

TITULO: COMO MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA FABRICACION DE AZUCAR.

AUTOR: ING. YONDER ARAYA SOLORZANO. yaraya@cutres.com.

RESUMEN:

El presente trabajo busca determinar los parámetros requeridas para lograr un buen control en la eficiencia de fabricación de azúcar, enfocado principalmente en la casa de cocimientos (tachos). A través de la experiencia obtenida en Ingenio Cutris, y tomando como método de evaluación de eficiencia la recuperación de sólidos, tanto de azúcar como miel final. Además al considerar la pureza del jugo prensa, se determina un indicador que permite comparar los resultados entre diferentes ingenios, dicho indicador es conocido como índice Laica de recuperación de sólidos. Los principales resultados obtenidos en la zafra 2012/2013 por el Ingenio Cutris fueron.

INDICADOR	RESULTADO
Solidos recuperados como Azúcar	67,95
Solidos recuperados como Miel Final	17,27
Solidos recuperados Totales	85,22
Índice de Recuperación LAICA	79,59

Para obtener estos resultados el Ingenio controló los principales factores y variables que afectan la eficiencia en las diferentes etapas del proceso. Sin embargo, y enfocándonos solamente en la casa de cocimientos destacan los siguientes aspectos:

1. Definir el método de evaluación de eficiencia, definición de una meta y establecer las variables que la afectan.
2. Empleo de la Bomba Nusht, como herramienta para determinación de la caída de pureza de las templeas y la separación del trabajo de cada operario.
3. Establecer los aspectos importantes de cristalización y definir los métodos de control de dichos aspectos (pureza de la mezcla, calidad y cantidad del polvillo, operación general de tacho).
4. Empleo de cámaras fotográficas para la verificación de la homogeneidad y tamaño de los cristales.
5. Supervisión continua de las variables importantes.
6. 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 que la eficiencia es un proceso de mejoramiento continuo en la industria azucarera y el éxito depende de la definición clara de la forma de medirla, controlarla, supervisarla y comunicarla a todo el equipo de trabajo en forma oportuna.

INTRODUCCIÓN:

Durante la zafra 2012/2013, Ingenio Cutris logro importantes resultados de recuperación de sólidos, en comparación con los otros ingenios del país. Este trabajo busca compartir las experiencias acumuladas en los últimos años que han permitido una mejora sostenida en la eficiencia de la fábrica y específicamente en la casa de cocimientos. Se pretende referenciar de una forma diferente la medición tradicional de la eficiencia, que por lo general es evaluada por pérdidas industriales, SJM o por los valores de remanente que obtiene un ingenio. Se propone una metodología para medir esta eficiencia, a través de la recuperación de sólidos. Este trabajo busca sobre todo establecer los diferentes controles y herramientas que utiliza la empresa para dar seguimiento a las variables más importantes que influyen sobre los indicadores de eficiencia. El lograr un buen nivel en la eficiencia de la fabricación es una situación importante no solo para el ingenio como tal, sino también para los productores de caña que se ven beneficiados, a través del remanente de azúcar obtenido cuando un ingenio supera las expectativas de eficiencia que exige el sistema de pago por calidad.

OBJETIVO(S):

Objetivo General:

Establecer las herramientas de control necesarias para lograr un buen nivel eficiencia en la casa de cocimientos, evaluadas desde el punto de vista de recuperación de sólidos.

Objetivos Específicos:

- Determinación de la metodología para evaluar la eficiencia por recuperación de sólidos.
- Compartir las experiencias de control en el proceso para lograr un buen nivel de eficiencia.
- Establecer los aspectos más importantes en el control de proceso que permiten garantizar un buen trabajo en la casa de cocimientos.

- Mostrar la importancia del recurso fotográfico en el trabajo de tachos, desde el punto de vista de homogeneidad de cristales.
- Establecer la importancia del trabajo de la bomba Nusht como recurso para comparar el trabajo del tachero de cada turno y evaluar adecuadamente su trabajo de agotamiento.
- Revisar los aspectos mas importantes para realizar una buena cristalización y su impacto en el trabajo de los tachos y la calidad del azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS:

La metodología de este trabajo consistió en obtener de diferentes fuentes las formas de evaluar la eficiencia, a través de literaturas y de evaluaciones realizadas por diferentes técnicos en nuestro país y a partir de estas evaluaciones, determinar una forma que fuera confiable y sencilla de entender. A partir de esta determinación de eficiencia se establecieron las diferentes herramientas para lograr obtener resultados importantes.

