

Atagua

Julio • Septiembre 2021



ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA



www.atagua.org.gt



Merlin
TOTAL

BAJO RIESGO PARA EL USUARIO Y MEDIO AMBIENTE

Merlín® Total 60 SC es de bajo riesgo al usuario y el medio ambiente por su reducida carga de ingrediente activo por hectárea. Presenta baja toxicidad para organismos benéficos y por tanto, menor cantidad de envases vacíos al ambiente.



 Science For A Better Life

SABORES COSCO DE GUATEMALA, S.A.



Señores Técnicos Azucareros:

Sabores Cosco de Guatemala pone a su disposición:

Colorante Caramelo

para
estandarización de
azúcar morena

Bases Hidratantes

para rehidratación
del personal de
campo

Contáctanos

 2500-5600  5710-9843
www.saborescosco.com

CONTENIDO

ARTÍCULO CAMPO

Uso de índice de vegetación NDVI como herramienta para realizar mapas de productividad en procesos de Agricultura de Precisión

4

ARTÍCULO FÁBRICA

Evaluación retrospectiva del comportamiento de la Fibra caña evaluada en Core sampler y su relación con algunos parámetros operativos de los tándems

11

ACTIVIDADES

Expectativas y evaluación del Curso Virtual: Pérdidas de Sacarosa en Fabrica

22

REFLEXIONES

Sobre la capacitación de Pérdidas de Sacarosa en Fábrica, impartido por la Dra. Gillian Eggleston en julio de 2021

24

JUNTA DIRECTIVA

Lic. Luis Carlos Arroyo
Presidente

*Ingenio
Santa Ana*

Ing. Fernando Barneond
Vicepresidente

*Ingenio
Pantaleón*

Dr. Gerardo Espinoza
Tesorero

Cengicaña

Ing. Fabricio Alvarado
Protesorero

*Ingenio
Pantaleón*

Ing. Joel Morales
Secretario

*Ingenio
Magdalena*

Ing. Francisco Paz
Prosecretario

*Ingenio
Pantaleón*

Ing. Marco Tax
Vocal I

ICC

Licda. Nancy Monroy
Vocal II

*Ingenio
Trinidad*

Ing. Aldo Medina
Vocal III

*Ingenio
Trinidad*

Ing. Ivan Aguirre
Vocal IV

*Ingenio
Madre Tierra*

Ing. César Martínez
Vocal V

*Ingenio La
Unión*

EDITORIAL

Lic. Luis Carlos Arroyo

Nos acercamos nuevamente a un nuevo reto, la zafra 2021-2022, y como cada zafra tiene sus propios afanes, hay mucha ilusión porque sabemos que será de gran beneficio para muchas familias guatemaltecas. Por eso, desde ya queremos desear a todos los equipos que conforman la agroindustria azucarera que esta próxima zafra sea muy satisfactoria, llena de desafíos superados y metas cumplidas con gran desempeño, no tenemos duda que esto se logrará, vemos con orgullo un grupo de profesionales comprometidos a dar lo mejor de sí para que esto suceda.

En esta oportunidad queremos presentar los siguientes trabajos: el primero a cargo del Ing. Braulio Ramiro Villatoro para los profesionales del área de campo, "Uso de índice de vegetación NDVI como herramienta para realizar mapas de productividad en procesos de agricultura de precisión", para el área industrial, "Evaluación retrospectiva del comportamiento de la Fibra caña evaluada en Core sampler y su relación con algunos parámetros operativos de los tándems", recopilación realizada por Oscar Benedicto Monzón. Y para los técnicos del área industrial que no participaron en el Curso realizado por Atagua el Ing Byron López realizó una síntesis de los temas tratados que lo tituló: "Reflexiones sobre la capacitación de pérdidas de sacarosa en fábrica", impartido por la Dra. Gillian Eggleston en julio de 2021.

