

Caracterización de la compactación del azúcar de caña (*Saccharum officinalis* L.) y propuesta para sus medidas preventivas

PASCUAL-RAMÍREZ, Juan*†, ESPINOSA-ENRÍQUEZ, José Luis, LINARES-GARCÍA, José Antonio

Recibido Junio 22, 2015; Aceptado 16 Diciembre, 2015

Resumen

La compactación y atorrónamiento es un problema que dificulta el manejo del azúcar almacenado, ya que reduce su fluidez debido a la formación de terrones, complicando su manejo y aumentando los costos de operación. En este trabajo, se simuló las condiciones de almacenamiento en azúcar estándar separado por tamaño de partículas. Se realizó una compactación mecánica para identificar el límite de peso máximo permisible. Se estudió la absorción de humedad y la formación de terrones bajo condiciones de almacenamiento. La formación de terrones se debe a la absorción de humedad, siendo las partículas de menor tamaño las que inician dicho proceso. La compactación inicia cuando el producto es sometido a por lo menos 10 toneladas de masa por encima de él, adicional a las condiciones de absorción de humedad y presencia de cristales pequeños. Se recomienda que se utilicen envases con recubrimiento impermeable y evitar en lo posible la presencia de partículas finas, pues éstos actuarán como núcleos de condensación. Los resultados de este trabajo pueden contribuir a mejorar las condiciones de almacenamiento del azúcar y a optimizar su aplicación industrial.

Humedad relativa, Temperatura, Compactación, Calidad, Tamaño de partícula

Abstract

Caking and compaction is a problem that hinders the management of sugar in storage as it reduces its fluidity due to the formation of clumps, hindering its handling and increased operating costs. In this paper, storage conditions standard sugar were simulated in sugar separate by particle size. A mechanical compaction was performed to identify the maximum allowable weight limit. Moisture absorption and caking under storage conditions were studied. The caking due to moisture absorption, with smaller particle which initiated this process under storage. Compaction occurs when the product is subjected to 10 tonnes, additional to conditions of storage and moisture absorption by small crystals. Results of this work indicate that it is advisable that containers be used with waterproof coating and avoid as much as possible the presence of fine particles, because these particles act as condensation particle. The results of this work can contribute to improving conditions for storage of sugar and optimize its industrial application.

Relative humidity, Temperature, Compaction, Quality, Particle size

Citación: PASCUAL-RAMÍREZ, Juan, ESPINOSA-ENRÍQUEZ, José Luis, LINARES-GARCÍA, José Antonio. Caracterización de la compactación del azúcar de caña (*Saccharum officinalis* L.) y propuesta para sus medidas preventivas. Revista de Simulación y Laboratorio 2015, 2-5: 106-109

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: pa-ra-juan@hotmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

El azúcar es un endulzante de origen natural, sólido, cristalizado y está constituido por cristales sueltos de sacarosa. En México, el azúcar se obtiene de manera comercial a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinale* L.), mientras que en Estados Unidos y la Unión Europea la materia prima principal es la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) (García-Chávez, 1997). En el proceso de extracción industrial del azúcar la cristalización y el secado son dos de las operaciones unitarias que tienen mayor importancia en la calidad, ya que en estas etapas se determinan las características finales del producto, mismo que tendrá efectos en su almacenamiento y comercialización (Hugot, 1982). La formación de terrones es un problema que se presenta en el azúcar a granel y en el azúcar encostalado llegando en algunos casos a la ruptura del empaque y a un cambio del color. Todo esto trae consigo una reducción de la calidad y aumento de los costos de manejo en el almacén (Chen, 1999). En algunas ocasiones el costal completo puede transformarse en una barra sólida (similares a los bultos de cemento petrificados), por lo que se vuelve necesario una maniobra de descompactamiento con rodillos y bandas transportadoras, esta maniobra significa un gasto en infraestructura y retraso en tiempo de proceso. Por lo anterior, en este trabajo se simuló las condiciones de almacenamiento críticas y las características del azúcar que favorecen su compactación, con la finalidad de generar medidas preventivas.

Objetivo

Realizar una simulación de las condiciones de almacenamiento que provoquen atorrónamiento y compactación del azúcar estándar para caracterizar el fenómeno, con la finalidad de ofrecer propuestas que contribuyan a su prevención.

Metodología

Se adquirió azúcar estándar Zulka® en un mercado local, se realizó su caracterización fisicoquímica mediante los métodos estandarizados de la AOAC (1990) y se analizó el grado de compactación mediante un texturómetro universal Instron. El azúcar fue tamizado para realizar el análisis granulométrico en un tamiz Haver® con número de mallas (de acuerdo a la U.S. Standard Sieve) de 16, 20, 30, 40, 50, 60, 80 y 100. Se tomaron datos de los porcentajes retenidos en cada una de las mallas y esta materia prima (clasificada por tamaño) se envasó en bolsas elaboradas con poleofinas (costal común de rafia) con capacidad de 200 g. Las muestras envasadas se almacenaron durante 5, 10, 15 y 20 días bajo una humedad relativa del 50% y temperatura de 20°C. Como variables de respuesta se analizó el cambio en humedad del azúcar y la formación de terrones. Cada uno de los tratamientos se realizó por triplicado.

Resultados y discusión

La caracterización fisicoquímica indica que la calidad del azúcar se encuentra dentro de los parámetros permitidos por la Norma Mexicana NMX-F-084-SCFI-2004, tal como se puede observar en la Tabla 1.