Para este trabajo, se tomaron dichas experiencias, realizadas en Ingenio Cutris, sobre todo en la última zafra 2012/2013, para compartir los controles que permiten a un grupo de personas tener la información en forma precisa a fin de mejorar en forma continua los resultados. Así para este trabajo se tomaran las experiencias, hojas de control y generación de reportes y gráficos utilizados por dicha empresa para administrar adecuadamente las variables que tienen un impacto positivo en la mejora de eficiencia.

Se presentan los resultados finales obtenidos en el Ingenio, considerando todos los valores de la zafra anterior, así como gráficos y hojas de control específicas de ciertos periodos para explicar la forma en que se controlan.

Además se presentaran fotografías que corresponden a masas obtenidas durante la presenta zafra, para mostrar la eficacia de este recurso en la determinación de la cristalografía, así como su impacto en la eficiencia y calidad del producto final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONTROL Y MANEJO DE LA EFICIENCIA EN FABRICA..

La eficiencia en fabrica puede ser determinada de diferentes formas, por tanto es importante iniciar definiendo como medir la eficiencia y que formas simplifican no solo el cálculo sino el entendimiento del personal dentro de la empresa. En forma global la eficiencia puede ser entendida como la resultante de un rendimiento real producido, que comparado con el rendimiento de pago (teórico), genera un valor de eficiencia que permite además determinar las perdidas industriales totales y establecer un remanente (diferencia entre ambos rendimientos), que es utilizado en muchos casos como un indicador de que tan eficiente es un Ingenio. Mas a lo interno de cada etapa del proceso, es posible establecer la eficiencia de extracción en molinos y a través del SJM, la recuperación en la casa de

cocimientos. Además es utilizado por algunas de la fabricas nuestras, evaluaciones como, curvas de extracción en molinos o porcentaje de recuperación de cristales en tachos. Todas estos métodos son válidos a la hora de establecer eficiencias ya sea en una área específica del Ingenio o en forma global. En nuestro caso específico, a nivel global trabajamos con el método de recuperación de solidos que nos parece permite no solo determinar en forma simple los resultados de eficiencia de la fábrica, sino que también permite transmitir esta información de maneja mas clara a nuestros colaboradores.

Para establecer la recuperación de sólidos, es importante determinar inicialmente los Solidos de Ingreso a la planta en Jugo Absoluto, para lo cual se aprovecha la información generada por el sistema de pago (método de prensa), que en el caso de ingenios en Costa Rica, por la cantidad tan elevada de muestras representa un valor muy confiable de trabajo. Asi se determina por sistema de pago la Fibra % en Caña (F%C) y a partir de ahí es posible conocer el Jugo Absoluto de ingreso a la fabrica, según la ecuación:

$$JA\%C = 100 - F\%C.$$

Con este valor, y por determinación del %Solidos del Jugo de Prensa (Bxjp), el cual se estima es igual al Bx del JA%C, resultante del jugo extraido en la prensa hidráulica del sistema de pago, se determina, extrapolando para 1 Tons de caña la cantidad de Solidos por Tons de caña que ingresa según la ecuación:

$$\text{Solidos de Ingreso /Tons} = (JA\%C*10)*Bxjp.$$

Con información básica de Bultos producidos y cantidad de miel producida, es posible determinar los sólidos recuperados en azúcar y los sólidos obtenidos en la miel final, a través de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Sólidos en Azucar} = \text{Bultos} * 50 / \text{Tons de caña Molidas.}$$

$$\text{Recuperacion Solidos Azucados} = \text{Solidos en Azucar} / \text{Solidos de Ingreso.}$$

$$\text{Solidos en Miel Final} = \text{kg de Miel} / \text{tons Caña} \times \text{Brix de Miel Final.}$$

$$\text{Recuperación Solidos en Miel Final} = \text{Solidos en Miel Final} / \text{Solidos de Ingreso.}$$

En el cuadro 1, se muestran los resultados en el caso de Ingenio Cutris, asi como las variables de entrega requeridas para el cálculos de recuperación de solidos.

