

# EL TRATAMIENTO MAGNÉTICO EN LA CLARIFICACIÓN DE LICORES CRUDOS DE REFINERÍAS DE AZÚCAR. Parte I.

Autor: Ing. Carlos Manuel Acea Fiallo.  
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE)  
[acea@quimica.cujae.edu.cu](mailto:acea@quimica.cujae.edu.cu)  
Teléfono: 266-3419

## RESUMEN

Las tecnologías de producción de azúcar refinado, están diseñadas por secuencias de operaciones, predominantemente de separación de principio a fin, para poder lograr el objetivo de éstas; la eliminación paulatina de las impurezas presentes en el azúcar crudo. En todas es de primordial importancia la preparación de la materia prima, donde se garantiza la calidad mínima necesaria.

En este trabajo, se presenta un estudio para evaluar la posibilidad de incluir al tratamiento magnético, como complemento, en la preparación de los licores crudos, para elevar la calidad de los mismos. Resultó existir un régimen de tratamiento donde la remoción se incrementa entre 15 y 40 por ciento.

Palabras claves: Tratamiento magnético, Coagulación magnética, Flocculación magnética.

## ABSTRACT:

Technologies of white sugar production, are designed per aim achieve based on separation processes, to be able to of these; the gradual removal of impurities present in raw sugar. The preparation process of raw material is very important, because it defines the necessary white sugar minimum quality.

This paper presents the evaluation of including the magnetic treatment, as complement, in the preparation of the raw liquor, to elevate the quality of such. It turned out to appear a magnetic treatment regime where the removal is increased between 15 and 40 percents.

Key words: Magnetic Treatment, Magnetic Coagulation, Magnetic Flocculation.

## INTRODUCCIÓN

La clarificación de los licores crudos, en las refinerías de azúcar, es una etapa del proceso tecnológico de vital importancia, pues en ella se define en gran medida la calidad del producto final, el azúcar refinado [3]. Tiene como función esencial la separación de las impurezas de alto peso molecular que se encuentran disueltas en el licor crudo, ya que éstas

poseen una gran afinidad por la sacarosa, lo que les posibilita su oclusión en el azúcar durante el proceso de cristalización [4], con lo que afectaría la pureza del producto.

Para la ejecución del proceso de clarificación, son empleados tradicionalmente dos métodos: carbonatación y fosflotación. Siendo el último el más empleado en nuestro país por su relativa ventaja económica [3].

La fosflotación tradicional tiene implícito la adición de ácido fosfórico y lechada de cal, productos que forman parte del costo de la producción, en una proporción determinada por la dosificación requerida para la ocurrencia de los procesos de coagulación y floculación, a través de los cuales se garantiza la precipitación de las impurezas antes mencionadas [3].

Convencionalmente, para la preparación de la materia prima se realiza el proceso de afinación, donde se eliminan, en principio, las impurezas que rodean al grano de azúcar crudo [3], quedando para su remoción las impurezas que forman parte del mismo, las que pasan a la solución en el proceso de disolución que se ejecuta previo a la clarificación.

Durante la afinación ocurre el primer proceso de separación de impurezas, lo que se manifiesta con una significativa reducción del color, quedando un remanente que debe ser eliminado casi en su totalidad en los procesos siguientes.

Este proceso, con el que se debe lograr una estandarización de la materia prima ( $\approx 1000$  ICU), se puede obviar si el azúcar crudo presenta un color en el entorno del deseado [3].

La preparación del licor se completa con la adición de una amina cuaternaria [2], en una dosis tal, que propicie la disminución de la tensión superficial para facilitar el proceso de coagulación en el primer tratamiento químico, con el que comienza la clarificación.

Desde el punto de vista tanto tecnológico como económico, sería muy ventajoso lograr mayores por cientos de remoción de color durante la elaboración de los licores crudos para la refinación. Esto implicaría una reducción de la cantidad de impurezas presentes en el licor, que demandan productos químicos para su coagulación y floculación.