A nombre de la Junta Directiva 2019-2021 de la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala, queremos primero agradecer a Dios por la vida y la salud, a nuestros asociados y amigos de gremio azucarero por todo el apoyo brindado a lo largo de estos dos años de, nos queda la enorme satisfacción haber superado con esfuerzo y dedicación estos momentos de crisis y cuando se pensaba que no había mucho que hacer poder darle a la Asociación nuevas herramientas que le permitan seguir con las capacitaciones y mejora continua de los procesos realizados a través de la experiencia compartida por nuestros expositores y técnicos en general. Quiero también agradecer a las gerencias de los ingenios por permitir que sus profesionales participaran en las actividades realizadas, así como el apoyo incondicional de las casas comerciales. Finalmente agradecer a la administración Atagua por velar y hacer su mayor esfuerzo en la ejecución de las capacitaciones y actividades en general realizadas, no cabe duda que la experiencia y el conocimiento adquirido a lo largo del tiempo son fundamentales en la toma de decisiones y consecución de los objetivos propuestos.

A nuestros lectores, nuevamente mil gracias y que Dios siga bendiciendo a cada hogar.

Km. 92.5 Carretera al Pacífico
Sta. Lucía Cotzumalguapa,
Escuintla · Guatemala

(502) 5517-3978

adminatagua@cengican.org

secretatagua@cengican.org

ARTÍCULO DE CAMPO

Uso de índice de
vegetación NDVI como
herramienta para realizar
mapas de productividad
en procesos de
Agricultura de Precisión

Braulio Ramiro Villatoro¹

¹Especialista en Agricultura de Precisión
y Cosecha, CENGICAÑA,
bvillatoro@cengicana.org

INTRODUCCIÓN

Se planteó la hipótesis que al momento de la cosecha de caña de azúcar, si se utiliza una imagen del satélite Sentinel-2, descargada y procesada hasta obtener un mapa del índice de vegetación NDVI, se puede observar que un área de mayor valor de NDVI, indica una mayor cantidad de caña, una menor cantidad de índice de vegetación NDVI indica una menor cantidad de caña. Es importante al iniciar los procesos de mejora continua para aumentar la producción, el hecho de contar con un mapa de productividad de la zafra anterior, para saber cómo enfocar el análisis de las causas de variabilidad dentro de un mismo lote, sector, finca o región. Se llevaron a cabo ensayos de campo para validar la hipótesis planteada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Acceso y descarga de datos Sentinel-2

La Agencia Espacial Europea (ESA) ha creado un portal de acceso de datos, de los productos del proyecto COPERNICO, en la cual se tiene acceso a la información de las tomas de imágenes de los satélites SENTINEL-1 y SENTINEL-2, este portal se puede acceder mediante el link <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> en el cual se pueden realizar diferentes tipos de búsqueda realizando ciertos filtros. La metodología para descargar y procesar las imágenes se entregó por parte del área de Agricultura de Precisión de CENGICAÑA en el 2019 (Fuentes, 2019)

Procesamiento de imágenes de satélite Sentinel-2

El área de Agricultura de Precisión de CENGICAÑA está descargando, procesando y entregando las imágenes del satélite Sentinel-2 a los técnicos de los ingenios azucareros clientes de CENGICAÑA. La metodología para procesar las imágenes del satélite Sentinel-2 se estableció en 2019 (Fuentes, 2019).

Índices de vegetación NDVI

- NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), Índice de vegetación de diferencia normalizada. Para su cálculo se utilizan las bandas del espectro visible y el infrarrojo cercano. (Villatoro, 2015)

Área de estudio

Se realizaron un total de cinco ensayos de campo durante las zafras 2019/2020 y 2020/2021 en las siguientes localidades: finca Bandurria, ingenio La Unión; finca Limones, ingenio Madre Tierra; finca Cañaverales del sur, ingenio Madre Tierra, finca San Miguel Mapan, ingenio La Unión y Estación experimental Camantulul, CENGICANÁ. Los lotes utilizados fueron cosechados de forma manual.

Materiales

Imágenes satelitales Sentinel-2 (descargadas y procesadas de acuerdo a la metodología detallada en Fuentes, 2019); Unidades Receptoras de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS); Teléfono celular con la aplicación Avenza Maps (instalado); Mapas de lotes seleccionados en formato PDF; Balanza electrónica de campo; Lazos; Cámara fotográfica; Computadora con el software ArcGis 10.2 (instalado); Cinta métrica; Cintas de nylon; Boletas; Marco de metal para balanza o alzada de caña.

Diseño experimental

Este estudio por su orientación y propósito no utiliza ningún diseño experimental para el análisis de los datos obtenidos.

