Avances en la estrategia de operación y mantenimiento en el área de centrifugación

Joan S. Luna
Ingeniero Químico
jsluna@cenicana.org

William Ojeda
Ingeniero Mecánico
wojeda@cenicana.org

Proceso de centrifugación

Es la **separación de los cristales** de la masa, a partir de la fuerza de centrifugación, donde los cristales son retenidos en una malla localizada en las paredes del equipo, mientras que la miel se filtra por dicha malla.

Alimentación de masa

Aceleración y lavado de azúcar

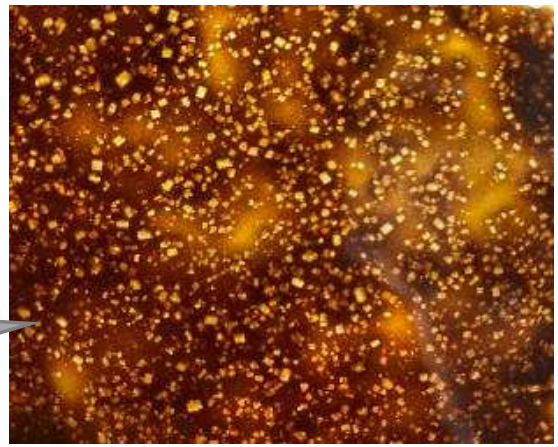
Secado y desaceleración

Raspado

Lavado de malla

Cristalizador o tacho

Masa

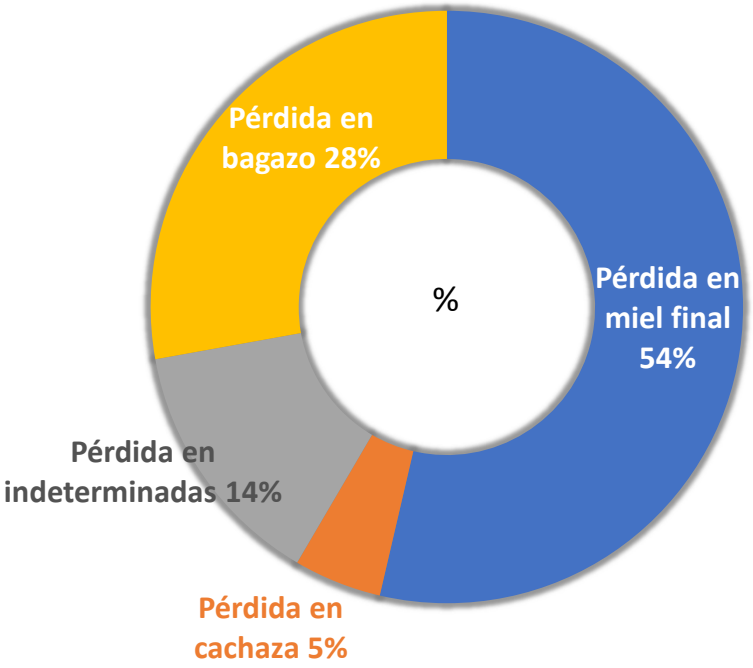


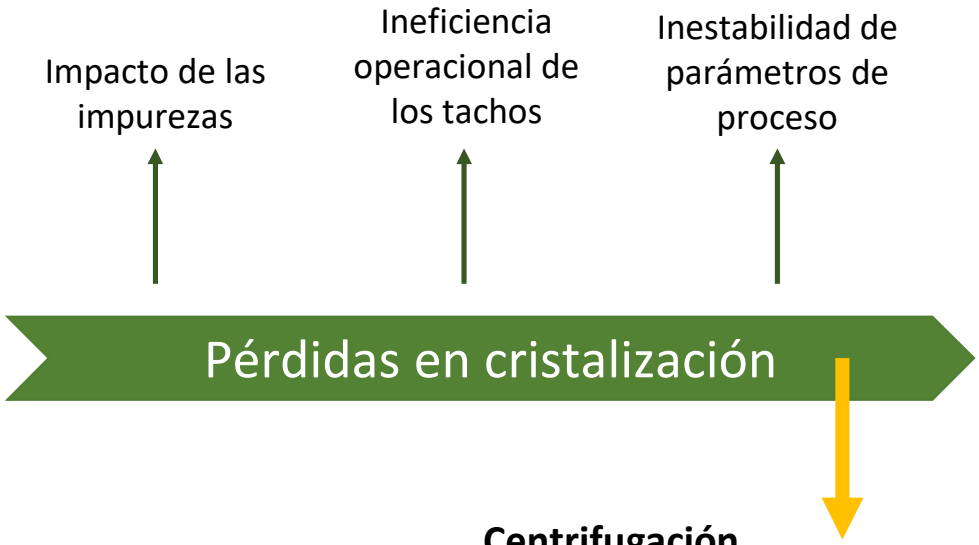
Secadora

Azúcar húmedo

Las centrífugas y su desempeño en el proceso de elaboración

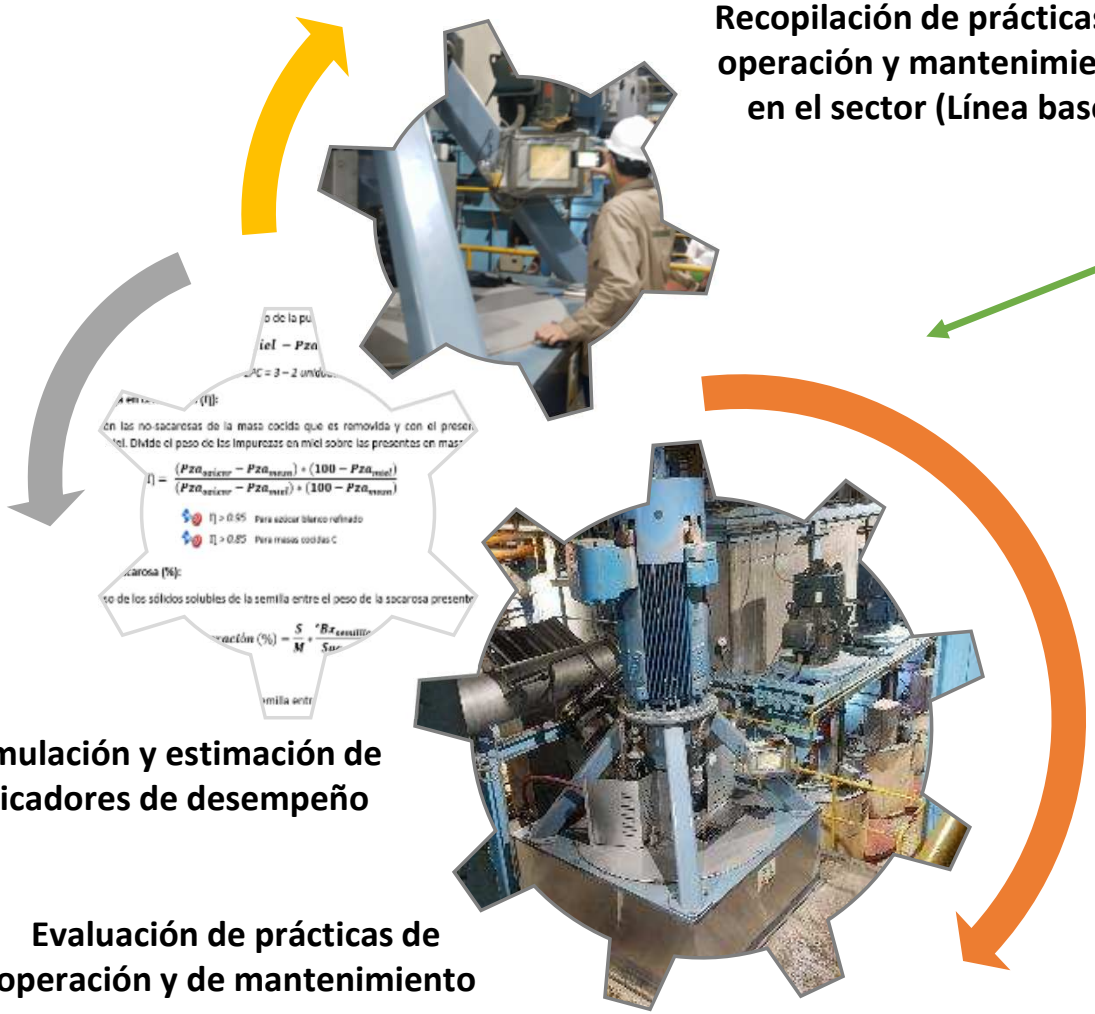
Distribución de las pérdidas de azúcar en el proceso de elaboración





