

## **MEJORA EN MANEJO DE MASAS DE TERCERA Y SU INCIDENCIA EN LAS PÉRDIDAS VÍA LA MIEL FINAL EN EL INGENIO SAN CARLOS**

Andrés Vodopivec Kuri <sup>1</sup>, Carlos Fernández Carvajal <sup>2</sup>.

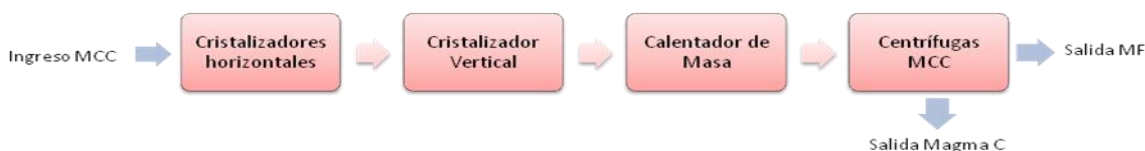
Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, Cantón Marcelino Maridueña, Ecuador.

1/[andres.vodopivec@gmail.com](mailto:andres.vodopivec@gmail.com), 2/[cfernandez@isc.com.ec](mailto:cfernandez@isc.com.ec)

### **INTRODUCCIÓN**

Las masas de tercera en el Ingenio San Carlos tienen el siguiente proceso: recepción de MCC en los cristalizadores horizontales desde los evapo-cristalizadores, bombeo hacia el cristalizador vertical, y finalmente un calentamiento previo al ingreso en las centrifugas con el fin de reducir viscosidad (ver detalle en Figura 1).

**Figura 1.** Detalle del sistema para manejo de masas de tercera en el Ingenio San Carlos.



En dicho proceso se desarrollo una investigación con el objeto de definir los problemas existentes en el manejo de masas de tercera y miel final, analizando las causas y consecuencias, para dar soluciones pertinentes que permitan una mayor estabilidad en el mismo.

Los puntos estudiados fueron: Distribución de MCC en la batería de cristalizadores horizontales; Preparación y calentamiento de la MCC previo a la centrifugación; Capacidad de purga de masas de tercera; y, Recepción de miel final en los tanques de almacenamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Cuadro 1.** Detalle de problemas y soluciones en Sistema de manejo de masas de 3era y miel final.

Equipos	Definición del problema (Sistema San Carlos – Zafra 2011)	Causa	Consecuencia	Solución (Sistema San Carlos Mejorado – Zafra 2012)
Cristalizadores Horizontales.	Dosificación desigual de masa en cristalizadores horizontales de tercera.	Diferentes diámetros de tuberías para alimentación de masa a los cristalizadores.	Hidráulica con preferencia desigual de alimentación de masa a los cristalizadores.	Se estandarizaron los diámetros de tubería de alimentación de masa a cristalizadores.
		Mezcla de trabajo de cristalizadores: como batería en serie, e independientemente.	1. Vigilancia permanente por un operador durante todo el turno. 2. Temperatura y viscosidad no uniforme en las masas por diversos tiempos de residencia.	Se dividió los cristalizadores horizontales en dos baterías únicamente para que trabajen en serie.
	Tratamiento de masa no uniforme.	Flujos y $\tau$ con bruscas variaciones durante la operación.	Masas con distintos comportamientos por diferencia en temperatura y viscosidad.	Batería de cristalizadores trabajando siempre al 75% de su capacidad en volumen y por rebose.
	Descarga preferencial de masa en ciertos cristalizadores horizontales.	Cristalizadores con diversos cabezales hidrostáticas descargando hacia un mismo colector con una sola bomba.	Estancamiento de masa en cristalizadores con cabezal inferior.	Al trabajar con dos baterías únicamente, se independizan descargas (colector y bomba independiente).
Calentador de Masa SRI.	Constante entrada de aire a través de la línea de reposición de agua utilizada para el calentamiento de la MCC.	a) Falta de un equipo de despresurización automático para la eliminación de gases en la línea de agua que calienta la MCC. b) Acople directo con el sistema de reposición de agua (ingreso de aire).	1. Presurización de la tubería de agua caliente con aire. 2. Cavitación de la bomba para recirculación del agua caliente en el calentador SRI. 3. Cese de recirculación del agua caliente y con ello enfriamiento de masa C.	A. Instalación de un desgasificador en la línea de agua caliente del calentador SRI. B. Instalación de un tanque de expansión (pulmón) para adición automática de agua de reposición cuando fuese necesario.

