

Evaluación del decolorante Greensulf durante la zafra azucarera 2017-2018

Indira Álvarez-Quesada*, Odalys Capote-Peña y Juana María Chanfón-Curbelo

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).
Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana 11500, Cuba.
*indira.alvarez@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Durante la zafra 2017-2018 se llevó a cabo la evaluación del GreenSulf – decolorante para azúcar crudo, comercializado por la empresa Génesis, en los cinco centrales de la provincia de Cienfuegos. Se evaluó la eficacia del producto en la disminución del color del azúcar, con el cual se producen remociones del color en el jugo mezclado en un rango de entre 5 y 9 %, el producto se aplica en una dosis de 100 ppm durante 25 minutos. Los centrales reportaron disminuciones del color del azúcar entre 17 y 34 %, por debajo de los colores de la zafra pasada; aunque, de manera general, en la industria el aumento en las remociones de color en jugos se tradujo en disminución del color del azúcar; pero no se logró un comportamiento estable, es decir, en algunos ingenios, aún con importantes remociones de color en los jugos, no se lograron importantes disminuciones del color en el azúcar.

Palabras clave: evaluación, Greensulf, remoción, color.

ABSTRACT

During the 2017-2018 sugarcane harvest season, an evaluation report of GreenSulf - bleach for raw sugar marketed by the Genesis joint venture will be published in the five sugar mills of the province of Cienfuegos. The effectiveness of the product in the reduction of the color of the sugar is evaluated with which color removals take place in the mixed juice in a range of 5 and 9%, the product being applied at a dose of 100 ppm for 25 minutes. The plants reported color decreases in sugar between 17 and 34% below the colors of the last harvest, although generally in the industry the increase in color in the color games resulted in the color of sugar but did not however, no significant color reductions were achieved in the sugar.

Key words: evaluation, Greensulf, removal, color.

INTRODUCCIÓN

El GreenSulf (GS) es un producto especialmente desarrollado para el proceso de sulfitación del azúcar; reconocido por evitar su contaminación, además de otras ventajas de productividad y eficiencia como la disminución de altos valores de color en el azúcar.

El GS, al reaccionar con el calcio, anteriormente añadido al jugo mezclado, en el proceso de fabricación de azúcar, forma un precipitado de CaSO_3 el cual permanece en el proceso de clarificación y precipita coloides que dan color, además de reaccionar con los grupos aminos. El precipitado formado junto con los coloides atrapados, se va por la acción de los floculantes a la cachaza. Esta acción disminuye la adición de ácido fosfórico y disminuye el color del jugo mezclado.

El producto se aplicó durante la zafra 2017-2018 en los cinco ingenios de la provincia de Cienfuegos, con el fin de reducir el color del azúcar crudo exportable, aumentar la calidad del azúcar y, evitar caer en penalizaciones y en riesgos de pérdida del mercado.

Dadas las condiciones de la zafra, es importante llevar un control riguroso de la calidad de la materia prima, así como de los parámetros de operación de la fábrica.

El color del azúcar depende del color de la materia prima y de la otra parte que se forma en el proceso. El color de la caña se afecta considerablemente, por la temporada de la cosecha y por la variedad de la caña. El color de la corteza y de los nodos es cuatro o cinco veces mayor que el color en el interior, en tanto que las puntas y los residuos de la cosecha tienen niveles muy elevados de colorantes, de magnitud mucho mayor que los niveles de color en el tallo (1). La condición de la caña tiene un gran efecto en la generación del color (2).

El objetivo que se persigue es alcanzar los colores en norma en el azúcar, es decir, por debajo de 1300 UI.

En este trabajo se realiza la evaluación, a escala de laboratorio e industrial, de la aplicación de este producto.

MATERIALES y MÉTODOS

Procedimiento para la evaluación en el laboratorio con jugos industriales

Para evaluar el producto a nivel del laboratorio, se recoge jugo mezclado de la fábrica y se determina su turbidez y color. Luego se realiza el proceso de clarificación del jugo, se adiciona el decolorante GS en dosis de 100 ppm, durante 15 minutos, con agitación. Se ajusta pH, con adición de lechada de cal (7.0 – 7.3), se adiciona el floculante (la misma dilución y dosis empleada en la fábrica) y se calienta hasta la ebullición (durante, al menos, dos minutos). Transcurrido este tiempo, se vierte el jugo caliente en una probeta y se deja sedimentar durante 30 minutos; más tarde, se determina el porcentaje de sedimento.

De la probeta se extrae la muestra de jugo clarificado y a este se le determina la turbidez y el color del jugo claro obtenido.

Para realizar el análisis de los resultados, se comparan las variables medidas en el jugo claro contra las variables iniciales medidas para el jugo mezclado.

Se repite este mismo procedimiento para otras dosis (80 a 150 ppm).

Procedimiento para la evaluación industrial

En cada ingenio se instaló el sistema de dosificación del decolorante, constituido por dos tanques de un metro cúbico, uno para la preparación y otro para el almacenamiento del producto preparado y, además, una bomba dosificadora. En todos los casos, el producto se preparó a razón de 50 % p/v y se adicionaron 500 kg



Figura 1. Instalación para la preparación y dosificación del GS.

del producto en polvo, en 1000 litros de solución. Se fijó una dosis inicial de 100 ppm. Es importante destacar que se instalaron las bombas considerando que los ingenios trabajarían a su norma potencial. Como estas bombas no son regulables, en aquellos lugares donde no exista flujómetro que garantice el flujo constante del jugo al proceso, las dosis reales del producto varían y deben determinarse.