- Baja calidad en el azúcar producido (color, humedad, tamaño, contenido de impurezas).
- Dilución, rompimiento.

Estrategias de operación y mantenimiento en centrífugas



Recopilación de prácticas de operación y mantenimiento en el sector (Línea base)

Formulación y estimación de Indicadores de desempeño

Evaluación de prácticas de operación y de mantenimiento

Estrategias de operación y de mantenimiento en centrífugas

- Informes técnicos
- Guías rápidas (folletos)
- Capacitaciones

Línea base para el sector en el área de centrifugación

Identificación de parámetros de proceso, fallas comunes y causas (AMEF)

Revisión de literatura
✓ 100%

Formulario sobre operación y mantenimiento.
✓ 100%

- Formulario de guía para levantar información de la operación y mantenimiento de las centrifugas.
- Se aplico una encuesta dirigida a jefe de elaboración.

Levantamiento de información de operación y mantenimiento en centrífugas.

Visitas de reconocimiento
6 ingenios visitados

Seguimientos para mejorar la estación de centrifugación

Hallazgos relevantes en el desarrollo de la línea base

Hallazgos relevantes
En la gran mayoridad de centrifugas **no se mide la cantidad de agua utilizada** para el proceso.
Algunos ingenios hacen **separación del agua de lavado** de tela respecto de la miel A.
Reporte de **rompimiento de mallas** por objectos extraños o mal ajuste del raspador, o por calidad de la masa.
Problemas de operación **por presencia de grano fino, bagacillo y masa con alta viscosidad.**
Ajuste del raspador de azúcar sobre **la malla de trabajo y sobre el fondo** (desde <1 a 5 mm).
Verificación continua del **tamaño de poro** de las mallas y verificación de la **presencia de granos finos**.