Unidad experimental

Se utilizó una chorra de cosecha manual para determinar el ancho de la parcela, una chorra está compuesta de seis surcos de caña, los lotes tenían un distanciamiento entre surco de 1.5 metros entre surco; se cortó la caña de dos metros al inicio de cada parcela, posteriormente el cortador continuaba acomodando la caña de

forma normal según el ingenio. Por lo cual la parcela tenía un tamaño sugerido de 18 metros cuadrados, en cada parcela se midió el tamaño real de la parcela, cambió por el largo dejado por cada cortador, la variación fue menor a un metro en cada caso.

Metodología

Se realizó el estudio en tres fases: Gabinete 1, muestreo de campo y Gabinete 2. El detalle de cada una se explica a continuación. Fase de Gabinete 1. Se solicitó a los ingenios el cronograma de cosecha semanal para evaluar los lotes en los cuales se podría realizar los ensayos. Al tener seleccionado el lote se realizó el mapa con los índices a evaluar, se obtuvo en formato PDF para poder ubicarlo en el campo utilizando la aplicación Avenza Maps Se realizó una evaluación aérea del lote a muestrear, con uno a dos días de anticipación al muestreo utilizando un drone, se consideró lo siguiente para seleccionar un lote: lotes donde se inicie labor de cosecha en horas de la mañana terminando la labor el mismo día, para evitar desfase de información y problemas de logística al momento del pesaje de las maletas de caña, frentes de corte manual y que realicen quema antes de cortar, para facilitar el acceso y poder formar maletas de pesaje, frentes que dispongan de personal que apoye para el pesaje en campo de las maletas utilizando una balanza y su respectivo marco, si se puede conseguir el apoyo de una alzada para pesar las maletas, favorece la labor.

Fase de campo (ubicación de puntos de muestreo y toma de datos).

Con el mapa del lote seleccionado para el muestreo y ayuda de la aplicación Avenza Maps se ubicaron los posibles puntos de muestreo en el campo. Se le pidió a los Jefes de frente que todos los cortadores en el área de interés dejaran al inicio una minichorra de dos metros de longitud, posteriormente continuaron acomodando la caña

de forma normal. Al estar cortada la caña por la mayoría de los cortadores, se procedió a ubicar las zonas de muestreo, se realizaron al menos tres muestras por rango de NDVI presente en el área de estudio. Se marcaron con nylon las parcelas de muestreo, se identificó el punto de muestreo con el número correlativo correspondiente, se midió el área de la parcela definitiva. Se colocó la balanza digital en el marco para pesaje o en la alzadora (según sea el caso) y se realizó el pesaje de todas las parcelas, en cada punto de muestreo se georeferenció el punto definitivo.

Fase de gabinete 2 (después del muestreo).

Una vez realizado el proceso de campo se descargó la información contenida en el teléfono celular para tabular las coordenadas y fotografías obtenidas. Se tabuló la información de los pesos obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo a un formato digital para su análisis. Se cargaron las bases de datos al software ArcGis 10.2 para poder obtener *shapefile* tipo puntos y con la

función de geoprocresamiento *Zonal statistics* se obtuvo el valor del índice de vegetación NDVI real muestreado. Se hizo el análisis gráfico y numérico de los datos obtenidos, NDVI y TCH.

Análisis de información

Para analizar la relación entre las variables se realizaron gráficas de dispersión y se obtuvo el coeficiente de correlación, el modelo de regresión y el coeficiente de determinación de Pearson, método estadístico que refleja la dependencia entre dos variables y la puntuación que existe entre ambas. (Nieves y Dominguez, 2016). Se generaron análisis de determinación para determinar cuánto explica el modelo de regresión el índice de vegetación NDVI la producción expresada en toneladas de caña por hectárea (TCH). Se hizo el análisis de todos los ensayos que fueron de la variedad CG02-163 para poder generar un modelo de ésta variedad por ser la más sembrada actualmente en la Agroindustria Azucarera de Guatemala.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1. Finca Bandurria, ingenio La Unión: En este ensayo se utilizó la imagen satelital Sentinel-2 de fecha 24/febrero/2020; el muestreo de campo se realizó el 28/febrero/2020, se realizó en el lote 6.240, el cual fue cosechado con la variedad CG02-163. El mapa NDVI se muestra en la Figura 1.

