su ejecución, existentes en los laboratorios de los centrales azucareros y terminales portuarias, del que se obtiene una valiosa información para implementar una gestión del color, en el proceso de fabricación de azúcar.
3. Dado lo cambiante que se presentan las fuentes que dan origen al color, se requiere una periodicidad en la determinación del VI, que permita el seguimiento a los materiales colorantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Smith, P. and Gregory, P. E. Analytical Techniques For Colour Studies. C.S.R. Manufacturing-Processing. Research Laboratories, Roseville, N.S.W., Australia, 1971. Pag 1415. <http://www.issct.org/pdf/proceedings/1971/1971%20Smith.Analytical%20techniques%20for%20colour%20studies.pdf> (11/08/2018).
2. Clarke, M. A., Blanco, R. S. and Godshall, M. Colorant In Raw Sugars. Processing. Sugar Processing Research Inc., P.O. Box 19687, New Orleans, LA 70179 USA, 1986. pp 671-672 <http://www.issct.org/pdf/proceedings/1986/1986%20Clarke%20Colorant%20in%20Raw%20Sugars.pdf> (19/09/2018).
3. Carpenter, F. G., Clarke, M. and J, Earl. Constituents In Raw Sugar That Influence Refining. Manufacturing – Processing. Cane Sugar Refining Research Project, Southern Regional Research Center, New Orleans, Louisiana, 1974.

4. Método ICUMSA GS1/3-7 (2011), "Libro de métodos" International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, Berlín, 2013.
5. Peter Rein, Ingeniería de la Caña de Azúcar. Berlín: Bartens, 2012, en: Evaluación Sobre el Desarrollo del Color en el Almacenamiento de Azúcar Alfaro Herrera, Oscar Fernando. Departamento de Ingeniería de Procesos y Ciencias Ambientales, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, El Salvador <https://www.researchgate.net/publication/277306658> (17/09/18)
6. The origin of colour raw sugar By Nancy Paton CSR Limited, Central Laboratory, Proceedings Of Australian Society Of Sugar Cane Tecchnologists 1992, pag 9