

INFLUENCIA DEL CAMPO MAGNÉTICO EN LOS CRISTALES USADOS COMO SEMILLA EN LOS TACHOS DE LA UEB AMÉRICA LIBRE INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD IN CRYSTALS USED AS A SEED IN THE SUGAR FACTORY AMÉRICA LIBRE

Guillermo Ribeaux Kindelán, Fidel Gilart González

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente
e-mail: ribeaux@uo.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se presenta una evaluación de la influencia del campo magnético sobre el proceso de preparación de los cristales utilizados como semilla en los tachos de la UBE "América Libre". Se esclarecen aspectos relacionados con la cristalización, nucleación y la utilización del tratamiento magnético en estos procesos. Se caracteriza la fuente de campo magnético empleada, determinando que el valor medio de la inducción de campo magnético es de 7.6 mT. Se obtienen muestras de cristales obtenidos bajo la influencia del campo magnético y sin esta, determinando la longitud de los mismos, observándose que los que se obtiene bajo la influencia del campo magnético son un 39.18 % más pequeños que aquellos que se obtienen sin la influencia del campo magnético. Se determinan parámetros estadísticos que permiten un análisis más completo de las características de la población de los cristales y su distribución granulométrica.

PALABRAS CLAVE: tratamiento magnético, cristalización, nucleación

ABSTRACT

This work presents an evaluation of the influence of the magnetic field on the process of preparation of the crystals used as seed in the UBE "América Libre". It clarifies aspects related to crystallization, nucleation and the use of magnetic treatment in these processes. It is characterized the source of magnetic field used, determining that the average value of the induction of magnetic field is 7.6 mT. We obtain samples of crystals obtained under the influence of the magnetic field and without this one, determining the length of the same ones, being observed that those that are obtained under the influence of the magnetic field are 39.18% smaller than those that are obtained without the influence of the magnetic field. Statistical parameters are determined that allow a more complete analysis of the population characteristics of the crystals and their granulometric distribution.

KEY WORDS: magnetic treatment, crystallization, nucleation

INTRODUCCIÓN

Es importante y necesario buscar la uniformidad en el tamaño de los cristales desde la misma preparación de la semilla, donde influyen varios factores ligados a las condiciones de crecimiento del cristal, como la sobresaturación, enfriamiento brusco, siembra, agitación, adición de impureza, etc.

En las fábricas de azúcar existen dificultades para controlar este parámetro ya que es un proceso complejo, por lo que a la hora de la separación de los cristales de azúcar por medio de la centrifugación, debido a la irregularidad del tamaño de los granos, unos se quedan y obstruyen las rejillas de las centrífugas y otros la atraviesan perdiéndose con la miel, afectando así el rendimiento productivo.

Estudios de la influencia del campo magnético en la nucleación y cristalización de la sacarosa a nivel de laboratorio, han demostrado que un campo magnético de moderada intensidad provoca un retardo en la nucleación de la sacarosa, propiciando así una mayor uniformidad en el tamaño de los cristales así como una reducción de los defectos estructurales de los bordes de los cristales [1-2]. El objetivo del trabajo es evaluar el efecto de un campo magnético estático de moderada intensidad sobre la distribución granulométrica de los cristales usados como semilla en los de la fábrica de azúcar América libre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la preparación de los cristales se utilizan de 1 a 2 kg de azúcar refino por cada 1000 pie³ (28,32 m³) de masa cocida C (MCC). Esta azúcar se diluye en agua a 100°C con agitación constante. Posteriormente se disminuye la temperatura hasta 65°C logrando así la aparición de los primeros núcleos cristalinos. Luego se añade alcohol absoluto para inhibir el crecimiento de los cristales, luego se agita dejando enfriar hasta la temperatura ambiente y finalmente se deja reposar logrando la sedimentación de los cristales (semilla).

En esta fábrica este procedimiento se realiza manualmente, en la figura 1 se muestra el recipiente donde se preparan los cristales, la fuente de campo magnético utilizada y la forma en que se coloca.



Figura 1: Recipiente donde se prepara la semilla y fuente de campo magnético utilizada.

Se tomó una pequeña porción de cristales obtenidos con y sin la aplicación del campo magnético y se depositaron en placas Petri, se dejaron secar de manera que quedara un sustrato que pudiera ser observado en el microscopio. Luego se fueron incorporando en el microscopio para así acceder a la toma de las fotografías de los cristales para su posterior medición, la que se realiza con el software profesional Image Tool. En la figura 2 se muestra el microscopio utilizado y el ambiente de trabajo del software.