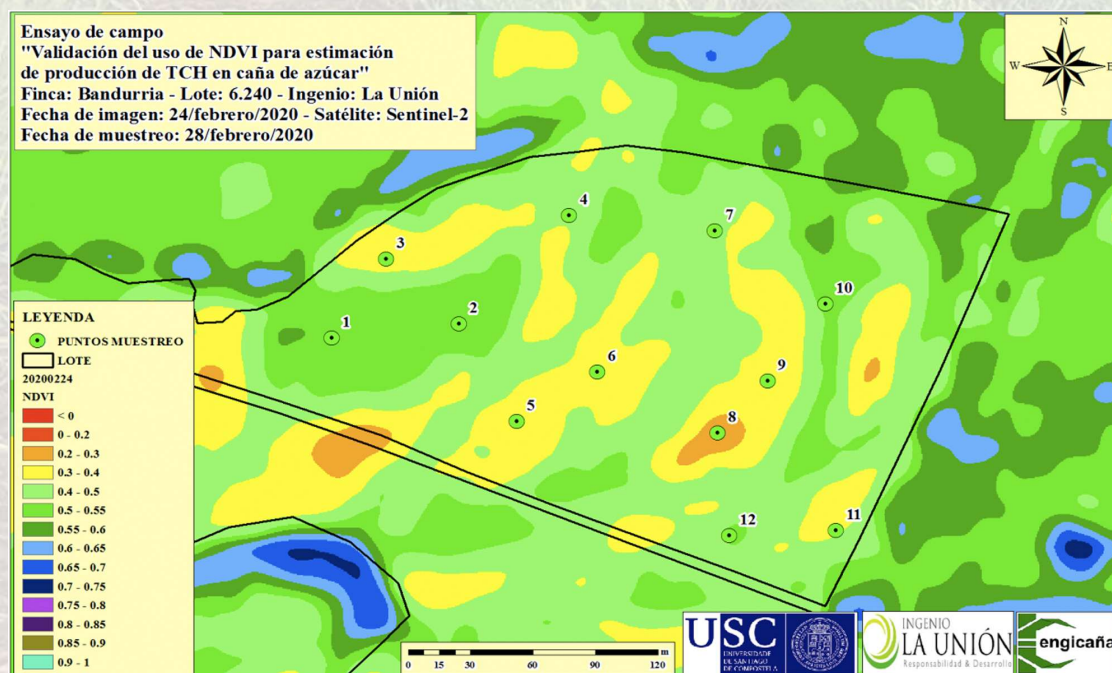


Figura 1. Mapa de ubicación de muestreos en Finca Bandurria. Mapa base NDVI.

Un análisis visual del tamaño de la chorra de caña de los puntos de muestreo 1 y 8 se observa en las Figuras 2 y 3. La gráfica de correlación entre NDVI y TCH se presenta en la Figura 4



Figura 2. Punto de muestreo 1, finca Bandurria.