Impacto

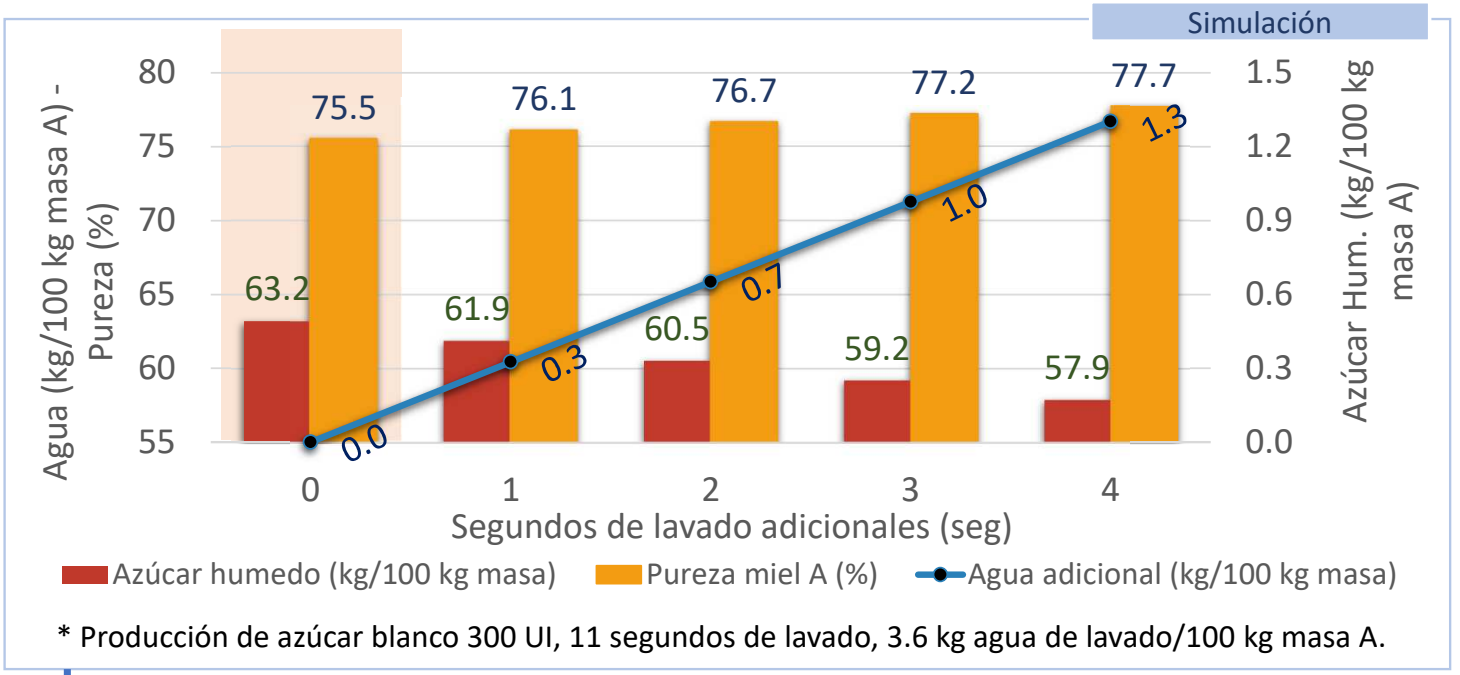
- Calidad del azúcar
- Consumos de vapor
- Incremento de costos de mantenimiento
- Reproceso de azúcar

6 ingenios visitados
50%

• • •

Impacto del sobrelavado en centrífugas Batch

- Betas identificadas en el azúcar centrifugado.
- Producto no conforme en color.
- Alta humedad en azúcar producido y aterronamiento.
- Dosificación de agua o vapor en el cuello de alimentación de masa.



* Producción de azúcar blanco 300 UI, 11 segundos de lavado, 3.6 kg agua de lavado/100 kg masa A.

Por cada **segundo adicional de agua** de lavado, se **reduce** la **producción de azúcar húmedo** en **1.3 kg/100 kg masa** y se **aumenta la pureza** de **la miel A en 0.5 unidades**.

Posibles acciones de mitigación / recomendaciones

- Monitorear la temperatura y presión del agua de lavado.
- Realizar una verificación frecuente del color del azúcar producido, al igual que la calidad del agua de lavado.
- Revisar continuamente el estado de las boquillas.
- Medición de color en línea.

Impacto del sobrelavado en centrifugas

Estado de boquillas de lavado

- En las centrifugas Batch y continuas en la mayoría no se mide la cantidad de agua de lavado.
- Se evidenció poca atención en el estado de boquillas, no se cambian con frecuencia.
- Para un adecuado lavado el Spray debe ser parejo y los ángulos de cada boquilla deben sobreponerse para asegurar que se cubra toda el área.
- Baja presión de agua y un desgaste en la boquilla, reduce el área cubierta y el lavado pierde eficiencia, la salida de agua puede llevar gotas grandes que arrastre material (azúcar).

