

TITULO: COMO IMPACTA DE LA MATERIA PRIMA EN LA EFICIENCIA Y RECUPERACION DE LA FABRICA. HOW THE SUGAR CANE CAN IMPACT THE EFFICIENCY AND RECOVERY IN THE FACTORY.

AUTOR: ING. YONDER ARAYA SOLORZANO.

yaraya@cutres.com.

RESUMEN:

El presente trabajo busca determinar el impacto sobre la recuperación y eficiencia de la casa de cocimientos, generado por la calidad de materia prima recibida por el Ingenio, considerando como factor determinante su efecto en la cristalografía y homogeneidad de cristales. El estudio fue realizado en un pequeño Ingenio de 2,200 Tons/día, ubicado al norte de Costa Rica, y permitió determinar el efecto de recuperación y el valor económico entre un trabajo de cristalografía homogéneo y uno que no lo es. La caña como materia prima esta acompañada por polisacáridos (principalmente almidones y dextranas), que generan un impacto en la forma y tamaño de los cristales, lo cual influye en la recuperación y eficiencia de la fábrica. Este fenómeno es poco estudiado y evaluado en la industria azucarera, pero es percibido en la fábrica con un aumento de viscosidad en los materiales y gran dificultad para el desarrollo y agotamiento en la casa de cocimientos.

A través de la experiencia obtenida en ingenio, y tomando como método de evaluación de eficiencia la recuperación de sólidos, con el SJM, se obtiene los valores de recuperación, que a su vez nos permiten cuantificar la cantidad de sólidos y su valor económico, los principales resultados de dicha evaluación son los siguientes:

PRODUCCION DIA					
2200 Tons	PZA MASA	PZA AZUCAR	PZA MIEL1	PZA MIEL 2	DIFERENCIA PZA
PRIMERAS (MASA A)	88,00	99,50	70,00	71,56	1,56
SEGUNDAS (MASA B)	74,00	96,00	51,00	53,10	2,10
TERCERAS (MASA C)	58,00	87,00	32,00	34,23	2,23

PRODUCCION DIA			DIFERENCIA	tamaño	Diferencia	DIFERENCIA	CANTIDAD	DIF DIARIA
2200 Tons	REC 1	REC 2	REC	Tachos	kg Solidos	\$\$ / TEMPLA	TEMPLAS DIA	ECONOMICA(\$)
PRIMERAS (MASA A)	0,610	0,588	0,022	1.000	851,96	\$472,05	11,3	\$5.345,26
SEGUNDAS (MASA B)	0,511	0,487	0,024	800	760,83	\$422,68	6,4	\$2.709,78
TERCERAS (MASA C)	0,473	0,450	0,022	720	682,44	\$379,13	4,7	\$1.782,93
TOTALES					2.295,22			\$9.837,97

Cuadro 1:Resultados económicos del efecto de recuperación, por cristalografía y requerimientos de mas agua de lavado en centrifugas.

Como se muestra en el cuadro anterior, cuando no se logra un cristal homogéneo, se requiere mayor lavado y como consecuencia se incrementara la pureza de las mieles para lograr el mismo resultado de pureza en magma y azúcar. En este caso por experiencias de la zafra se obtuvo una diferencia de 1,56 punto en miel A, 2,10 puntos de pureza en miel B y 2,23 en miel Final. Dicho incremento de pureza provocará una disminución en la recuperación de la templa, de tal forma que al final se tendrá un efecto de menos azúcar y mas producción de miel.

Los polisacáridos de la caña, ya sean por efectos naturales (almidones), como provocados por mal manejo de cosecha o sanitización en fabrica (dextranas), generan un incremento de viscosidad de los materiales, deformación de los cristales, reduce el agotamiento de mieles y disminuye la calidad del azúcar al presentar mayores porcentajes de Potencial Floc. Estos efectos generan mucha variabilidad en los cristales, con los consecuentes perdidas de recuperación por aumento de lavados en continuas y centrifugas.