Se aplicó el producto en forma líquida en el tanque de jugo alcalizado, a dicha concentración.

Para la evaluación se tomaron los datos de los meses de febrero, marzo y abril del 2018, pues los meses anteriores y posteriores tuvieron comportamientos anormales, debido a la mala calidad de la materia prima y a las afectaciones climatológicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación a nivel de laboratorio

Se produjeron remociones del color en el jugo mezclado en un rango entre 5 y 9%, lo que se demostró cuando se aplicó el producto a dosis de 100 ppm durante 25 minutos. En la tabla 1 se muestran los resultados.

Tabla 1. Efecto decolorante del GS sobre el jugo mezclado

Parámetros	Exp 1		Exp 2		Exp 3	
	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 de color	-	6.53 %	-	5.35 %	-	8.91 %

El producto provoca remociones de color en el jugo claro, en un rango entre 16 y 21% por encima de lo esperado en el proceso de clarificación.

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

Tabla 2. Efecto decolorante del GS sobre el jugo claro

		pH	Color (UI)	Remoción de color (%)	Remoción de color por GS
Exp 1	JM	5.57	30382	-	-
	JC	7.02	18344	39.62	-
	JC con GS	6.90	12034	60.39	20.77%
Exp 2	JM	5.19	22949	-	-
	JC	7.10	15891	30.80	-
	JC con GS	7.10	12134	47.00	16.20%
Exp 3	JM	5.22	21085	-	-
	JC	7.10	14393	31.73	-
	JC con GS	7.20	10756	48.98	17.25%

Durante los procesos de clarificación en el laboratorio, pueden esperarse remociones del color del orden del 30 % y, en presencia de tratamientos con azufre, pueden llegar hasta 47 %. Se reporta también que, en fábrica, se obtiene el mismo comportamiento, aunque con porcentajes inferiores. Peter Rein (3) habla de re-

mociones del 20-25 %. Si se tiene en cuenta lo anteriormente dicho y los resultados reportados en la tabla 2 se puede inferir, preliminarmente, que los resultados obtenidos son lógicos y esperados.

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 se han formado por el contacto con los molinos, tanques y tuberías.

Las mayores remociones del color se obtuvieron a dosis de 100 ppm. Fueron evaluadas dosis de 60, 80, 100 y 125 ppm. En el mismo estudio se comprobó que, al aumentar la dosis, aumenta la turbidez del jugo claro.

Tabla 3. Efecto dosis del GS sobre la remoción de color y turbidez del jugo claro

		JM	JC con 60 ppm	JC con 80 ppm	JC con 100 ppm	JC con 125 ppm
Exp 1	pH	4.95	7.03	7.08	7.01	7.01
	turbidez	216	8.3	9.2	10.00	10.9
	Color (UI)	22615	10663	16392	9965	11310
	Remoción color (%)		52	27	55.93	50
Exp 2	pH	5.22	7.0	6.9	7.2	7.0
	turbidez	278	11.6	14.2	17	17.6
	Color (UI)	21085	21280	16653	10756	14546
	Remoción color (%)		-9.0	21.0	48.9	30.00
Exp 3	pH	5.22	7.00	6.9	7.2	7.01
	Turbidez	278	11.4	14	17.3	17.4
	Color (UI)	21085	19631	14561	11530	13420
	Remoción color (%)		6.9	30.9	45.1	36.5

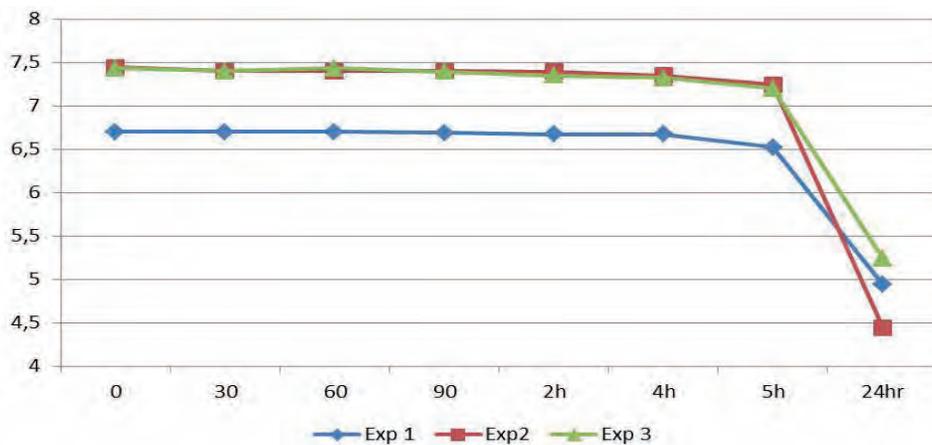


Figura 2. Comportamiento del pH del jugo claro con GS en el tiempo.