Equipos	Definición del problema (Sistema San Carlos – Zafra 2011)	Causa	Consecuencia	Solución (Sistema San Carlos Mejorado – Zafra 2012)
Calentador de Placas para el Agua que calienta la MCC en el Calentador de Masa SRI.	Control deficiente de la temperatura del agua que calienta la MCC en el calentador SRI.	Control de temperatura del agua que calienta la MCC vía el condensado (se utiliza vapor de agua para calentar el agua).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Golpes de condensado por inundación de las placas (necesario para el control vía condensado).</li> <li>2. Lenta respuesta de la lógica de control para estabilizar sistema generaba MCC con diversas temperaturas y viscosidad hacia las centrífugas.</li> <li>3. Caída irregular de MCC hacia las centrífugas no permitía su operación constante.</li> </ol>	Control de temperatura del agua para calentar la masa vía directamente el fluido calefactor (vapor).
Centrífugas de Masas de tercera.	Capacidad instalada para centrifugación de masa C al límite.	Falta de centrífugas para purgar MCC.	Constante sacrificio de pureza de miel final dosificando mayor agua en centrífugas para incrementar capacidad de purga.	Reincorporar dos centrífugas a la batería de centrifugación para masas de 3era (4.5 Ton/h c/u).
Salida de miel final de las centrífugas de MCC hacia los tanques de almacenamiento.	Almacenamiento de miel final a 65°C en los tanques de almacenamiento.	Temperatura elevada de miel final que sale de las centrífugas.	Desencadenamiento de las reacciones de Maillard que contribuyó a la pérdida de medio millón de galones de Miel Final.	<ol style="list-style-type: none"> <li>A. Instalación de un enfriador de Miel Final.</li> <li>B. Enfriamiento perimetral de los tanques de almacenamiento</li> </ol>
Enfriador de miel final.	Control deficiente del enfriamiento de la miel final.	Fluidez laminar de la miel final no permite una temperatura uniforme a la salida del enfriador.	Incapacidad de controlar el sistema en automático censando la temperatura de la miel final que sale del enfriador.	Control de temperatura de la miel final a través del control de temperatura del agua utilizada para el enfriamiento.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Cristalizadores Horizontales**

**Cuadro 2.** Resumen de resultados en tiempo de residencia ( $\tau$ ) de cristalizadores horizontales en sistema San Carlos y sistema San Carlos Mejorado.

Sistema de referencia	San Carlos	San Carlos Mejorado
$\tau$ promedio (horas)	164,8	16,6
Desviación estándar	304,1	2,1
Coefficiente de variación (%)	185,0	12,4

Tomando como referencia el sistema San Carlos se tiene una mejora en estabilidad de tiempo de residencia, en sistema San Carlos Mejorado, equivalente al 99,3%. Dicho nuevo indicativo de estabilidad repercute directamente en la facilidad de manejo de una masa homogénea, sea para enfriamiento o calentamiento (caso de alta viscosidad), al igual que su respectivo agotamiento.

### **Calentador de Masa SRI**

Con la instalación del desgasificador y el tanque de expansión (pulmón), se resolvió de manera permanente la presurización del sistema del calentamiento de masa, logrando un incremento en la estabilidad del mismo equivalente al 35,3%. Garantizando una operación continua en las centrífugas a través de una masa a temperatura controlada, facilitando la purga y evitando fluctuaciones de carga.

### **Calentador de Placas para el Agua que Calienta la MCC en Calentador de Masa SRI**

Elaborando un comparativo entre el sistema de calentamiento del agua San Carlos y San Carlos mejorado, se tuvo un decremento en la desviación estándar y coeficiente de variación del 28% y 35%, respectivamente (referencia: sistema San Carlos). Demostrando que se logró un sistema con calentamiento más estable mediante la lógica de control aplicada directo al vapor.

### **Centrífugas de Masas de tercera**

La reincorporación de dos centrífugas de 4,5 ton/ h (c/u) de purga para MCC permitió aumentar la capacidad instalada en un 24%. Dicho incremento hizo notoria la necesidad de operar las centrífugas a baja carga mejorando la continuidad en la purga.

La operación de las centrífugas a baja carga fue uno de los factores que contribuyó a la disminución en la cantidad de agua. Teniendo como resultado un incremento promedio de 2,7% de brix en la miel final, es decir, de 84,6% en el sistema San Carlos (Zafra 2011) a 87,3% en el sistema San Carlos mejorado (Zafra 2012).

### **Salida de miel final de las centrífugas de tercera hacia los tanques de almacenamiento**

La instalación del enfriador de melaza y un sistema de enfriamiento perimetral de los tanques de almacenamiento, aseguró la recepción de miel final y su almacenamiento a una temperatura promedio de 55,1°C.

## **Enfriador de miel final**

**Cuadro 3.** Resumen de resultados de la temperatura almacenada en los tanques de miel final con sistema San Carlos y sistema San Carlos Mejorado.