La cristalografía en las masas intermedias ha sido poco estudiada y por tanto es poco controlada en los ingenios, que por lo general controlan sus procesos en la casa de cocimientos a través de las purezas de los diferentes componentes. El impacto de la cristalografía en el piso de tachos es muy importante por las siguientes razones:

1. Disminuye la cantidad de agua requerida en las continuas: Cristales mas homogéneos, tiene mayor facilidad de purga y requieren menos lavado.
2. Reduce la producción de mieles: Ayuda con el agotamiento de la masa.
3. Evita la reproducción de masas: Al manejar adecuadamente la cantidad y tamaño de cristales, se reduce la probabilidad de *masas escasas* y por tanto el riesgo de reproducción.
4. Aumenta la eficiencia, por recuperación de cristales. Al no fundir cristales en los procesos de centrifugados, es posible recuperar adecuadamente el azúcar en la dirección correcta.
5. Mejora la calidad del Azúcar: El cristal homogéneo, permite no solo una centrifugación más eficiente, sino que logra una mejor calidad en el producto final (color).
6. Aumenta la eficiencia del Secado: Cristales más homogéneos son más fáciles de secar, y generalmente se logra reducir los tiempos de lavado y secado en centrifugas.
7. Aumenta la capacidad del piso de tachos: Al reduce la recirculación de mieles, por menor uso del agua en centrifugas, la casa de cocimientos maneja menores niveles de mieles y por tanto hay mayor capacidad en el piso.

Hay factores muy importantes que pueden ayudar a controlar y reducir el impacto de la materia prima, no solo en su control de ingreso y manejo de cosecha, sino dentro de la fabrica. El adecuado control de estas variables permite lograr mayor uniformidad en los cristales:

1. Establecer controles para monitorear y controlar la calidad de caña que ingresa. (tiempo entre corta y molienda, % de Materia Extraña, Evaluaciones Pre cosecha o madurez, % de floración de caña), permiten reducir el nivel de polisacáridos en el azúcar.
2. Establecer variables en la cristalización y definir los métodos de control de dichas variables (pureza y preparación de la mezcla, calidad y cantidad del polvillo, determinación del brix de cristalización y cuidados en la operación general de tacho).
3. Establecimiento de un sistema de preparación de mieles a fin de eliminar cristales extraños a la cristalización y mejorar las condiciones de viscosidad de los materiales, para lograr mayor agotamiento.
4. Empleo de cámaras fotográficas para la verificación de la homogeneidad y tamaño de los cristales, así como la evaluación final de Coeficiente de Variación (CV).

5. Empleo de la Bomba Nusht, como herramienta para determinación de la caída de pureza de las plantas y la separación del trabajo de cada operario.
6. Control y medición del uso de agua en las continuas y centrifugas y la supervisión de la misma.
7. Establecer la medición de eficiencia a través de SJM para definir la recuperación de la casa de cocimiento.
8. Comunicación y retroalimentación de los resultados con los principales colaboradores responsables de la operación y supervisión del proceso.

Como conclusión de este trabajo, se logra determinar como la materia prima puede afectar significativamente en la cristalografía del azúcar, que a su vez es responsable de la recuperación y la eficiencia global de la fábrica, por su efecto de mejora en los procesos de purga y agotamientos en el piso de tachos. También nos permite cuantificar en forma económica el efecto por día que esta materia prima o la falta de cuidados en el proceso de cristalización pueden ocasionar en un ingenio con una molienda de 2,200 Tons/día, pero que es perfectamente extrapolable a cualquier tamaño de ingenio.

Polisacáridos, cristalografía, recuperación.

INTRODUCCIÓN:

Hoy días sabemos que la calidad de la materia prima impacta la eficiencia de la fábrica, no solo por su contenido de azúcar (Rendimiento Industrial), sino también porque con dicha caña, ingresan polisacáridos que generan un efecto en los procesos de clarificación y cristalización del azúcar. A pesar de los esfuerzos que se realicen en la cosecha de la caña, siempre vendrá asociado a esta caña, porcentajes de materia extraña (hojas, cogollo, corcho) que presentan contenidos de **almidones**, y además según sea el manejo de dicha cosecha (mecanizada o manual, tiempo entre corta y molienda, caña quemada o cruda, disposición y almacenamiento de la caña), habrá también niveles de **dextranas**. Ambos polisacáridos tendrán en conjunto efectos importantes en la viscosidad de los materiales de fábrica, y por tanto afectaran los procesos de cristalización y recuperación de las templeas en tachos, principalmente por la deformación de los cristales y su impacto en el CV.



Figura 1: Cana mecanizada de ingreso al ingenio y separación de materia extraña.