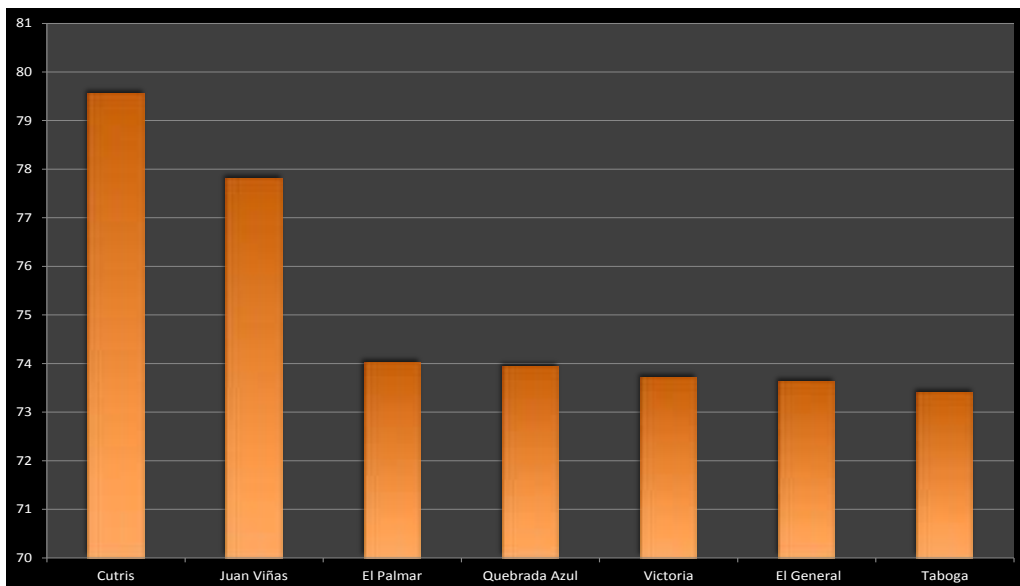


Figura 1: Comparativo de Índice LAICA de Recuperacion Solidos Azucarados obtenidos en la Zafra 2012/2013. Fuente Dto Tecnico de LAICA.

En el caso particular de nuestra planta se monitorea esta información en forma continua y se combina, con la determinación de la recuperación en la casa de cocimiento con la conocida formula de SJM. Considerando S (pureza del Azucar), J (Pureza de la meladura) y M (Pureza de la Miel Final).

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

Esta recuperación, genera una información importante para evaluar la eficiencia de la casa de cocimiento en forma específica. En el cuadro 2 se muestran los resultados de SJM acumulados a la semana 8 de la zafra 2012/2013.

Calculo de SJM (Valores Acumulados)			
Pza Azucar (S)	99,50		
Pza Meladura (J)	83,90		
Pza Miel Final (M)	32,93		
SJM	90,802		
RETENCION S.J.M.			META
SEMANA 08		90,1	MAYOR A 90
ACUMULADO		90,8	

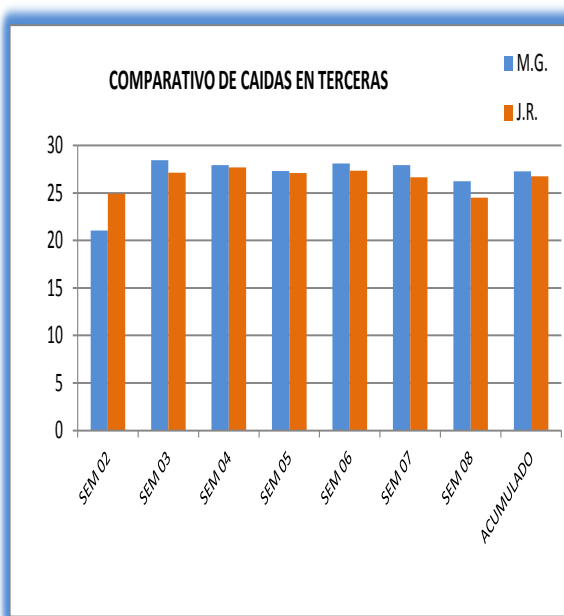
Cuadro 2: Valores de Pureza y calculo de SJM para la semana 8.