Teniendo en cuenta los reportes acerca de las posibilidades del tratamiento magnético en los procesos de coagulación y floculación de los sistemas acuosos [5], en el presente trabajo se evalúa la propuesta de emplear este tipo de tratamiento electrofísico como complemento de la clarificación de los licores crudos en las refinerías de azúcar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para dar cumplimiento al estudio planteado, se seleccionó como punto de aplicación del tratamiento magnético a la línea de alimentación del licor crudo, previo al tanque de mezcla donde comienza el primer tratamiento químico; lo que se justifica, desde el punto de vista

experimental, porque en la refinería “Manuel Martínez Prieto” con la automatización del proceso de disolución se garantiza la estabilidad en la concentración y la temperatura del licor, además, también por la vía automática es controlable el flujo. Ambos sistemas de control favorecen la experimentación, ya que esto facilita la constancia en algunos de los parámetros a tener en cuenta en el tratamiento magnético (temperatura, velocidad del fluido y tiempo de residencia), quedando para un licor crudo dado la opción de variar la inducción magnética.

Considerando en cada caso el color inicial del crudo, la inducción magnética es la variable independiente del experimento para evaluar los cambios que se produzcan en él.

El ajuste del tratamiento magnético consiste en encontrar el régimen de tratamiento más apropiado, con el cual las variaciones que se producen en las propiedades físicas y químicas del sistema resulten en su conjunto las más favorables, en concordancia con el objetivo trazado [6].

Para la experimentación, se empleó un electromagnetizador exterior de alta flexibilidad [1], alimentado con corriente rectificada y filtrada que garantiza un campo magnético estacionario, con el valor de inducción magnética ajustable en el intervalo (0,08 – 0,185) T

Las mediciones de color se realizaron por el método espectrofotométrico siguiendo la norma cubana NC 82.2000, en muestras tomadas antes del magnetizador, las que sirven de referencia para cada una de las corridas, y posterior a éste para cada uno de los valores de inducción magnética establecidos para el referido estudio.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las mediciones realizadas en este estudio se muestran en la tabla I. La primera columna se corresponde con los valores de inducción magnética que definen cada uno de los regímenes de tratamiento empleados. Continúa la tabla con seis columnas, dos por corridas experimentales, donde se reportan primero los valores medidos del color, comenzando con el de referencia; el de la muestra tomada antes del magnetizador, y posteriormente los valores de color obtenidos después del tratamiento magnético. En la siguiente columna se presentan los resultados del cálculo del por ciento de variación de color.

Tabla I. Variación del color por la acción del campo magnético.

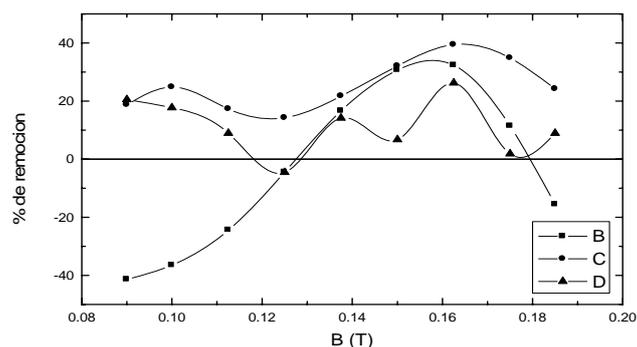
B (T)	ICU <sub>B</sub>	%Rem <sub>B</sub>	ICU <sub>C</sub>	%Rem <sub>C</sub>	ICU <sub>D</sub>	%Rem <sub>D</sub>
-	1162,86	-	1681,45	-	2432,78	-
0.09	1204,24	-41,38	1662,68	18,77	2412,22	20,56
0.1	1199,29	-36,43	1656,59	24,86	2415,03	17,75

0.1125	1187,3	-24,44	1664,12	17,33	2423,82	8,96
0.125	1167,36	-4,5	1667,16	14,29	2437,3	-4,52
0.1375	1146,19	16,67	1659,74	21,71	2418,6	14,18
0.15	1132,15	30,71	1649,31	32,14	2426,04	6,74
0.1625	1130,51	32,35	1642,02	39,43	2406,48	26,3
0.175	1151,43	11,43	1646,6	34,85	2430,92	1,86
0.185	1178,38	-15,52	1657,22	24,23	2423,85	8,93