Sistema de referencia	San Carlos	San Carlos Mejorado
Temperatura promedio (°C)	55,0	55.1
Desviación estándar	3,97	2,65
Coefficiente de variación (%)	7,20	4,82

Elaborando un comparativo entre el sistema de enfriamiento de miel final San Carlos y San Carlos mejorado, existe un decremento de la desviación estándar y coeficiente de variación del 33% (referencia: sistema San Carlos), demostrando que se logró un sistema de enfriamiento más estable al migrar el lazo de control de la miel final hacia el agua de enfriamiento.

## **Resultados generales**

A manera general (con respecto a la zafra 2011), en la zafra 2012 hubo una reducción en la fluctuación de la pol y pureza de la miel final del 16% y 23%, respectivamente, gracias a las modificaciones realizadas en los sistemas mencionados.

En cuanto a las pérdidas en el área de elaboración, hubo una reducción del 11,22%, en la zafra 2011 (Sistema San Carlos), al 10,79% en la zafra 2012 (sistema San Carlos Mejorado), es decir, 0,43 unidades. De dicha diferencia corresponde: 46,5% en miel final, 32,6% en indeterminada y 20,9% en cachaza. Quedando demostrado que la miel final contribuye al mayor peso en la reducción. Dicho mayor peso en miel final es atribuible a

que al haber una mayor estabilidad en las temperaturas de la MCC, existió menor inversión de la sacarosa, dejando de afectar a las pérdidas indeterminadas.

## **CONCLUSIONES**

Luego de lo expuesto se concluyó lo siguiente:

- ⊙ A nivel del manejo de MCC en los cristalizadores, la mejora en la hidráulica del sistema permitió un alivio operativo en cuanto a la distribución, necesitando una considerable menor observación y control de los niveles de masa.
- ⊙ Quedó demostrado que es un fracaso operativo el control automático de temperaturas en un sistema de masas de tercera y miel final, mediante la lectura directa de los mismo. Ello se debe al pobre vórtices que dichos fluidos presentan lo cual ocasiona que no posean las mismas propiedades a lo largo de su trayectoria en el transporte.
- ⊙ No es viable el uso de vapor para calentamiento aplicando una lógica de control automático vía su condensado. Es recomendable aplicar el control directamente en el medio calefactor (vapor).
- ⊙ Es necesario disponer de un tanque pulmón en un sistema que utiliza agua para enfriamiento, dado a que permite: incorporar el agua necesaria, amortiguar deficiencias de agua, y evitar el ingreso de aire proveniente del sistema de reposición. De igual manera, requerir de eliminadores de gases.

- ⊙ La uniformidad en el control de la temperatura de la MCC y su correcto manejo, no permitió la existencia de aglomeraciones de masa que afectan la continuidad en la purga, contribuyendo principalmente a un menor requerimiento de agua en las centrífugas (dato visible en la elevación del brix de la miel final en la zafra 2012), al igual que una mejor preservación del equipo por carga constante.
- ⊙ La reducción de la temperatura de la miel final para su almacenamiento es un factor de seguridad importante para reducir la posibilidad de que se desencadenen las reacciones de Maillard.
- ⊙ Como conclusión general, la finalidad de los estudios y mejoras realizadas cumplieron el objetivo de lograr un manejo más estable de las masas de tercera, un mejor agotamiento de la miel final, y un almacenamiento más seguro de la misma mediante una reducción de su temperatura. Dichas mejoras se reflejaron en la reducción de las pérdidas por elaboración en la fábrica.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se le agradece a todo el Departamento de Fábrica, liderado por el Ing. Manuel Aguilar, en especial al Ing. Carlos Fernández, a los supervisores de elaboración y operadores en planta por la ayuda y colaboración para obtener los mejores resultados operativos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Hugot, E. 1986. Handbook of Cane Sugar Engineering. P. 724-756. In: Crystallization. 3<sup>rd</sup> Edition. Elsevier Science Publishers B.V. USA.



- [2] Rein, P. 2007. Cane Sugar Engineering. P. 403-422; 455-466; 499-510. In: Cooling Crystallizers; Molasses Exhaustion; Molasses Handling and Storage. Verlag Dr. Albert Bartens KG. Germany.
- [3] Broadfoot R. and Bakir C. H. 2007. Design of a C Masecuite Reheater for San Carlos Sugar Factory. Sugar Research International. USA.
- [4] Donald Q. Kern. 1965. Operaciones de Transferencia de Calor. P. 265-300. En: Cálculos para Condiciones de Proceso. 1era Edición. CECOSA. México.
- [5] Humbert Olbrich. 1963. The Molasses. P. 117-128. In: Differences between beet and cane molasses; storage of molasses, especially cane molasses. Biotechnologie-Kempe GmbH. Germany.
- [6] Spirax Sarco. 1998. Guía de Referencia Técnica: Purga de Vapor y Eliminación de Aire. P. 97-107. En: Eliminación de Aire. Reino Unido.