Figura 3. Punto de muestreo 8, finca Bandurria

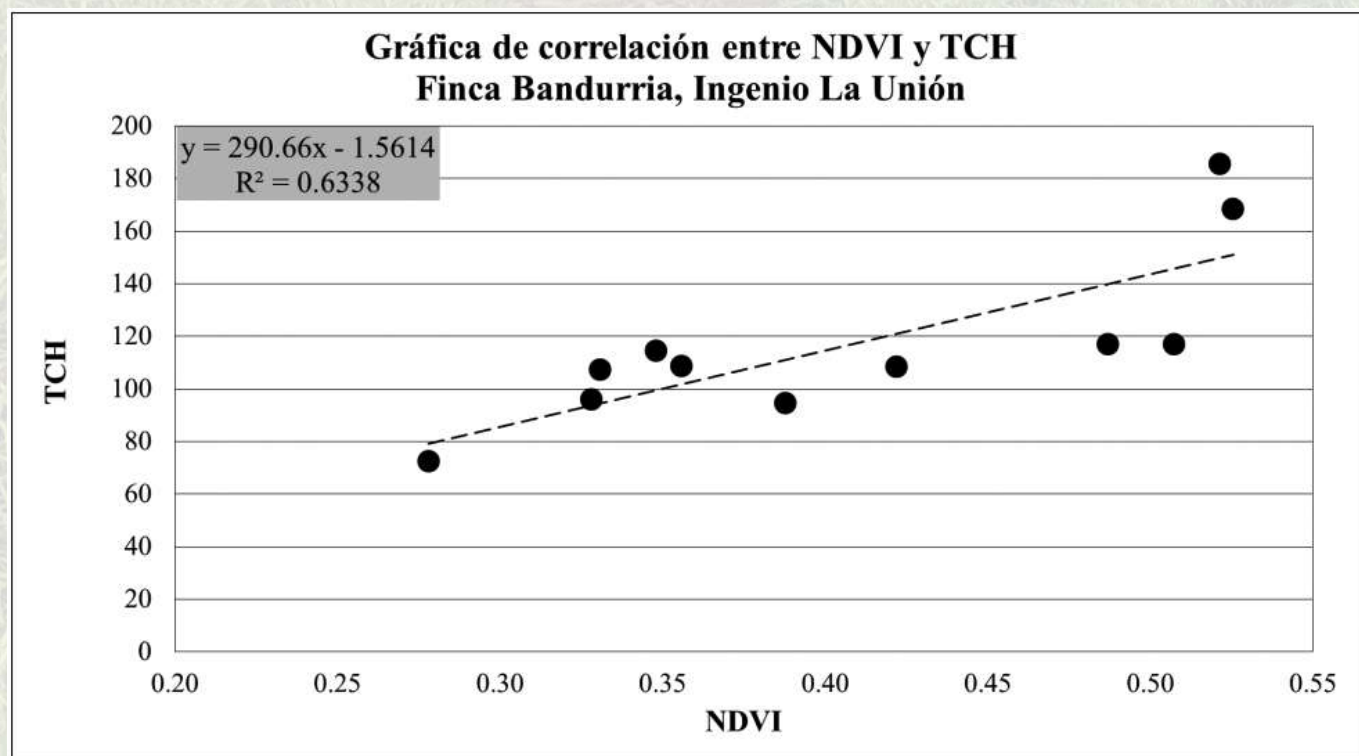


Figura 4. Gráfica de correlación y regresión entre NDVI y TCH de ensayo de finca Bandurria, ingenio La Unión.

Al hacer la comparación de dos parcelas con tamaño similar, se observa en la Figura 2 la gran cantidad de caña presente en la zona del punto 1 de muestreo, por el contrario en la Figura 3 se observa la poca población de caña presente en la zona del punto 8 de muestreo, lo cual valida la hipótesis que se tenía al momento de plantear los ensayos, la cual es la siguiente “a mayor cantidad de NDVI al momento de cosecha, existe mayor cantidad

de caña en el campo; a menor cantidad de NDVI al momento de cosecha, existe menor cantidad de caña en el campo. En la Figura 4 se observa los valores de NDVI y TCH evaluados en el ensayo en finca Bandurria, se observa que los valores de NDVI analizados fueron entre 0.27 y 0.52 y los valores de TCH evaluados fueron entre 72 y 186 TCH. Se hizo una agrupación de datos por rangos de NDVI de la escala utilizada y se presentan los resultados en la Figura 5.