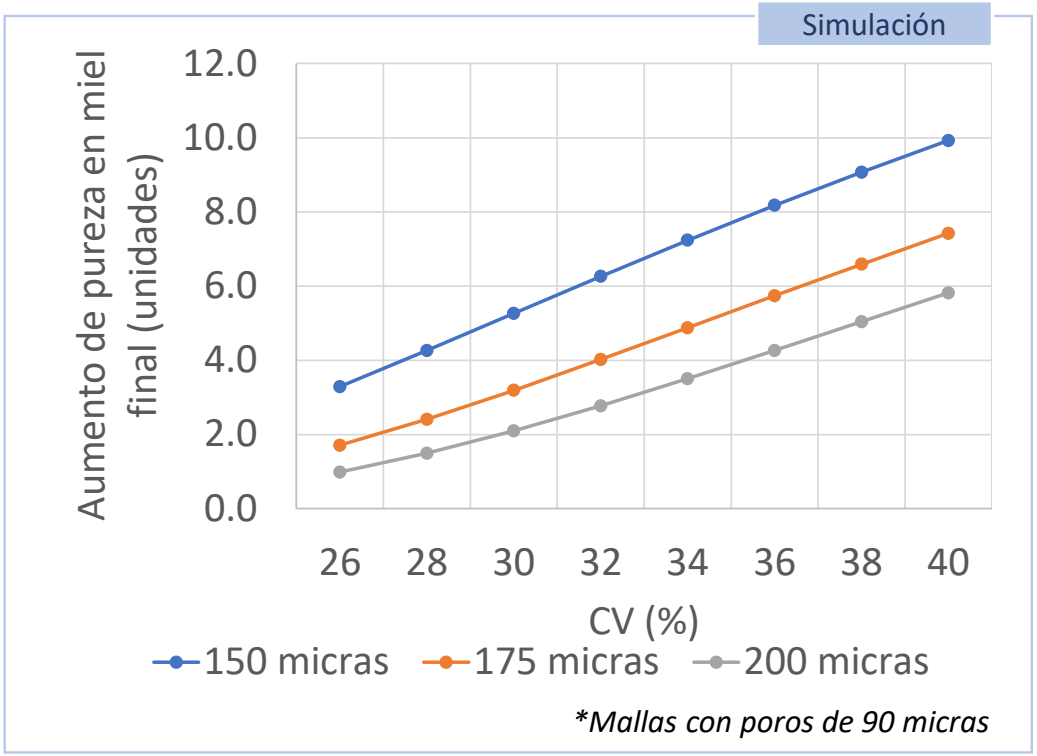
Válvula de entrada de masa

Boquillas de agua para evitar goteo

Un ingenio quitó estas boquillas por la cantidad de agua adicionada.
Se recomienda el uso de bandejas de sello para evitar el goteo de la masa o válvulas que generen un buen sello.

Impacto grano fino sobre el aumento de pureza en centrifugas continuas

Estimación a partir de simulaciones



Causas presencia de grano fino:

- Sobresaturación de la sacarosa.
- Enfriamiento súbito de la masa.
- Impacto de impurezas.

Variaciones identificadas en cristal masa C:

- Tamaño del poro en las mallas del sector: 40, 60 y 90 µm.
- Tamaño de cristal (MA) típico en el sector: 180-230 micras.
- CV típico en el sector: 25 - 35%.

La **pérdida de la sacarosa** en miel final se ve favorecida con el aumento de la **dispersión del tamaño del grano** (CV) y con la tendencia a promedios de **longitud (MA)** de grano cercano al tamaño de los poros de la malla.

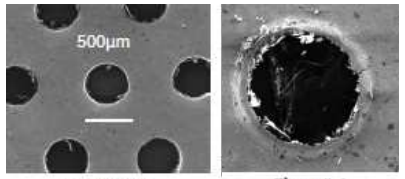
↑ Pérdida en miel final

↑ Diámetro poro en malla ↑ CV ↓ MA

Impacto grano fino sobre las pérdidas en miel final

Tamaño de malla masa B y C (mm)
0.04*1.6 con área abierta 4.2%
0.04*2.2 con área abierta de 10%
0.06*2.8 con área abierta de 11%
0.09*2.8 con área abierta de 14%

Revisión de tamaño y forma del agujero de la malla:



Chapa # 5
face lisa, (50 X)

Chapa # 6
face rugosa 150 X

Fallas comunes:

- Rompimiento de mallas por una instalación no adecuada.
- Carga de masa muy alta, con baja viscosidad o entrada mal de la masa.
- Presencia de objetos extraño (instalación de válvula magnética).