Más allá de las evaluaciones de eficiencia, nuestra experiencia nos indica que para lograr resultados aceptables en dichos cálculos es muy importante considerar los siguientes aspectos en el trabajo normal del piso de tachos:

1. EMPLEO DE LA BOMBA NUSHT PARA EVALUACION DE CAIDAS.

El empleo de la Bomba Nusht permite separar el trabajo de cada tachero en forma separada, inclusive llegando a determinar el trabajo de cada templa en forma independiente. Esta herramienta, resulta determinante para lograr correlacionar la operación del tachero, con los resultados específicos en una templa. Es recomendable como mínimo realizar este tipo de evaluación tanto para templas de 1ra como de 3ra y realizarlo en forma continua. En el cuadro 3, se muestran los valores obtenidos por cada uno de los tacheros como promedio de cada día, así como un gráfico que permite comparar los resultados de ambos, para el caso de templas de tercera.

TERCERAS				
META: CAIDAS MAYORES A 25				
DIA	TACHERO	PZA M.F.	PZA MASA C	CAIDA
LUNES	M.G.	36,49	60,31	23,82
	J.R.	33,98	59,5	25,52
MARTES	M.G.	33,23	58,73	25,5
	J.R.	33,88	58,75	24,87
MIÉRCOLES	M.G.	32,53	58,95	26,42
	J.R.	33,7	59,25	25,55
JUEVES	M.G.	33,02	60,2	27,18
	J.R.	36,33	59,26	22,93
VIERNES	M.G.	34,24	58,44	24,2
	J.R.	34,83	59,69	24,86
SÁBADO	M.G.	34,3	60,03	25,73
	J.R.	35,56	59	23,44
DOMINGO	M.G.	31,83	60,71	28,88
	J.R.	33,36	59,69	26,33
PROMEDIO SEMANA 08	M.G.	33,40	59,62	26,22
	J.R.	34,75	59,25	24,50
ACUMULADO	M.G.	32,13	59,40	27,27
	J.R.	32,93	59,68	26,75



Cuadro 3: Resultados de Caídas de purezas, por bomba Nusht y comparativo con dos operarios.

2 CONSIDERACIONES IMPORTANTES EN LA CRISTALIZACION.

El proceso de cristalización es 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

templadas de tercera. Dentro de los aspectos que son monitoreados y controlados en el proceso industrial, es importante considerar:

- Dar importancia a la preparación de la mezcla para cristalizar.. Pzas debe ser de 75-78. ((Emplear un tanque separado para la preparación de la mezcla).
- 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).
- Dar importancia al momento de la cristalización. (dedicar al tachero a la cristalización y apoyarse en el Supervisor).
- Medición del tamaño de cristal con fotografía y revisión en conjunto con el tachero.
- Preparación de Miel en sus procesos. Bx de 75, para mejorar trabajos de tachos.
- Cuidado posterior de la semilla en el manejo y definición de la miel de alimentación para lograr una pureza de masas de tercera lo mas cercano a 57 unidades de pureza.

3. EMPLEO DE FOTOGRAFIA EN MASAS PARA VERIFICAR LA MEDIDA DE CRISTALES.

Hoy dia la tecnología permite con una inversión muy modesta, disponer de cámara y herramientas (software), para la medición del tamaño de los cristales. Durante la presente zafa 2012/2013, el ingenio realizo en forma continua la evaluación del tamaño de cristales tanto en primera como tercera. La imagen fotográfica debe ser enviada a los tacheros y supervisores para determinar no solo el tamaño promedio, sino y mas importante la homogeneidad de dichos cristales en cada templa. La ventaja de tener un cristal homogéneo no solo favorece a la eficiencia por reducción de agua en continuas y centrifugas (mejor purga de las templadas), sino también la calidad del producto final. En la figura 2 se muestra una fotografía de una templa de primera obtenida el 17 de mayo, con medición de cristales y donde se aprecia la homogeneidad de dicha masa.