Para facilitar el análisis del comportamiento del color que adquiere el licor crudo, posterior al tratamiento magnético, para cada uno de los regímenes a los que se sometió éste, se muestra el gráfico de la figura 1, donde aparecen tres curvas que responden a las variaciones en el porcentaje de variación de color que experimentan los licores seleccionados por la acción del campo magnético. La selección de éstos se realizó teniendo en cuenta al color inicial, parámetro no estandarizado en el proceso, debido a la omisión del proceso de afinación en la Refinería “Manuel Martínez Prieto”.

Las corridas representadas en la figura 1 se corresponden a los valores promediados de 5 muestras de licores elaborados con azúcares crudos, con colores iniciales ubicados en los extremos y el centro del intervalo en que este parámetro normalmente varía, en el azúcar crudo disponible para el procesamiento.

Figura 1. Comportamiento del porcentaje de variación del color para diferentes regímenes de tratamiento magnético.



Una característica común para las tres curvas mostradas es la poliextremalidad, para ninguna el comportamiento se ajusta a función conocida alguna, lo cual es típico para la dependencia de los parámetros que caracterizan al sistema acuoso respecto a la inducción magnética en este tipo de tratamiento electrofísico [1,6]. En esta familia de curvas, obtenidas en

condiciones bien controladas de tratamiento, la no coincidencia entre ellas se le debe atribuir a lo que diferencia a los licores tratados, el color inicial.

Se conoce que el color en el azúcar crudo se debe a la presencia en él de impurezas, fundamentalmente polisacáridos coloreados con una amplia gama de masas moleculares y diferentes concentraciones, lo que depende de un variado conjunto de factores, los que van desde la variedad de la caña cosechada hasta las condiciones de procesamiento en la industria [3].

Según lo mostrado, la tendencia mayoritaria es hacia la reducción del color para los diferentes regímenes de tratamiento empleados en el estudio, aunque existen puntos para los cuales ocurre todo lo contrario. En todos los casos tenemos la confirmación experimental del efecto del campo magnético sobre los sistemas coloidales, en los que puede producir, lo mismo la estabilización como la desestabilización de éstos [5].

La no coincidencia entre las curvas debe ser atribuible a las diferencias en composición y concentración de impurezas que lógicamente existen entre los licores experimentados. Sin embargo, en la dependencia que se analiza, se puede apreciar que la mayor variación de color en cada uno de los licores ocurre para el mismo valor de inducción magnética (0.1625T), independientemente del valor de la variable: color inicial. Este resultado permite la definición del régimen de tratamiento magnético más adecuado como pretratamiento a la clarificación de los licores crudos de la refinería. Es decir, se ha completado el ajuste del tratamiento magnético a las condiciones del punto de aplicación para dar cumplimiento al objetivo trazado, la reducción del color inicial en los licores crudos.

Comparando este resultado con la operación precedente al punto de aplicación, según el diseño tecnológico, en cuanto al por ciento de remoción de color, el tratamiento magnético no sustituye a la afinación. Aunque, si el proceso se realizara, esto no excluiría el tratamiento propuesto, por el contrario, éste último complementaría a la tarea de preparación de la materia prima, porque la reducción de color sería porcentualmente mayor para el caso de la tecnología tradicional muy bien ejecutada. Esta es la situación que se presenta en el gráfico para la curva (B), la que se corresponde con el comportamiento del licor con un color inicial cercano al valor considerado representativo de una buena calidad para el proceso de clarificación.