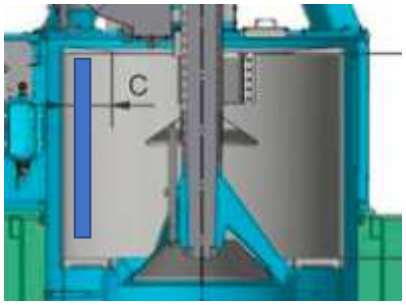
Posibles acciones de mitigación / recomendaciones:

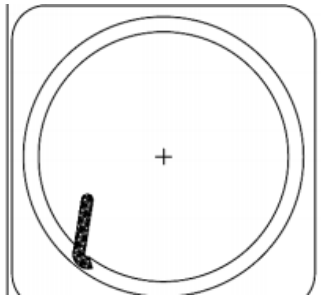
- Revisión periódica del estado de las mallas y del tamaño de cristal en masa en los laboratorios de Cristalografía.
- Verificación rutinaria de la presencia de cristales en miel final.
- Evitar el sobrelavado del cristal.
- A menor tamaño de poro en malla la capacidad de purga debe ser mayor.

Matriz análisis modal de fallas y efectos (AMEF)

- No verificación periódica del ajuste del raspador.
- Falla en algún accionamiento mecánico.

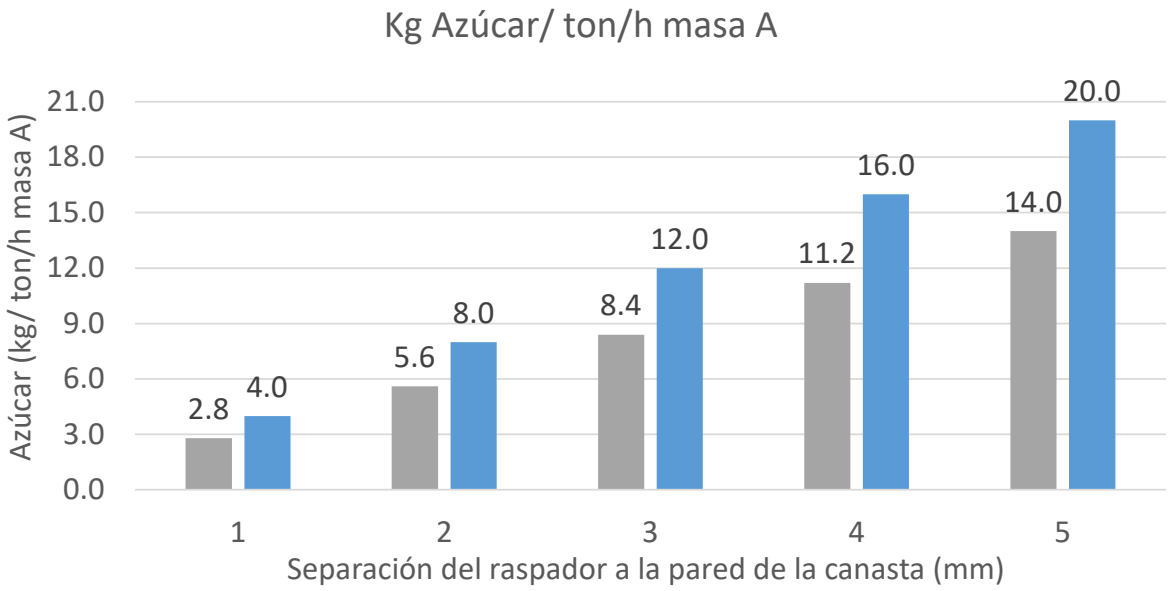
Modo de falla	Efecto potencial	Causa potencial	Acciones y recomendaciones
▪ Incremento de azúcar remanente en la canasta. ▪ Incremento de pureza en la miel. ▪ Altas vibraciones.	▪ Disminución capacidad de producción ton/h. ▪ Incremento de pureza. ▪ Reproceso de retornos dulces.	▪ Desgaste en el raspador. ▪ Desbalanceo en la canasta, por lo que no pueden ajustar el raspador, modifican el sensor de proximidad.	▪ Revisión del estado del raspador y ajuste. ▪ Ajustar el desbalance en la canasta. ▪ Revisar los mecanismos de posicionamiento del raspador.