Se demostró que, el producto, al tener un pH ácido, influye en una disminución considerable del pH del jugo claro, cuando hay paradas de más de 8 horas.

Durante las paradas cortas programadas en la fábrica, (menos de 24 horas), los clarificadores, generalmente, se dejan llenos. Con el objetivo de reducir las pérdidas por inversión del jugo caliente, se considera una buena práctica elevar el valor objetivo en el control del pH y reducir los niveles del lodo en el clarificador, durante varias horas antes de la parada. No obstante, las pérdidas por inversión son significativas (la pérdida estimada a 96 ° C, 7.2 de pH, durante 24 horas de almacenamiento es de 2.1 %) y el color del jugo almacena-

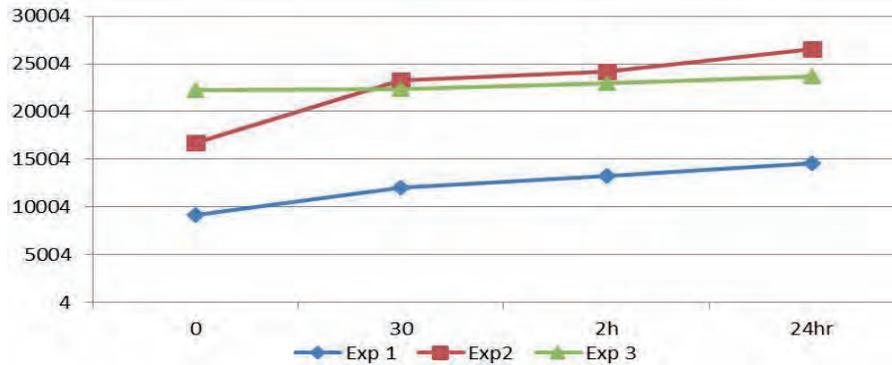


Figura 3. Comportamiento del color del jugo claro con GS en el tiempo.

do se incrementa apreciablemente (el incremento de color estimado para las condiciones de almacenamiento anteriores es de 20 %).

En las figuras 2 y 3 se muestra el comportamiento del pH y del color del jugo claro en el tiempo.

Como puede observarse, después de las cinco horas, comienza un deterioro progresivo de los jugos. Resulta conveniente repetir este estudio y realizar mediciones, cada dos horas, durante un periodo de 24 horas, para ver mejor el comportamiento.

Evaluación a nivel industrial

Decoloración de jugos

Se obtuvieron importantes remociones del color en el jugo claro. El comportamiento no fue similar en todos los casos. Se debe tener en consideración que, estas remociones, dependen, directamente, de la operación del área de purificación de jugos, la correcta dosificación de fosfórico, de cal y floculante y del control de los parámetros de operación como pH y temperatura. En la tabla 4 se muestra el promedio de las remociones del color en el jugo claro para cuatro de los ingenios de la provincia.

Perfil de colores

Se implementaron las técnicas de determinación del color ICUMSA en cada una de las corrientes azucaradas, fundamentalmente en el jugo mezclado, el jugo claro y la meladura. En algunos casos se realizó el seguimiento hasta el color de la semilla B. En la mayoría de los casos, el comportamiento es el esperado y existe una disminución del color entre el jugo mezclado y el jugo claro y, luego, un aumento en los colores de la meladura y mayor en pie de semilla, por ser corrientes más concentradas. En las figuras 4 y 5, se muestra el comportamiento del perfil de los colores en dos de los ingenios.

Smith *et al.* (1) y Peter Rein (3) estudiaron los cambios en el color en la fábrica de azúcar crudo. Según estos autores el color del jugo crudo se incrementó en la medida en que la extracción se incrementó, a lo largo del tándem de molinos. Luego, en la clarificación, se logró una reducción del color de 20 a 25 % y ocurrió un pequeño incremento de 3 a 6 % a lo largo de los evaporadores. Se observó un incremento significativo del color en la estación de tachos, con la mayor formación de color en las masas C. Esto coincide con la mayor incidencia observada en la reacción de Maillard, en masas de baja pureza.

Tabla 4. Remociones de color de los jugos industriales

Ingenio	Remociones color (%)		
	Febrero	Marzo	Abril
14 de Julio	37.00	43.00	39.00
Ciudad Caracas	29.00	33.00	30.54
Antonio Sánchez	56.00	45.80	35.00
5 de Septiembre	32.00	39.00	40.00

Si se atiende a la formación del color en la etapa de tachos, es importante reducir los tiempos y temperaturas del cocimiento y reducir la cantidad de procesos de reciclado/disolución a un mínimo, lo cual es consistente con las restricciones impuestas por la eficiencia de la operación, la capacidad de la planta y la calidad requerida del azúcar.