Para la comprensión del efecto visto, el análisis se podría dirigir en la siguiente dirección: durante la disolución, al licor se le adiciona una sustancia tensoactiva catiónica (Quimitreat), quien provoca una disminución necesaria de las fuerzas intermoleculares presentes en la disolución [2]. Con la aplicación del campo magnético, el efecto antes mencionado (la

disminución de la tensión superficial e intersticial) debe reforzarse [4], teniendo su mayor manifestación en el licor crudo para el valor de inducción magnético (0,1625 T), seleccionado como adecuado para el tratamiento magnético, por ser este el régimen para el cual se aprecia la mayor disminución del color, muy conveniente para la tecnología.

Dada las características de los licores crudos, la disminución del color solo puede ser consecuencia de la desestabilización o precipitación de una parte de la composición coloreada con propiedades coloidales. La posible influencia del tratamiento magnético en este efecto se pudiera justificar si consideramos que; la misma fuerza que provocó la disminución de la tensión superficial por la acción sobre los dipolos eléctricos de las moléculas de agua, en estas condiciones actúa con más facilidad sobre los elementos cargados que constituyen el sistema coloidal, provocando movimientos e interacciones favorables para la precipitación de los coloides, la cual es posible que ocurra para pequeñas variaciones de la carga resultante de estos [2]. Obteniéndose por vía electrofísica un resultado similar a lo que ocurre con los conocidos procesos de coagulación y floculación.

Con este supuesto mecanismo de interacción surgen obligadas interrogantes que requieren de respuestas, es necesario puntualizar si la variación de color que se observa para las condiciones antes señaladas está dada por causas energéticas, naturaleza y concentración de las impurezas o por ambos motivos.

## CONCLUSIONES

El estudio realizado, referente a la aplicación del campo magnético en los licores crudos de refinería, permitió observar un verdadero efecto de interacción campo-sustancia, manifiesto en las variaciones que sufre el color de estas soluciones azucaradas para todos y cada uno de los regímenes de tratamiento experimentados.

Se definió un punto de aplicación, teniendo en cuenta las características tecnológicas del proceso y sus necesidades, donde el tratamiento magnético, según reportes, podría proporcionar beneficios en cuanto a remoción de color, objetivo fundamental del proceso anterior, ya que a menor color antes de la clarificación menos dificultades en las operaciones siguientes.

Interesantemente, se encontró un régimen de tratamiento magnético en el que todos los licores sufren la mayor reducción de color, independientemente de sus características iniciales, lo que ocurre en un intervalo que oscila entre el 15 y el 40 por ciento del color remanente en el licor, lo cual es significativo, sobre todo en esta etapa del proceso, porque representa un marcado incremento en la calidad del licor, materia prima de la clarificación.

Este resultado pudiera ser complemento de cualquier tecnología de preparación de los licores, porque solo favorecería al proceso de clarificación, independientemente de cual tecnología se emplee con ese fin.

Por último, se propone un mecanismo para tratar de justificar el resultado alcanzado, donde quedan algunas incógnitas a resolver en estudios posteriores.

#### BIBLIOGRAFÍA:

1. "Magnetizador para el ajuste del tratamiento magnético", Acea, C. M.: 12 CCIA, EFING 2004, CUJAE, Cuba, 2004, ISBN 959-261-169-6
2. "Utilización de las sustancias tensoactivas catiónicas para la refinación del azúcar crudo", Chopik, V. V.: Partes I y II, Anales No 2, ICINAZ, 1985.
3. "Tecnología de la producción de azúcares blancos de caña de azúcar", Díaz, E.: Tomo I, ISPJAE, Ciudad de la Habana, 1986.
4. "Effects of Macromolecules in Sugar Processing", Gdoshall, Mary An.: Proc. AVH Symposium, Reims, Francia, 2002, pags. 23-30.
5. "Magnetización de los sistemas acuosos", Klassen, V. I.: Ed. Jimyia, Moscú, Rusia 1978, pags. 240.
6. "Tratamiento magnético de sistemas dispersos", Minienko, V. I.: Ed. Tiejnika, Kiev, 1970.
7. "Efecto del campo magnético en el tratamiento de aguas duras", Zavaleta, Mery et. al.: TECNIA, Lima, Perú, Vol. 8, No. 01, 2000, pags. 69-76.