Estos contenidos de almidones además pueden incrementarse según las variaciones en las condiciones climáticas, niveles de floración y las variedades de caña, por lo cual son compuestos de difícil control al ingreso de planta. En el caso de las dextranas dependen en mucho de los cuidados asociados al programa de cosecha y la sanitización en planta del proceso productivo. Sin embargo, algunas plagas o enfermedades pueden promover el deterioro anticipado de la caña promoviendo la formación de dextranas que ingresarán a la planta sobre todo cuando el tipo de cosecha es mecanizada.

Así la materia prima tendrá entonces un impacto en la eficiencia y recuperación de la fábrica por su efecto directo en la formación y desarrollo de cristales. Los polisacáridos aumentan la viscosidad de los materiales (mieles) y generan dificultad para que los cristales absorban la sacarosa de la miel, esto a su vez genera que no haya un desarrollo del cristal al tamaño deseado y además se produce elongaciones de cristales atípicos (cristal aguja). Este fenómeno provoca que las templeas sean disperejas y los CV se incrementen en forma importante.

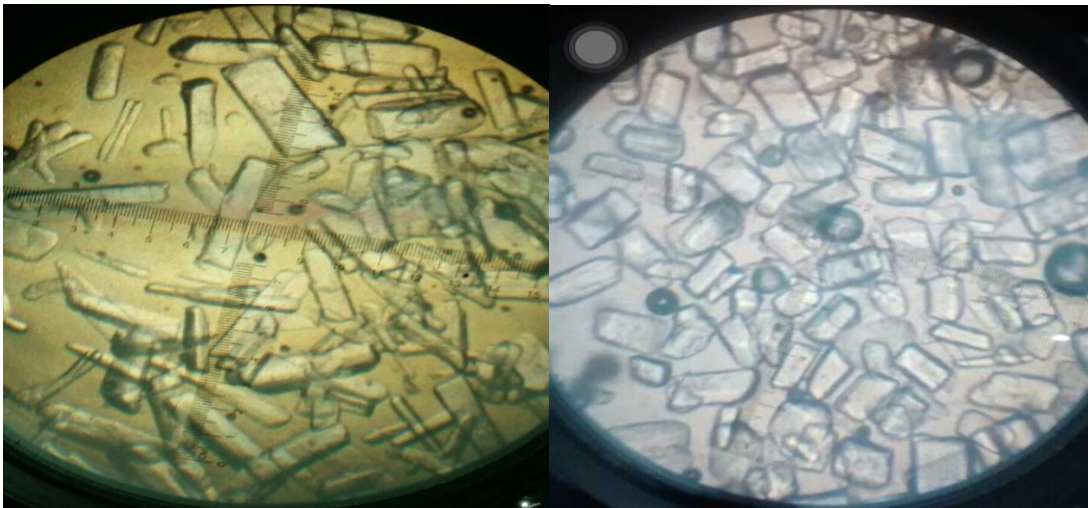


Figura 2: Diferencias en masas de tercera, entre una templea con presencia de polisacáridos en los materiales (dextranas) y una mas a partir de caña de con bajos niveles de polisacáridos.

En cualquier caso cuando se cuenta con cristales de alto CV (Cristales disperejos), la consecuencia inmediata es que hay una mayor dificultad para lograr la purga de estos cristales en las centrifugas y continuas. Esta dificultad de purga ocurre por un fenómeno de "taponamiento" en el cual los cristales más finos bloquean los orificios entre los cristales de tamaño parecido y dificultan la purga de la miel. En la figura 3, se muestra en forma esquemática este efecto.

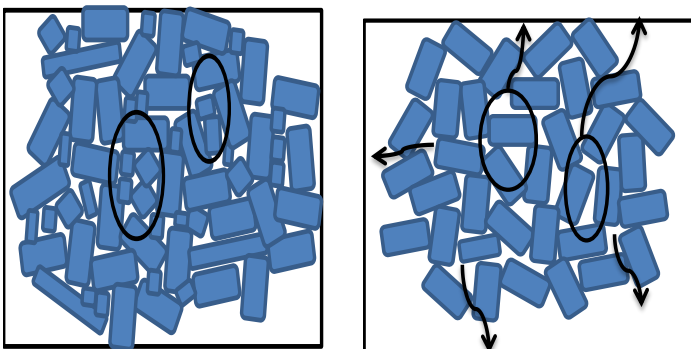


Figura 3: Efecto de taponamiento por cristales de diferentes tamaños, alto CV.