La forma más sencilla para mejorar la calidad del azúcar crudo, particularmente la polarización y el color, es aplicar agua

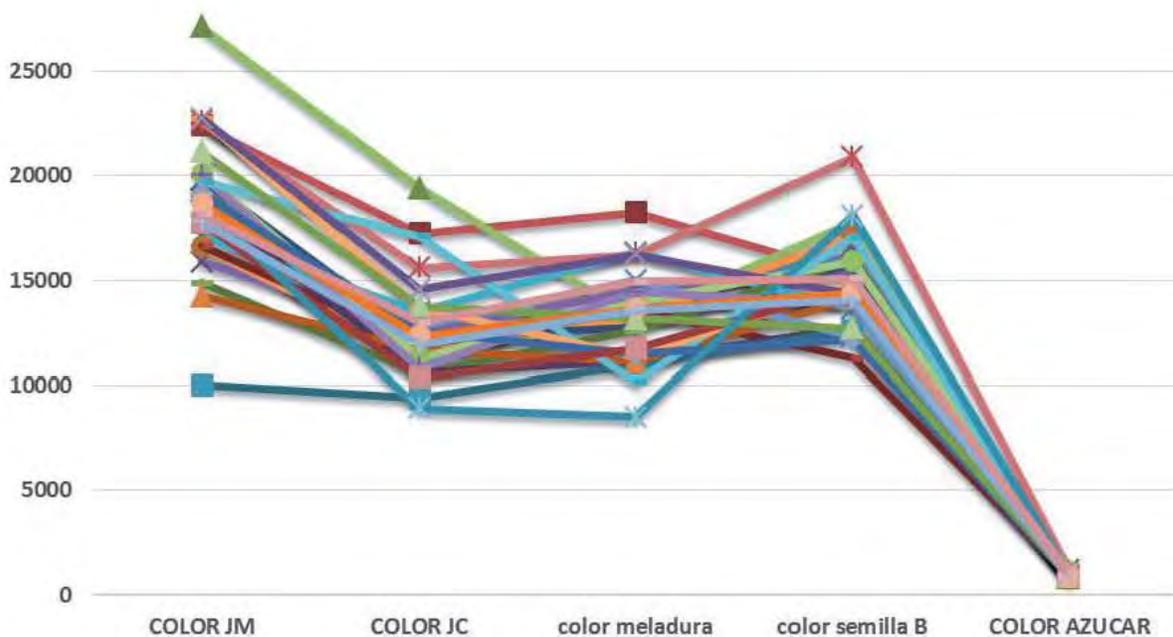


Figura 4. Perfil de colores de las corrientes azucaradas en el central Ciudad Caracas.

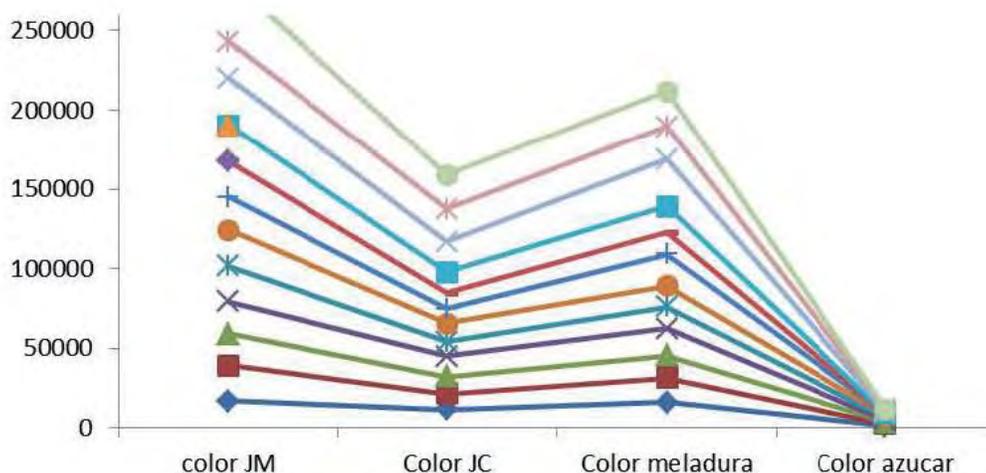


Figura 5. Perfil de colores de las corrientes azucaradas en el central Antonio Sánchez.

de lavado adicional en la canasta de la centrífuga. Sin embargo, existe un límite en la efectividad de esta técnica ya que cuando se realiza en exceso, se reduce la recuperación del azúcar y aumenta la recirculación dentro de la etapa de tachos y por lo tanto, en mayores pérdidas de sacarosa y formación del color.

Resultados de valores de color ICUMSA en azúcar

El color en el azúcar depende del color de la materia prima que se forma en el proceso.

Los mejores resultados se obtuvieron en el ingenio 14 de Julio, debido a la estabilidad en la molienda, superior al resto de los ingenios de la provincia, y a un funcionamiento adecuado de las áreas de cocción y centrifugación.

Los siguientes gráficos muestran los colores del azúcar de los cinco ingenios y los compara con los colores, en igual periodo, de la zafra pasada. Para cada ingenio se ha tomado el periodo de tiempo de mayor estabilidad.

Central azucarero 14 de Julio

Para el análisis se tomaron los meses de febrero, marzo y hasta el 15 de abril. Durante los tres meses en cuestión, no se obtuvieron colores fuera de la norma (norma: colores menores de 1500 UI).

En la figura 6 se muestra la comparación de los colores en la zafra actual con la zafra pasada.

El promedio del color en azúcar, en el mes de febrero, fue de 889 UI y, comparado con el promedio en el mes de febrero de la zafra pasada (1079), fue inferior en un 17.6 %. El promedio del color en el azúcar en el mes de marzo fue de 747.8 UI y, comparado con el promedio en el mismo mes de la zafra pasada (1146), fue inferior en un 34.74 %. El promedio del color en azúcar en la primera quincena de abril fue de 887.00 UI y, comparado con el promedio de la misma quincena en la zafra pasada (1179.72), fue inferior en un 24.81%.