Azúcar remanente en centrifugas batch

La **distancia entre el raspador y la malla de la centrífuga** es determinante en cuanto a la remoción de azúcar separado por centrifugación.



** Sin contar el azúcar dejado en el fondo*

Por **cada milímetro de espesor de azúcar remanente** adicional se reprocesan entre 2.8 – 4.0 **kilogramos azúcar en cada tonelada** de masa por hora procesada en una centrífuga.

Capacidad de las Centrífugas del sector entre 12 y 20 ton/h Masa A

↑ Azúcar remanente en centrífuga → ↑ Pureza miel A ↓ Azúcar producido ↑ Mayor producción de miel A

Azúcar remanente en centrífugas batch

Ingenio Piloto 1

1. Se midió el espesor del azúcar antes de la descarga de = 159.2 mm

2. Espesor del azúcar estimado por balance = 157.8 mm (diferencia de 1.37 mm),
Tomando en cuenta una densidad de la masa A de 1.4 ton/m3 y del azúcar húmedo de 0.8 ton/m3 (medido en Cenicaña).

3. El raspador se ajusta en contacto con la malla por lo que es difícil medir la distancia de separación, de forma visual se observa poco azúcar dejada, pero en el fondo se observa una cantidad

Se encontró **13.55 kg/Ciclo** de **azúcar remanente en el fondo** de la canasta de la centrífuga

220-250 QQ/día de azúcar dejada en el fondo de la canasta

2 centrífugas en operación

Azúcar remanente en centrífugas batch

Ingenio piloto 2

Raspador de acero inoxidable

Bronce
Nylon-Prolon
Acero Inoxidable

Separación de 3.5 mm

Total azúcar remanente: 25.0 kilogramos/ciclo de este total en el fondo se encontró 13.73 y paredes de 11.27 kilogramos por ciclo.

Raspador de Nylon

Separación de 2.2 mm

Total azúcar remanente: 16.85 kilogramos/ciclo de este total en el fondo se encontró 9.65 y paredes de 7.20 kilogramos por ciclo.

Reducción del 32% (8.15 kg/ciclo)

Oportunidad de reducir de 3 a 5 kg mas por ciclo.

Aprox = 560-680 QQ/día de reproceso
4 Centrífugas

Azúcar remanente en Centrífugas Batch

Posibles acciones de mitigación / recomendaciones

- Ajustar el raspador a una menor distancia de la malla y el fondo.
- Revisar el estado de desgaste del raspador.
- Revisar y corregir desbalanceo de la canasta.
- Posibilidad de cambio de tecnología de los descargadores.
- Realizar mantenimiento a los bujes del descargador
- Separación del agua de lavado de azúcar remanente.
- Adicionar boquillas de aire a alta presión para ayudar al raspador de azúcar.

*ajuste del raspador ≤ 1mm,aprox 3-4 kg/ciclo de azúcar

Proyecciones

1. Finalizar con la consolidación de información en prácticas operacionales y de mantenimiento.
2. Continuar con la validación de simulaciones estimadas por balance.
3.
   - Evaluaciones en ingenios pilotos.
   - Formulación y estimación de indicadores.
4.
   - Desarrollo y transferencia de guías rápidas.
   - Capacitación técnica para la implementación de estrategias destacadas.