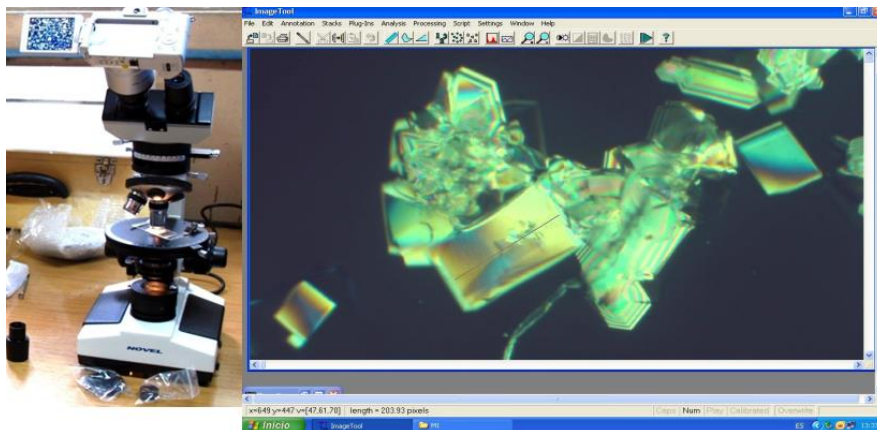


Figura 2: Microscopio empleado y ambiente de trabajo del software Image Tool.

La caracterización de la fuente de campo magnético se realizó mediante simulación con el software profesional Comsol Multiphysic.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio del tamaño de los cristales obtenidos bajo la acción de campo magnético fue un 39.18% menor que el promedio del tamaño de los cristales que se obtuvieron sin la acción del campo magnético. Este resultado

evidencia que el campo magnético ha provocado un retardo en el crecimiento de los cristales. Una baja velocidad de formación de núcleos es favorable, pues permite la formación de núcleos más perfectos y con una mayor uniformidad en la distribución de tamaños [3]. En las figuras 3 y 4 se muestran ejemplos de las fotografías de cristales obtenidos con y sin la aplicación del campo magnético y en la tabla I los valores promedios de las mediciones de los cristales en cada una de las muestras analizadas.

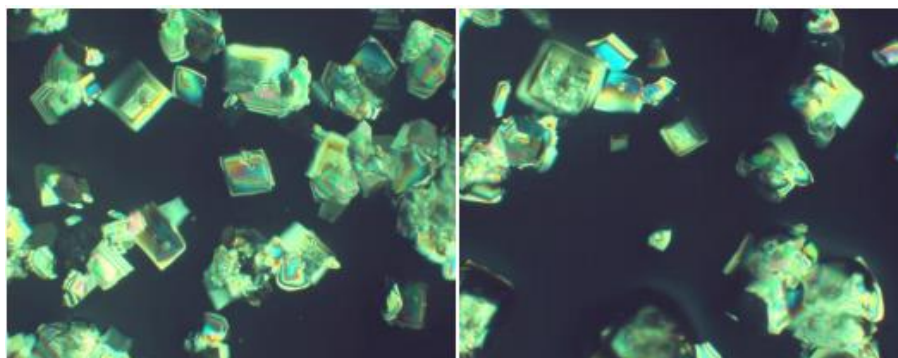


Figura 3: Fotografía de cristales obtenidos sin la presencia del campo magnético.

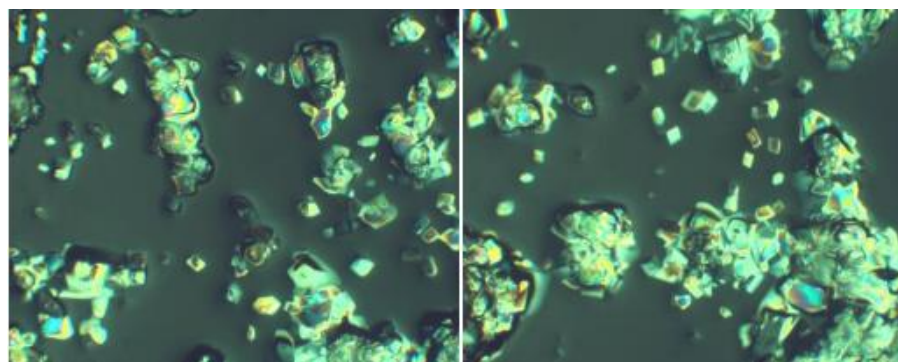


Figura 4: Fotografía de cristales obtenidos con la presencia del campo magnético.

Tabla I. Valores totales promedios y su diferencia.

STM	252.7
CTM	153.7
ΔL	99
% dif.	39.18

Los valores de las longitudes de los cristales se introdujeron y procesaron con el software MASTERSIZER el cual permite obtener las curvas de contenido de la clase granulométrica en % vs tamaño de grano en escala logarítmica tal y como se muestra en la siguiente figura.