Central azucarero Elpidio Gómez

Si se compara con la zafra anterior, el promedio del color del azúcar en el mes de marzo fue inferior en un 28.17 % (1324 UI) y en la primera quincena de abril fue inferior en un 23.89 %. El promedio del color en el azúcar, hasta el 15 de abril en la zafra pasada fue de 1341.6 UI. En la figura 7 se muestra el comportamiento.

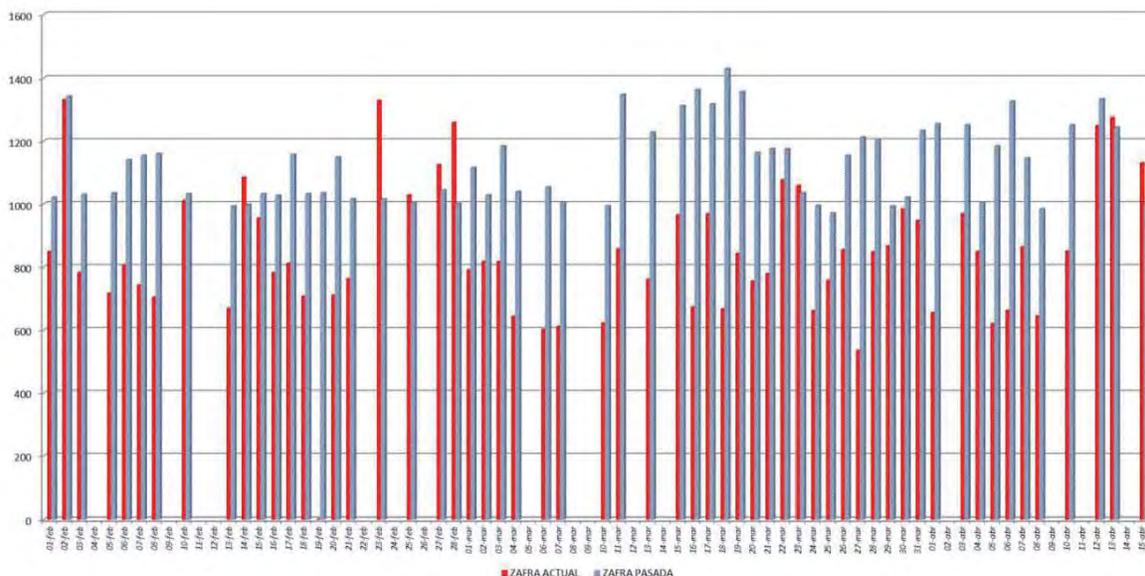


Figura 6. Comparación de colores zafra actual / zafra pasada en el central 14 de Julio.

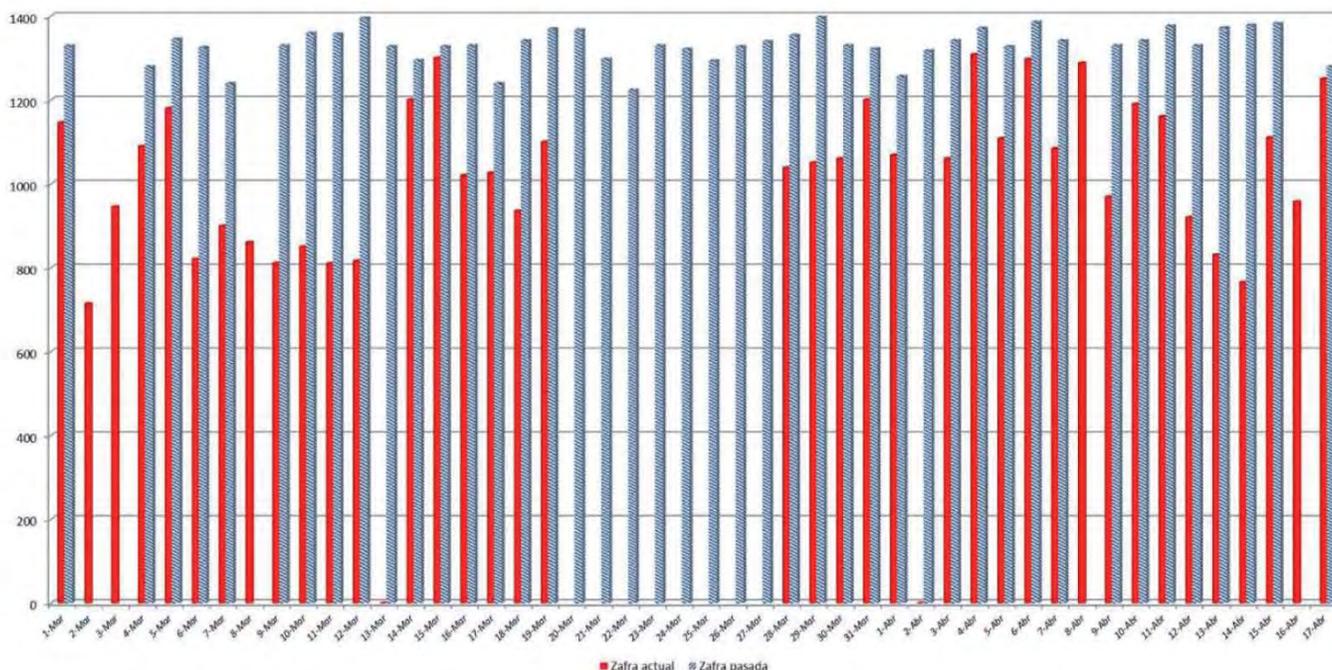


Figura 7. Comparación de colores zafra actual / zafra pasada, en el central Elpidio Gómez.