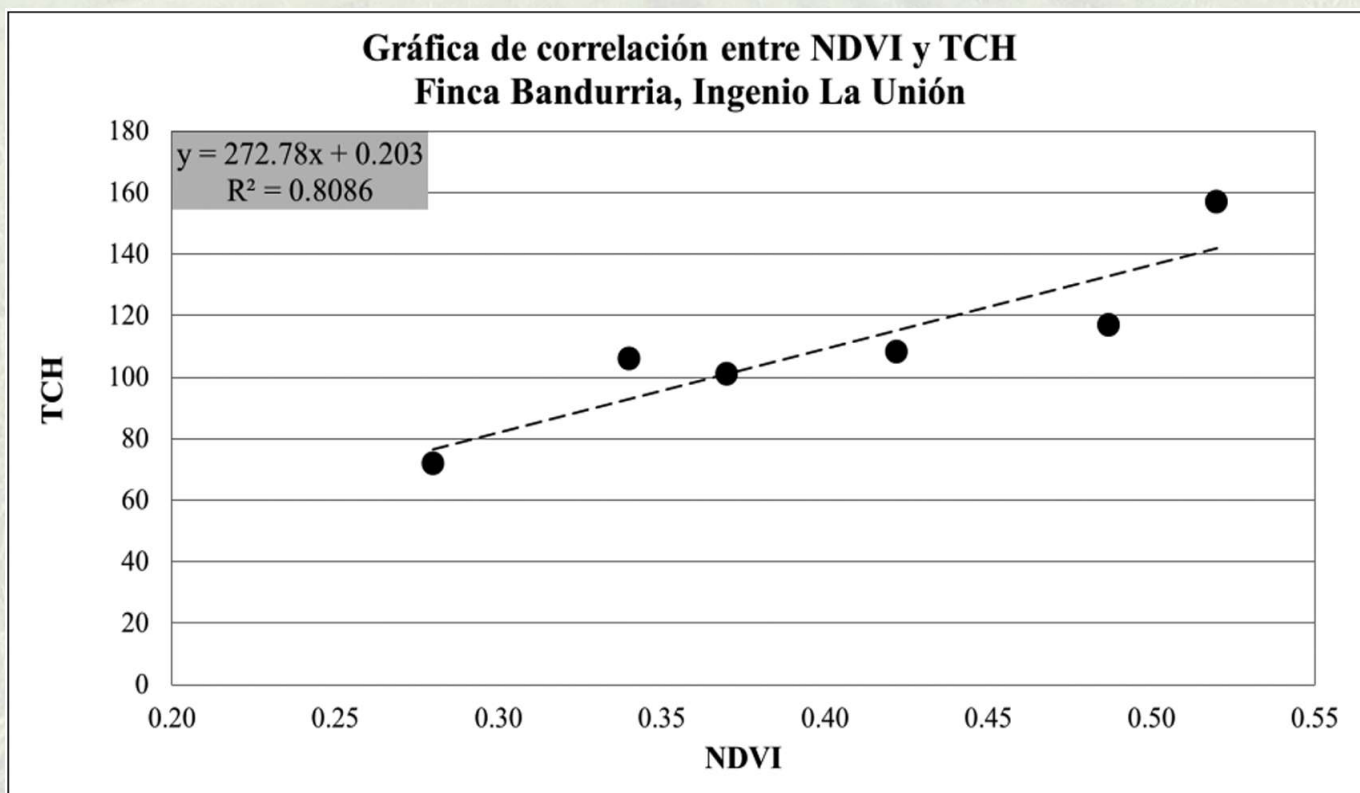


Figura 5. Gráfica de correlación y regresión entre grupos de rangos de NDVI y TCH de ensayo de finca Bandurria, ingenio La Unión.

Análisis de datos de variedad CG02-163

Utilizando los datos de los ensayos realizados en las localidades Bandurria, Limones y Estación Experimental Camantulul, los cuales fueron

cosechados con la variedad CG02-163, se hizo un análisis con los datos de los tres ensayos y se generó la gráfica de dispersión con los datos de forma agrupada por rangos de NDVI, Figura 6.