Figura 2: Fotografía de una templa de masa A, y medición promedio de cristales.

4-SUPERVICION CONTINUA DE VARIABLES IMPORTANTES.

La clave en todo proceso industrial es la supervisión en el cumplimiento de las metas establecidas y para ello se requiere que el personal debidamente capacitado revise en forma continua los siguientes aspectos:

- Monitorear las perdidas en Miel final, no solamente la pureza de miel final.
- Determinar la cantidad de bultos por tachada. (De ser posible por ubicación de Cristalizadoras).
- Caídas determinadas por bomba Nusht en cada templa.
- Manejo de centrifugas, el control de agua pertenece al supervisor y no al operario.
- Revisar todas las cristalizaciones (proceso crítico, para garantizar la adecuada purga de los materiales y la calidad del producto final).
- Preparación del polvillo, no debe quedar a cargo exclusivo de laboratorio.
- Condiciones de homogeneidad de cristales. (Recurso fotográfico).
- Control de las variables de la centrifuga (t. agua, torta y secado). Estas variable deben estar bajo el control del supervisor y no del operario.
- Manejo de Cristalografía y su importancia para reducir el agua del lavado.
- Cuidar el agotamiento en cada tacho, manejo de la templa desde su inicio.
- Recuperación de Solidos en la fábrica como medición de eficiencia.
- Evaluaciones continuas de SJM en trabajo de tacho.

Si sabemos que se requiere medir y logramos conformar el equipo de supervisión adecuado, es posible lograr resultados muy buenos en el manejo de la casa de cocimientos. Este trabajo se refleja en una alta recuperación de sólidos azucarados (arriba del 66%) y una recuperación general de sólidos (superior al 85%) aceptable para un proceso eficiente.

5. COMUNICACIÓN DE RESULTADOS EN FORMA OPORTUNA.

Finalmente y como parte de una adecuada logística para el control de la eficiencia de la fábrica es importante la comunicación continua de los resultados (retroalimentación) y que dicha información llegue en el momento preciso a los operarios que finalmente son los que toman las decisiones en cada momento de la operación. Resulta una buena estrategia realizar una reunión semanal con tacheros y supervisores, así como las jefaturas de cada turno y compartir los resultados más importantes obtenidos en la semana anterior. Compartir esta información y dar seguimiento a los resultados acumulados con respecto a las metas establecidas compromete a los colaboradores con la obtención de mejores resultados.

CONCLUSIONES:

Las conclusiones más importantes del presente trabajo son:

1. La metodología de recuperación de sólidos, es una excelente evaluación de la eficiencia de un ingenio, ya que está basada en los indicadores del jugo de prensa, que por lo general representa una muestra muy importante de resultados y por otra parte de la producción de azúcar y miel que son cifras evaluadas en forma continua en todos los ingenios. Esta metodología, presupone también que este indicador permite compararnos adecuadamente entre ingenios.
2. Para lograr buenos resultados en un proceso, es muy importante que todo el personal conozca claramente la forma de evaluación que se utilizara, y como afectan las diferentes variables a este indicador.
3. La bomba Nusht es una excelente herramienta para diferenciar el trabajo de dos operarios y poder medir en forma separada los resultados de cada uno, esto permite además lograr que la forma de trabajar de ambos sea más constante y similar entre ellos.
4. 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. Una buena cámara y la determinación de tamaños de cristales es un buen comienzo en esta línea.
5. 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 de 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.
6. 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.

7. Todo operario requiere conocer cómo será medido su desempeño en el trabajo, cuales variables afectan este desempeño y recibir la información de la forma más expedita para realizar las correcciones correspondientes. Este proceso de evaluación y seguimiento es el garantiza obtener una mejora continua en un proceso productivo como la elaboración de azúcar.

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 Mieles 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