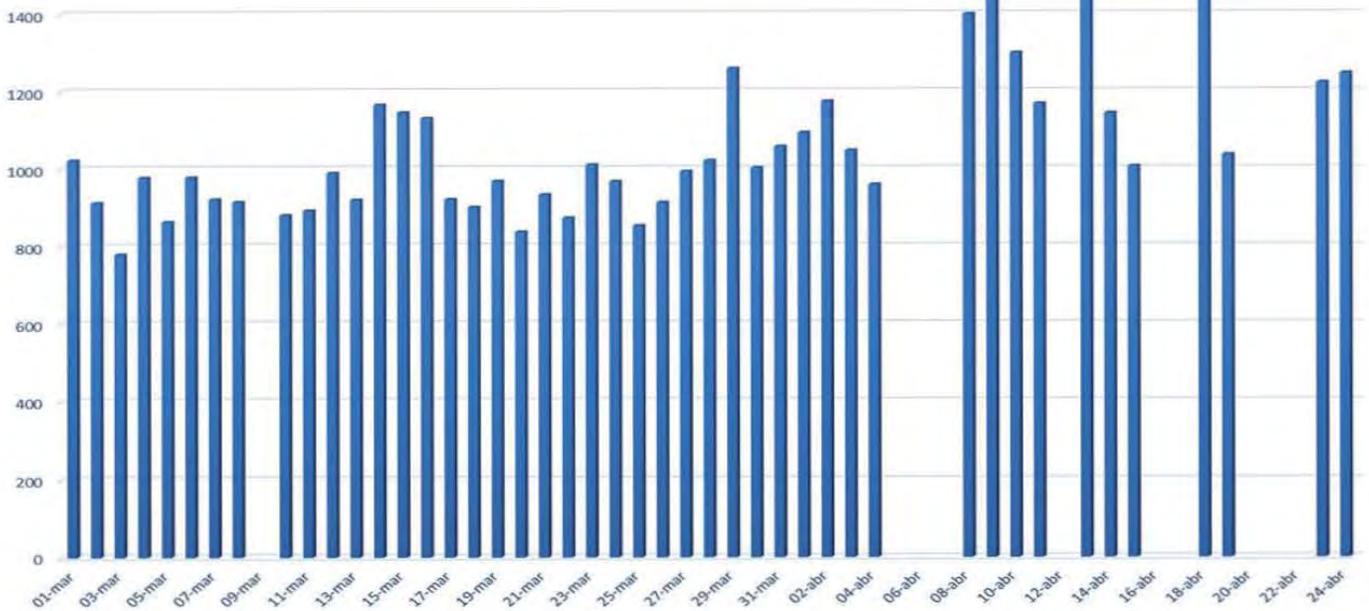


Figura 8. Comportamiento de colores durante el mes de marzo, en el central Ciudad Caracas.