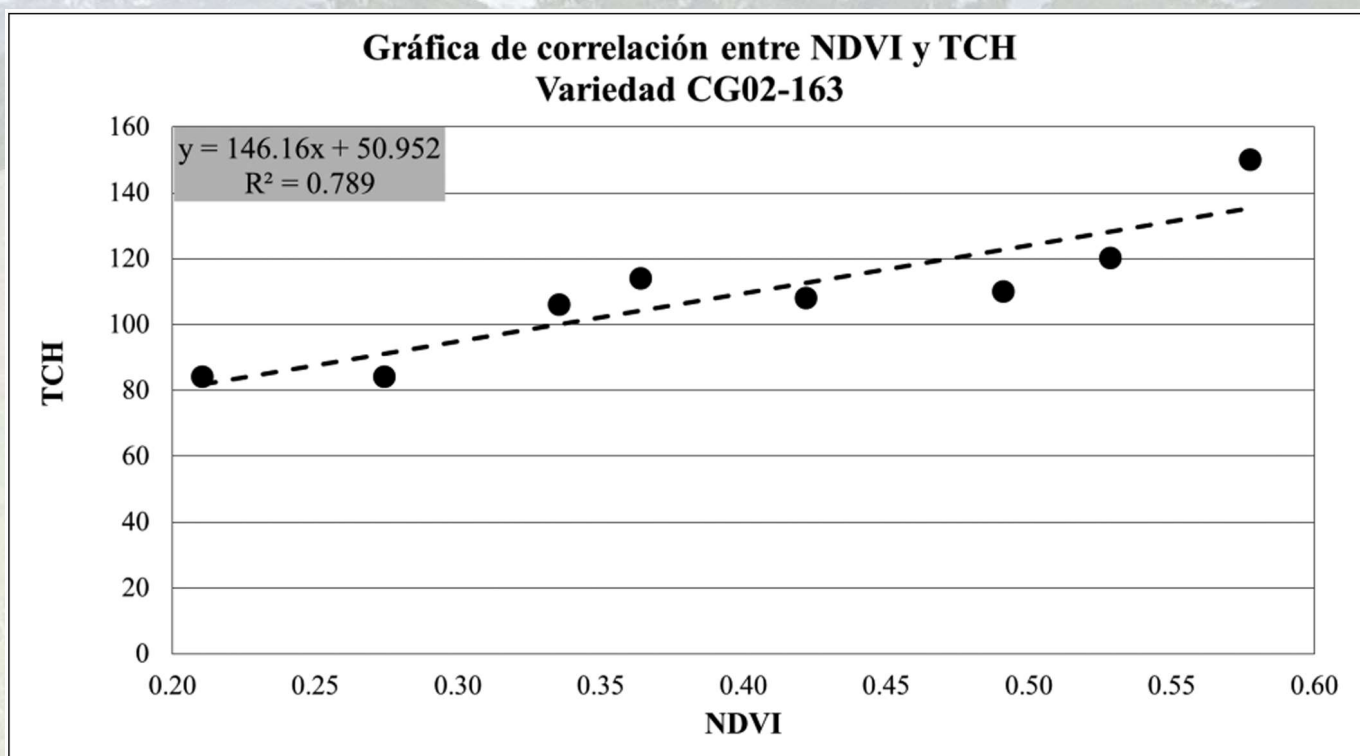


Figura 6. Gráfica de correlación y regresión entre grupos de rangos de NDVI y TCH de ensayos de las localidades Bandurria, Limones y Estación Experimental Camantulul, CENGICAÑA.

De acuerdo a la Figura 6 al analizar la gráfica de dispersión entre los valores promedio de NDVI y TCH obtenidos en los ensayos cosechados con la variedad CG02-163, se obtuvo un índice de correlación $r=0.8883$ y un índice de determinación $R^2=0.7890$. Se obtiene para estimar productividad de variedad CG02-163 el modelo $y=146.16x + 50.9522$, donde x es el valor de NDVI antes de cosecha.

Discusión general de resultados

Se realizaron cinco ensayos de campo durante las zafras 2019/2020 y 2020/2021 en las localidades: Bandurria (ingenio La Unión), Limones (ingenio

Madre Tierra), Cañaverales del Sur (ingenio Madre Tierra), San Miguel Mapan (ingenio La Unión) y estación experimental Camantulul (CENGICAÑA). Se realizaron tres ensayos con la variedad CG02-163 (Bandurria, Limones y Camantulul), 1 con la variedad CP73-1547 (Cañaverales del Sur) y 1 con la variedad RB84-5210 (San Miguel Mapan).

Las imágenes de satélite Sentinel-2, descargadas y procesadas se pueden utilizar como mapa de rendimiento de caña de azúcar al momento de cosecha de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos y presentados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Coeficiente de correlación r y coeficiente de determinación R^2 de los ensayos realizados

Localidad	Datos completos		Datos agrupados	
	r	R^2	r	R^2
Bandurria, La Unión	0.7961	0.6338	0.8992	0.8086
Limonos, Madre Tierra	0.8733	0.7626	0.9581	0.9179
Cañaverales del Sur, Madre Tierra	0.8281	0.6857		
San Miguel Mapan, La Unión	0.7580	0.5745	0.8773	0.7697
Camantulul, CENGICAÑA	0.9334	0.8712	0.9877	0.9755

CONCLUSIONES

- Se puede utilizar el índice de vegetación NDVI obtenido de imágenes de satélite Sentinel-2 como un mapa de rendimiento de caña de azúcar en cosecha manual, de acuerdo a los resultados obtenidos en cinco ensayos realizados durante las zafras 2019/2020 y 2020/2021.
- Se realizaron ensayos en las localidades: Bandurria (Ingenio La Unión) dónde se obtuvo $R^2=0.6338$ con datos completos y $R^2=0.8086$ con datos agrupados; Limonos (Ingenio Madre Tierra) dónde se obtuvo $R^2=0.7626$ con datos completos y $R^2=0.9179$ con datos agrupados; Cañaverales del sur (Ingenio Madre Tierra) dónde se obtuvo $R^2=0.6857$ con datos completos; San Miguel Mapan (Ingenio La Unión) dónde se obtuvo $R^2=0.5745$ con datos completos y $R^2=0.7697$ con datos agrupados; Camantulul (CENGICAÑA) dónde se obtuvo $R^2=0.8712$ con datos completos y $R^2=0.9755$ con datos agrupados.
- Se entrega el modelo $y=146.16x + 50.952$ para utilizarlo como estimador de productividad de TCH de la variedad CG02-163 al momento de cosecha. Se obtuvo con un $R^2=0.7890$.