Este fenómeno, provoca por lo general el empleo de más agua, que genera una fundición de una parte de estos cristales (mas finos), un incremento en la pureza de la miel y por tanto una disminución en la recuperación de solidos de la templa.



Figura 4: Masa de tercera con problemas de cristales heterogéneos (Alto CV).

A través del SJM, es posible medir esta variación y evaluar económicamente su efecto.

Hoy día existen herramientas tecnológicas, que empiezan a resolver el problema de la medición del tamaño de cristales y su homogeneidad, aspectos que nos permiten identificar algunas de las siguientes causas de dicha variación:

1. Variaciones en la calidad de materia prima: Mayor ingreso de almidón o dextranas al proceso.
2. Mal manejo del proceso de cristalización, o al manejo inadecuado de las templeas una vez se haya realizado la cristalización.
3. Contaminación por cristales que no pertenecen a la cristalización inicial, principalmente por la falta de preparación de mieles.

OBJETIVO(S):

Objetivo General:

Establecer el impacto que la materia prima puede generar en la recuperación de azúcar y el efecto económico consecuente en un ingenio de 2,200 Tons/día de capacidad.

Objetivos Específicos:

- Demostrar el efecto en la recuperación y eficiencia, generado por la calidad de materia prima que ingresa al proceso.
- Identificar las razones por la cual los polisacáridos puede ocasionar una masa con cristales heterogéneos.
- Establecer los aspectos importantes en el proceso de cristalización y su efecto en la eficiencia global.
- Establecer las variaciones en recuperación de azúcar en las masas con cristales homogéneos (Bajo CV) y heterogéneos (Altos CV).
- Mostrar la importancia del recurso fotográfico en el trabajo de tachos, y la importancia de la medición de la homogeneidad de cristales.
- Medir el efecto económico de una cristalización deficiente.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Para este trabajo, se tomaron las experiencias de la última zafra 2015/2016, realizadas en Ingenio Cutris, y evaluar las diferencias entre templas con diferentes cristalografías. A pesar de no existir cámaras de alta resolución, nos fue posible identificar templas C, con diversas condiciones de CV, y identificar incrementos en las purezas de las mieles, por efecto del aumento del agua en las continuas. Una vez obtenidas estas diferencias para un mismo valor de pureza de Magma, se procedió a calcular las diferencias en la recuperación de cristales y su efecto económico, utilizando precios de azúcar para la zafra 2015/2016.

Se determinó, que para una cristalización, que en nuestro caso corresponde a 4 templas para C en un día, el efecto en la recuperación de templas de C, B y A, que sumadas generan un efecto importante en la recuperación global. Así cuando se tienen una mala cristalización, su efecto genera problemas en la purga de terceras, segundas y primeras, generando aumentos en la purezas de todas las mieles y una disminución de recuperación que es posible calcular. Se calculan estas variaciones de recuperación y de se determinó el efecto económico, que muestra la importancia de la cristalografía en el proceso de producción y la eficiencia del piso de tachos. El SJM, utilizado para determinar la recuperación, esta definido la siguiente ecuación:

$$\text{Recuperacion SJM} = (S \times (J - M)) \div (J \times (S - M)) \times 100.$$

Por tanto, conociendo las purezas del azúcar (S), de la masa correspondiente (J) y de la miel resultante (M), es posible, calcular la recuperación de una templa específica. Para ejemplificar el efecto de estas variaciones, se estableció como criterio que se parte de una templa de igual pureza y que se obtiene un azúcar (S) de la misma pureza, por tanto, la variación se produce en la pureza de la miel (M), ya que para lograr una misma pureza de magma o azúcar a partir de templas con diferente cristalografía (CV), se requiere utilizar mas lavado y por tanto un incremento en la pureza de la miel (M).

Con estos resultados de Recuperación y las condiciones de tamaño de tachos, y un balance de masa, que permite determinar los ft3 de masa/ TC, es posible establecer la cantidad de solidos de cada templa. Conociendo la cantidad de templas diarias de cada tacho se puede determinar la cantidad de kg

de azúcar recuperado para valores diferentes de mieles (M) y así conocer en forma económica dicha diferencia.