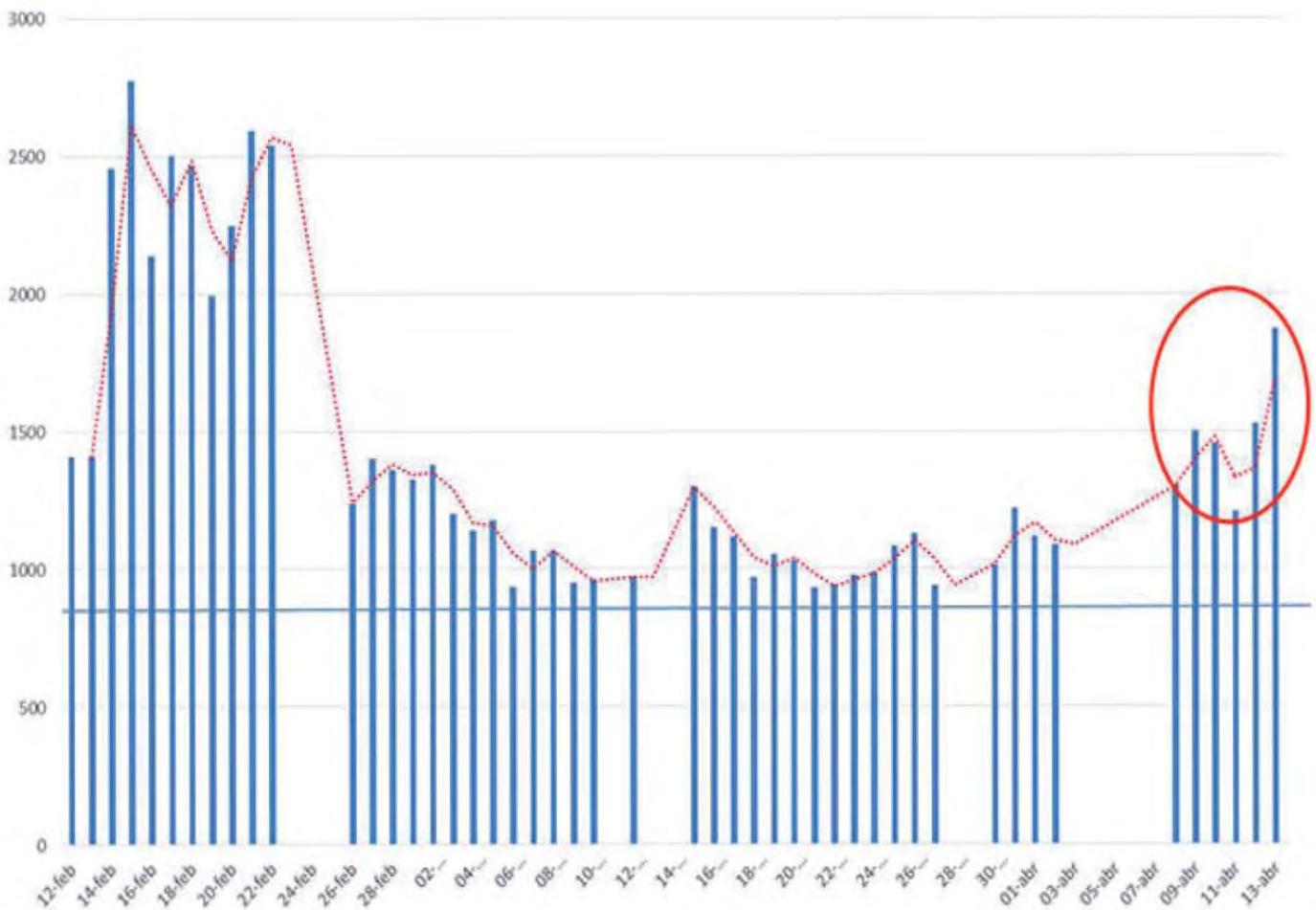


Figura 9. Comportamiento de colores durante los meses de febrero, marzo y abril, en el central 5 de Septiembre.

Central azucarero Ciudad Caracas

El mes de marzo, que fue el mes de mejor estabilidad en la molienda, el promedio de color fue de 967.53 UI. En el mes de abril se molió con mucha inestabilidad y se observa en el gráfico la repercusión en los aumentos de unidades de color ICUMSA (figura 8).

Central azucarero 5 de Septiembre

En la figura 9 se observa el comportamiento de los valores de color ICUMSA en el central 5 de Septiembre. Se circulan los valores de los últimos días sin dosificación del producto y puede verse una tendencia al aumento en el color.

Durante el mes de febrero, el color promedio fue de 2037.64 UI, con un 65 % de colores fuera de norma. En el mes de marzo, se obtuvo el 93.1 % del azúcar con colores en norma, y hasta el 15 de abril el promedio fue de 1348 UI, con algunos reportes de colores fuera de norma.

Por ser marzo el mes de mejor molienda, se compararon los resultados con igual periodo de la zafra pasada. El promedio del color en el azúcar en el mes de marzo fue de 965.96 UI y comparado con el promedio en el mes de marzo de la zafra pasada (1346.28) fue inferior en un 28.24 %.