Parámetro	Resultado	Norma
Pureza por polarimetría (%)	99.53	Mínimo 99.4
Color (Unidades ICUMSA)	183.07	Máximo 600
Cenizas (%)	0.07	Máximo 0.25
Humedad (%)	0.02	Máximo 0.06
Sulfitos (ppm)	3.37	Máximo 20
Partículas metálicas (ppm)	1.07	Máximo 10
Material insoluble (ppm)	76.67	No aplica

Tabla 1 Parámetros fisicoquímicos del azúcar estándar

Como se puede observar, la humedad se encuentra dentro del límite establecido por la norma, así como la pureza (cantidad de sacarosa) y los demás parámetros. Cabe señalar que la Norma no establece un límite de referencia para la materia insoluble. Los resultados de la prueba de compactación indican que el azúcar puede ser sometido a esfuerzos hasta un punto en el cual se compacta totalmente el azúcar, siendo este parámetro cuando se alcanza una densidad de 1150 kg/m³ y la muestra ha sido sometida a una masa de 10 toneladas métricas. Este dato es interesante, ya que puede indicar el límite a partir del cual las estibas de azúcar encostado pueden empezar a experimentar problemas de compactación.

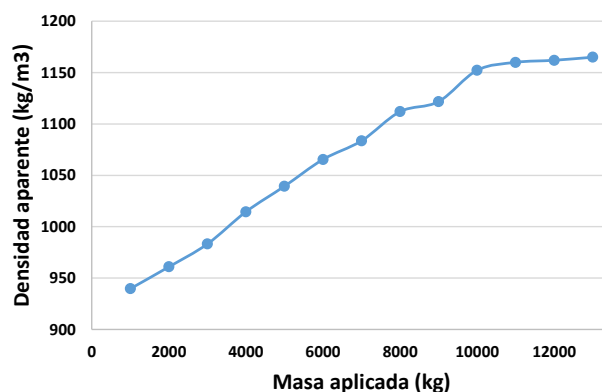


Gráfico 1 Compactación del azúcar estándar al ser sometido a esfuerzos.

El análisis granulométrico es importante para identificar la distribución del tamaño de los cristales del azúcar y a partir de ello se puede calcular el tamaño promedio. Conocer el perfil del tamaño de los cristales contribuye a conocer su comportamiento físico. Como se observa en el Gráfico 2, más del 50 % de los cristales se ubica entre las mallas 20 y 40 (es decir, son partículas con tamaño menor a la malla 20, pero con dimensiones mayores a las de la malla 40), esta fracción indica que es el tamaño predominante en la muestra.

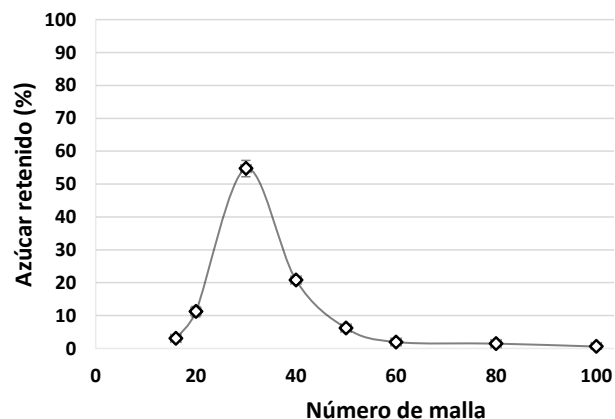


Gráfico 2 Análisis granulométrico del azúcar estándar

De acuerdo a la Tabla 2, la presencia de terrones inicia cuando los cristales de azúcar de tamaño más pequeños (finos o polvillos) absorben humedad de la atmósfera circundante y en consecuencia se inicia un proceso de aterramiento (símbolos con +).

Día	Partículas retenidas en las mallas:							
	16	20	30	40	50	60	80	100
0	Humedad (%)							
	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
5	Humedad (%)							
	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.023
10	Humedad (%)							
	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.025	0.028	0.035
15	Humedad (%)							
	0.02	0.02	0.02	0.02	0.025	0.029	0.032	0.042
20	Humedad (%)							
	0.02	0.02	0.02	0.027	0.032	0.038	0.054	0.068
	Terrón							
	-	-	-	-	-	-	+	+

Tabla 2 Cambio de humedad y presencia de terrones en los tratamientos experimentales.

La absorción de humedad está directamente relacionada con el tamaño del cristal, ya que una misma cantidad de muestra experimenta mayor área superficial cuando posee cristales de menor tamaño y en consecuencia ofrece mayor capacidad de absorción de agua y la formación de terrones.

Conclusión

La compactación del azúcar (solidificación) depende de las condiciones en las cuales se almacene el producto y del material de empaque. Las bolsas de poleolefinas (costal común de rafia) permiten la entrada de humedad, aumentando con ellos el riesgo de formar terrones. La formación de terrones ocurre en primer lugar en los cristales de menor tamaño debido a que proporciona mayor área de contacto.

La absorción de humedad, los cristales pequeños y el peso de unos costales sobre otros debido a la formación de estibas en las bodegas son factores que en conjunto ocasionan la formación de bultos compactados o solidificados. Por lo tanto, es importante considerar un aislamiento impermeable en el material de empaque (se sugiere que sean plastificados al interior), y evitar cambios bruscos de temperatura y humedad relativa, ya que si bajo las condiciones de compactación hubiera disminución de humedad relativa ambiental, la humedad que se encuentra entre los cristales migrará al ambiente dejando unidos (pegados) a un cristal con otro.

Referencias

- AOAC (1990). Association of Analytical Chemist. Official methods of analysis of the A.O.A. C. 20th edition. U.S.A. Chen, James C. P. (1999). Manual del azúcar de caña. México: LIMUSA
- García-Chávez, L. R. (1997). La agroindustria azucarera de México frente a la apertura comercial. México: Chapingo
- Hugot, E. (1982). Manual para ingenieros azucareros. México: CECSA.
- NMX-F-084-SCFI-2004. Industria azucarera – Azúcar estándar – Especificaciones. México: SCFI