Esta determinación permite cuantificar el valor económico que se genera en un día completo, cada vez que una templa de tercera es afectada por efectos de alta viscosidad provocada por materia prima con problemas de calidad y descuidos del proceso de cristalización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cristales dispares (templadas de alto CV), correspondientes a una cristalización deficiente, provocan un aumento en la pureza de las diferentes mieles, y como consecuencia una disminución de la recuperación de sólidos. En el cuadro 1, se evalúan para una misma pureza de masa y una pureza de azúcar o magma los resultados de recuperación.

PRODUCCION DIA								DIFERENCIA
2200 Tons	PZA MASA	PZA AZUCAR	PZA MIEL1	PZA MIEL 2	DIFERENCIA PZA	REC 1	REC 2	REC
PRIMERAS (MASA A)	88,00	99,50	70,00	71,56	1,56	0,610	0,588	0,022
SEGUNDAS (MASA B)	74,00	96,00	51,00	53,10	2,10	0,511	0,487	0,024
TERCERAS (MASA C)	58,00	87,00	32,00	34,23	2,23	0,473	0,450	0,022

Cuadro 1. Valores de recuperación de templadas con diferentes resultados en la pureza de mieles.

Como se observa en este cuadro, en una templa de tercera, se obtuvo una diferencia de pureza de miel de 2,23 unidades, para lograr un mismo producto (igual pureza de magma C). Esta diferencia de pureza de miel final genera una disminución de recuperación de 2,2%. En el caso de la masa de segunda, la diferencia de pureza en la miel B, fue de 2,10 unidades, con una disminución en la recuperación de 2,4%, y en el caso de las primeras para lograr un mismo producto (polarización y color de azúcar final), se requirió más lavado, con un incremento de 1,56 unidades en la pureza de miel A y una disminución de recuperación de 2,2%. Estos incrementos de pureza, se deben como se indicó anteriormente, a aumentos de lavado en continuas y centrifugas, que inevitablemente funden cristales de menor tamaño para conseguir los mismos valores de puridades de magmas o azúcar final.

Conociendo el volumen de los tachos, que en nuestro caso corresponde a 720 ft³ en terceras, 800 ft³ en segundas y 1,000 ft³ en primeras, así como la densidad de la masa (Asociada al Brix de la templa), es posible determinar los kg de templa correspondientes y con ello la diferencia de kg de templa y azúcar para cada valor de recuperación de sólidos determinada. Así en el cuadro 2, se muestran los valores de kg de azúcar por recuperación y su diferencia.

PRODUCCION DIA						DIFERENCIA	tamaño	Diferencia
2200 Tons	PZA MIEL1	PZA MIEL 2	DIFERENCIA PZA	REC 1	REC 2	REC	Tachos	kg Solidos
PRIMERAS (MASA A)	70,00	71,56	1,56	0,610	0,588	0,022	1.000	851,96
SEGUNDAS (MASA B)	51,00	53,10	2,10	0,511	0,487	0,024	800	760,83
TERCERAS (MASA C)	32,00	34,23	2,23	0,473	0,450	0,022	720	682,44
TOTALES								2.295,22

Cuadro 2: Calculo de kg de azúcar por el diferencia de recuperación para determinar la disminución de azúcar por templa.

Con estos valores se establece el efecto en kg de azúcar entre una templa homogénea (bajo CV) y una templa heterogénea.

Por otra parte es posible por Balance de masa determinar las producciones de cada templa, según las condiciones de purzas de los diferentes materiales, así como del rendimiento promedio de la caña ingresado al ingenio. Para el caso específico de Cutris y utilizando los valores promedios de toda la zafra se obtuvieron los siguientes valores de producción de templeas en ft³/TC, como se muestran en el cuadro 3.

	MASAS DE PRIMERA	MASAS DE SEGUNDA	MASAS DE TERCERA	TOTAL
FT ³ . / TC	5,24	2,37	1,58	10,48
m ³ / 100 TC	14,85	6,72	4,47	
PORCENTAJE %	57,01	25,82	17,17	100,00

Cuadro 3. Producciones de masas, para una molienda de 90TCH, con un rendimiento de 104,8 kg/Tons. Expresada en ft³/TC y como porcentaje de cristales.

Como se observa en el cuadro 3, y para un rendimiento de caña de 10,48 y una molienda de 90 TCH, se tiene un total de 10,48 ft³/TC de templeas, distribuidas en un 57,01% de cristales en masas de primera, 25,82% en masas segunda y un 17,17% en masas terceras.