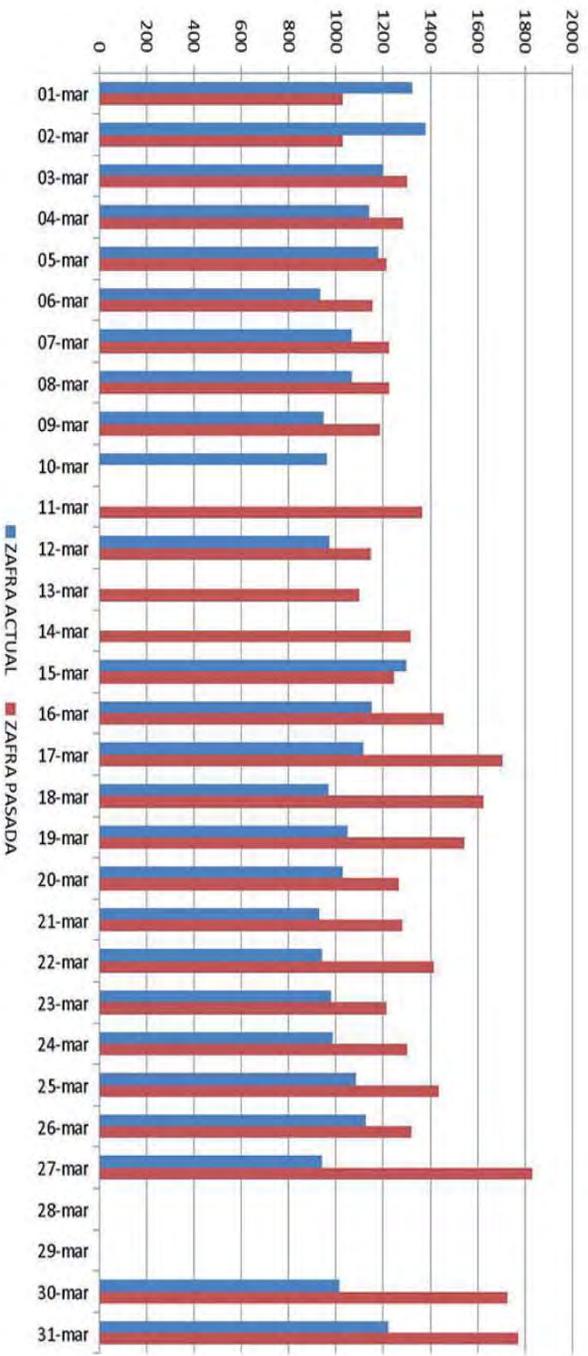


Figura 10. Comparación de colores zafra actual / zafra pasada en el central 5 de Septiembre.

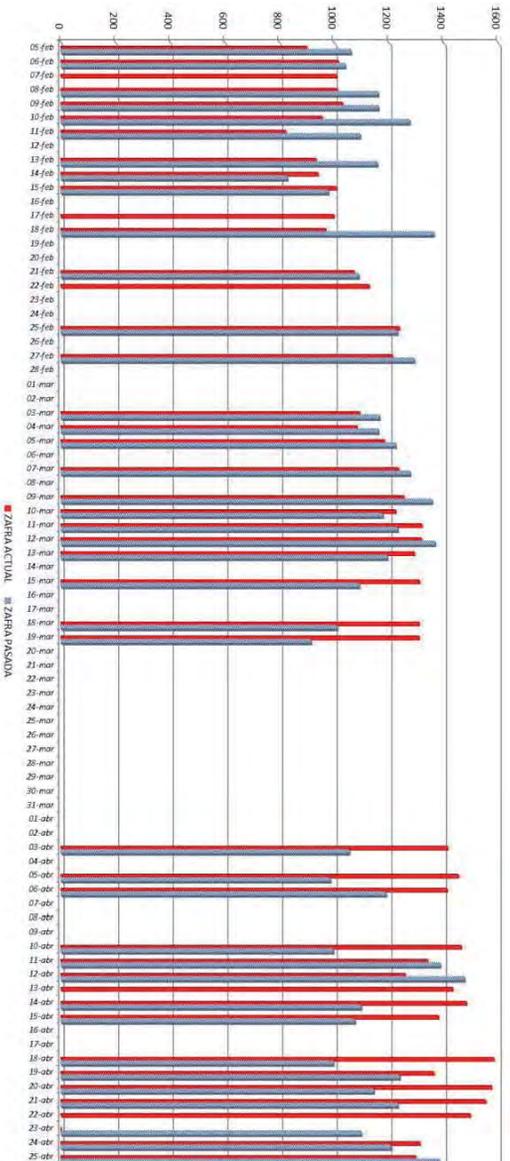


Figura 11. Comparación de colores zafra actual / zafra pasada, en el central Antonio Sánchez.

Central azucarero Antonio Sánchez

En la figura 11 se compara la zafra actual con igual periodo de la zafra pasada.

Este ingenio, en valores de color ICUMSA del azúcar crudo, no tuvo el comportamiento esperado. Solo se reportaron valores por debajo de la zafra pasada en el mes de febrero. Sin embargo, fue el ingenio de mayores porcentos de remoción de color de jugo claro, eso indica que durante el resto del proceso existió formación de color. Los colores de jugo claro promedio fueron de 10247 UI en febrero, 11086 UI en marzo y 18290 UI en abril, y se notó un incremento en los colores en jugo mezclado y jugo claro durante el mes de abril. Se considera que pudo haber estado influyendo la calidad de la materia prima y el retorno de mieles al proceso, para aumentar el rendimiento. Este retorno de materiales tuvo irremediadamente, un impacto en el color final del azúcar, ya que la miel le suma miles de unidades a la meladura que proviene del proceso de evaporación de un jugo de óptima calidad, con colores cercanos a los 11 o 12 mil unidades, por lo que este central debería de haber estado muy estable debajo de 900 UI en azúcar.

CONCLUSIONES

- Se demostró, a nivel de laboratorio, que se producen remociones del color en el jugo mezclado en un rango entre 5 y 9 % y remociones en jugo claro de un 16 a un 21 %, superior a las remociones por la clarificación. La evaluación de la dosis arrojó mejores resultados con la dosis de 100 ppm.
- Los ingenios reportaron disminuciones del color en azúcar entre 17 y 34 %, por debajo de los colores de la zafra pasada; sin embargo, hay otros que aunque lograron buenas remociones de color en el jugo obtuvieron colores altos por otras causas industriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Smith, B.; Romo, R.; Molina, J.; Chen, J. 1982. La Consistencia de Floculantes Poliméricos en la Clarificación de Jugo de Caña. Sugar y Azúcar. Vol. 77. p 59-66.
 2. Lionnet. R. 1992. Impurity transfer rates during the crystallisation of sucrose.
 3. Rein, P. 2007. Cane Sugar Engineering. Berlin: Editorial Bartens. Chapter 10: Clarification.
-