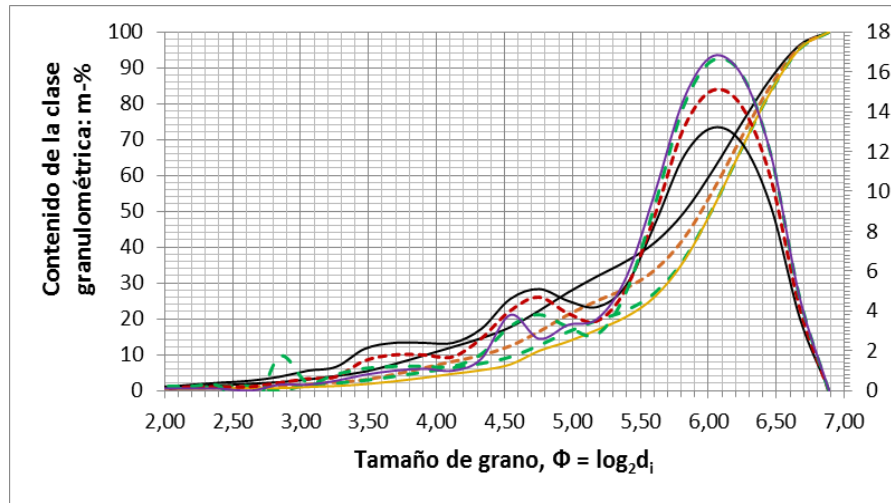


Figura 5. Curvas de contenido de la clase granulométrica vs tamaño de grano.

Con estas curvas se realizó un estudio estadístico detallado de la distribución granulométrica hallando el vector característico (VC). Este vector, formado por estadísticos de posición, dispersión, asimetría y angulosidad, es capaz de explicar la distribución de los granos de forma general valiéndose de la representación gráfica de la distribución de los granos.

Los resultados anteriores demuestran que un campo magnético estático como el utilizado en esta investigación es capaz de afectar el proceso de formación de núcleos cristalinos. Es conocido que en un fluido conductor siempre se producen pequeñas perturbaciones por causas ajenas a su movimiento las cuales son acompañadas por muy débiles campos eléctricos y magnéticos [4].

Lo anterior nos conduce a pensar que el mecanismo de acción del campo magnético pudiera tener como base la amplificación de las fluctuaciones magnéticas que se producen dentro de la solución de sacarosa, como consecuencia del intercambio de energía con el campo magnético externo a través del momento angular de los rotors moleculares de agua, tal como lo predice el modelo mecano-cuántico de Cefalas y col. [4]. Los altos campos magnéticos (~ 10 T) generados localmente durante tales amplificaciones estarían asociados a campos eléctricos locales muy intensos ($\sim 10^5$ V/m). Danielewicz-Ferchmin y Ferchmin [5] han reportado que los campos eléctricos con intensidades de ese orden disminuyen la constante dieléctrica del agua, debido a que destruyen parcial o completamente la red de enlaces de hidrógeno. Vegiri [6] ha reportado que los campos eléctricos de esa intensidad afectan los puentes de hidrógeno de una manera anisótropa, fortaleciendo los enlaces de hidrógeno paralelos a \vec{E} y debilitando los ortogonales.

CONCLUSIONES

Los cristales obtenidos bajo la influencia del campo magnético son un 39.18 % más pequeños que los cristales que se obtuvieron sin la presencia del campo magnético. Con los valores de las mediciones de la longitud de los cristales fue posible obtener parámetros estadísticos que permiten una caracterización más profunda de la población de cristales y su caracterización granulométrica. Se corroboró que la aplicación del campo magnético retarda el proceso de nucleación de la sacarosa.

REFERENCIAS

1. Nývlt. J. et al. The kinetics of industrial crystallization. Prague, Academia Prague, 350p, 1985.
2. Ribeaux G. Influencia de un campo magnético estático sobre la cristalización de la sacarosa en solución, Tesis Doctoral, 2010. Universidad de Oriente.
3. Ribeaux G., Ares O., Fernández A., Falcón F., “Influencia del Campo Magnético Estático en la nucleación y cristalización de la sacarosa”, Bol. Soc. Quím. Méx. 2008, 2(2), 60-62, ISSN 1870-1809.
4. Cefalas, A.C., Kobe, S., Drazic, G., Sarantopoulou, E., Kollia, Z., Strazisar, J., Meden, A., Nanocrystallization of CaCO₃ at solid/liquid interfaces in magnetic field: A quantum approach, Applied Surface Science, 254, 6715-6724, 2008.
5. Danielewicz-Ferchmin, I. and Ferchmin, A.R. Water at ions, biomolecules and charged surfaces, Phys. Chem. Liquids 42, 1-36, 2004.
6. Vegiri A. Reorientational relaxation and rotational-translational coupling in water clusters in a d.c. external electric field, J. Mol. Liq. 110, 155 –168, 2004.