Con estos valores de producción de masas, y los tamaños de los tachos, así como los tiempos de operación por templa, es posible establecer la cantidad de templeas a producir diariamente, que en este caso, el cuadro 4 muestra las templeas de cada una de los materiales para el caso de 90TCH.

TIPO TEMPLA	CU.FT. MASA/HORA	CU.FT. MASA/DIA	tamaño	cantidad
			tacho	templas/dia
MASA A:	471,82	11323,58	1000,00	11,3
MASA B:	213,70	5128,76	800,00	6,4
MASA C:	142,06	3409,41	725,00	4,7

Cuadro 4: Cantidad de templeas de producción diaras.

Así es posible con la cantidad de templas de cada material, y conociendo la disminución en kg de azúcar por templa, establecer el impacto económico en un día de operación por efecto del aumento de las purzas de las mieles y su respectiva disminución en la recuperación.

PRODUCCION DIA			DIFERENCIA	tamaño	Diferencia	DIFERENCIA	CANTIDAD	DIF DIARIA
2200 Tons	REC 1	REC 2	REC	Tachos	kg Solidos	\$\$ / TEMPLA	TEMPLAS DIA	ECONOMICA(\$)
PRIMERAS (MASA A)	0,610	0,588	0,022	1.000	851,96	\$472,05	11,3	\$5.345,26
SEGUNDAS (MASA B)	0,511	0,487	0,024	800	760,83	\$422,68	6,4	\$2.709,78
TERCERAS (MASA C)	0,473	0,450	0,022	720	682,44	\$379,13	4,7	\$1.782,93
TOTALES					2.295,22			\$9.837,97

Cuadro 5. Impacto económico diario, para diferentes valores de recuperación de solidos en templas A, B y C.

El cuadro 5, se muestra el impacto económico, que representa en forma diaria el efecto de una cristalización deficiente que corresponde a 4,7 templas de masa C con cristales de alto CV, y sus efectos en las consecuentes 6,4 templas de B y 11,3 templas de A. Así se observa como es de esperar un efecto mas importante en primeras, segundas y finalmente de menor impacto en terceras. La reducción económica total es de \$9,838 diarios, dinero que puede perderse por efecto de ingreso de caña de baja calidad (alto nivel de almidones o dextranas) o por efecto de un manejo deficiente de la cristalización en el piso de tachos. Cabe destacar que si el trabajo es muy deficiente, el incremento en las purzas de las mieles puede ser aún mayores y aumentar la pérdida económica.

Está claro que la consecución de una templa homogénea y de buena calidad cristalográfica, parte de un buen proceso de cristalización, y dicho proceso es además vital para garantizar una buena eficiencia en el trabajo de la casa de cocimiento, ya que tanto la pureza de la miel final como la producción de miel, dependen de la cristalización y el manejo principalmente de las templas de tercera. Dentro de los aspectos que son monitoreados y controlados en el proceso industrial, es importante considerar:

- Monitorear y controlar la calidad de la materia prima que ingresa al proceso, estableciendo mediciones agrícolas de % floración, % de materia extraña, curvas de maduración de la caña que pueden ser indicadores de la cantidad de almidones de ingreso a proceso. De ser posible la medición por Cromatografía es preferible.
- Controlar los tiempos entre corta y cosecha, realizar un adecuado manejo en patios de caña y velar por la adecuada sanitización de la fábrica(molinos y filtros principalmente) a fin de reducir la formación de dextranas.
- En casos que se identifiquen estos problemas de polisacáridos, es necesario, utilizar productos como dextranasa, alfa-milasa y aumentar el uso de tecoactivos en tachos a fin de reducir el impacto de estos polisacáridos.
- Dar importancia a la preparación de la mezcla para cristalizar. Pzas debe ser de 75-76. Emplear un tanque separado para la preparación de la mezcla, y cuyo volumen garantice la cantidad de material que al ser condensado a Brix de 82, represente el pie para cristalizar. Es deseable un proceso de cristalización para 4 templas de C.

- Preparación del polvillo. Cantidad, Calidad del polvillo inicial y tiempo de molienda.(La cantidad de polvillo puede ser variada según la calidad de los materiales a trabajar). Es importante considerar el tipo de molino y partir de un cristal homogéneo, ya sea tamizado o semilla certificada.
- Dar importancia a la preparación de mieles (Brix de 70), que deben ser mezcladas con vapor de baja presión y agua caliente, a fin de eliminar cristales contaminantes y reducir la viscosidad del material que ingresa al tacho.
- Una vez realizada la cristalización, es muy importante la medición del tamaño de cristal con fotografía y revisión en conjunto con los tacheros para garantizar que el trabajo sea el adecuado.
- Cuidar la operación del tacho posterior a la cristalización, para garantizar un adecuado agotamiento en la producción de las diferentes templas.
- Establecer controles y medir la cantidad de agua utilizada en continuas o centrifugas.
- Finalmente, es de mucha importancia contar con un monitoreo o supervisión continua, por parte de personal capacitado y que tenga claridad de los objetivos que se buscan con respecto a la homogeneidad de los cristales.

CONCLUSIONES:

Las conclusiones más importantes del presente trabajo son:

1. La calidad de la materia prima tiene un impacto significativo en la eficiencia de la fabricación del azúcar, sobre todo por su contenido de polisacáridos (almidones y dextranas) que ingresan con la caña y que generan aumento en viscosidad, deformación de cristales, aumento de producción de mieles y reducción en el agotamiento de los materiales en fabricación.
2. La metodología de recuperación de sólidos, es una excelente evaluación de la eficiencia del piso de tachos, ya que está basada en las purezas de los materiales, las cuales son variables comunes de evaluación. Sin embargo, una variable crítica en la obtención de estos resultados, tiene que ver con la homogeneidad de los cristales (cristalografía), ya que templas homogéneas, facilitan el proceso de purga y logran mejores caídas de pureza, aumentando con diferencial (J-S) y con ello la recuperación de la templa.
3. Hoy en día, los Ingenios, debemos guiarnos no solo con valores de pureza, sino que se vuelve imprescindible iniciar con la medición y control de la cristalografía en el piso de tachos, para poder explicar adecuadamente las razones de las diferentes caídas en las templas y su efecto en la recuperación.
4. Cada vez que se realiza una cristalización, el resultado de la misma, genera un efecto sobre las templas de segunda y primera que en conjunto, generan un impacto económico importante. En el caso de Ingenio Cutris, una cristalización representa prácticamente el trabajo de un día completo de templas, esto quiere decir que a partir de una cristalización se obtendrán más de 6 templas de segunda y más de 11 templas de primera. Un cristal adecuado facilita el proceso de purgas de estas templas y permite mejorar la recuperación de azúcar en forma global.
5. El agua de lavado en las continuas y centrifuga, aumenta o disminuye según la dificultad para purgar una templa, la cual tiene relación directa con la cristalografía.

6. La cristalografía (tamaño de los cristales), tiene un impacto muy importante en la eficiencia y calidad de la producción de azúcar, por lo cual, cualquier esfuerzo para medirlo o controlarlo genera resultados inmediatos. Debemos establecer un plan de inversiones que nos permita controlar esta variable que termina siendo crítica en el proceso de producción de azúcar.
7. El procedimiento de cristalización es sumamente importante en la eficiencia del piso de tachos, por lo que debe ser un proceso muy controlado. La calidad y purezas de cristalización, cantidad y calidad del polvillo, así como las condiciones en el tacho deben ser controladas para garantizar que los trabajos sean homogéneos y permitan lograr buenos niveles de eficiencia.
8. El proceso de supervisión debe ser continuo y debe tener como objetivo compartir la mayor cantidad de información en el menor tiempo posible con los operarios. La supervisión es además de un proceso de control, una herramienta de enseñanza para los operarios, que les permita tener claro los objetivos establecidos.

LITERATURA CITADA.

- ✓ ANTONIO CARLOS, F. 2003. *Calculos Na Agroindustria da Caña de Acucar*. 2da Edicion STAB. 240 p.
- ✓ SPENCER, G, 1918. Septima Edicion. *Manual de azucar de Cana y Quimicos Azucareros*. p: 439/448. *Calculos Azucareros*: John Wiley & Son, New York.
- ✓ DOMINGUEZ, F. JUAN. 2003. *Agotamiento de Mielés en la Industria Azucarera*. Tesis Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba. 186 p.
- ✓ BOLANOS, E, de 2013. *Informacion de Recuperacion de Solidos de Ingenios en Costa Rica*, San Jose, Costa Rica. LAICA. ebolanos@laica.co.cr
- ✓ PENARANDA, J 2014. *Seminario, Actualizacion de conceptos sobre Cristalización del Azucar*. Liberia, Costa Rica.