BIBLIOGRAFÍA

- ESRI (2010). Los mapas presentados en este trabajo fueron creados utilizando el software ArcGIS de Esri. ArcGIS® y ArcMap™ son propiedad intelectual de Esri y se utilizan en este documento bajo licencia. Copyright© Esri. Reservados todos los derechos. Para obtener más información sobre el software ESRI®, visite www.esri.com.
- European Space Agency (ESA). 2015. Sentinel-2 User Handbook. ESA Standard Document. 24/07/2015. Issue 1. Rev 2.
- Fuentes R. 2019. Procesamiento de imágenes Sentinel-2 utilizando el software QGis v.3.4.4. Presentación de Power Point. Comité de Agricultura de Precisión 20/febrero/2019. CENGICAÑA.
- Nieves, A.; Dominguez, F. 2016. Probabilidad y Estadística para Ingeniería un enfoque moderno. Disponible en: http://www.mcgraw-hilleducacion.com/pye01e/cap13/13analisis_de_correlacion_y_regresion.pdf
- Villatoro, B.; Fuentes, R.; Samayoa, M. 2018. Uso del índice de vegetación NDVI obtenido de imágenes de satélite como mapa de rendimiento de TCH en caña de azúcar. In: Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2017-2018. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. CENGICAÑA,

ARTÍCULO DE FÁBRICA

Evaluación retrospectiva
del comportamiento de la
Fibra caña evaluada en
Core sampler y su relación
con algunos **parámetros
operativos de los tandems**

Recopilación realizada por
Oscar Benedicto Monzón



INTRODUCCIÓN

Se presenta una retrospectiva del comportamiento general de algunos parámetros operativos del tandem relacionándolos con el valor porcentual de Fibra caña evaluada en Core sampler.

Los tandems, como unidades operativas, presentan interrelación entre sus componentes que, en un momento dado, se pueden limitar entre sí, así como a su eficiencia.

Entre los componentes que se interrelacionan en un tandem están:

- Las características de la caña (fibra caña y aporte de azúcar)
- La preparación de la caña
- Diseño y su setting
- El buen estado físico de sus partes
- La adición de agua de imbibición
- Presiones y flotación de mazas
- Tipo de molinos y de mazas
- Criterio operativo del personal
- Cumplimiento de metas de caña a moler
- Otras.

Composición de la caña:

1. La caña de azúcar está constituida por:
 - a. Jugo absoluto (84% a 88%)
 - b. Fibra caña (12% a 16%)

Composición del jugo absoluto:

2. El jugo absoluto está constituido por:
 - a. Agua (78% a 82%)
 - b. Sólidos solubles, Brix (18% a 20%)
 - i. Incluyen sacarosa, azúcares reductores (glucosa, fructosa), ácidos orgánicos, proteína y otros componentes solubles presentes en el jugo de caña.
 - c. Sales minerales solubles en agua (1% a 2%)

Composición de la Fibra caña:

3. La Fibra caña está constituida por:
 - a. Carbohidratos insolubles, celulosa (94% a 96%) (Combustible)
 - b. Sales minerales insolubles en agua (4% a 6%)
 - i. La cantidad de sales minerales insolubles en agua en la Fibra caña varía en función del punto de evaluación.
 1. Precosecha (valor de sales insolubles respecto al 100% de la caña: 0.5% a 1%)
 2. Cosecha (valor de sales insolubles respecto al 100% de la caña: 1% a 3%, aumento debido a la incorporación de tierra y pérdida de humedad de la caña)
3. Ingreso al tándem, Fibra caña industrial (valor de sales insolubles respecto al 100% de la caña: 0.5% a 1.5% (disminución debido a eliminación de sales insolubles en la caña (tierra – arena) por medio de los sistemas de limpieza de la caña (lavado y mesas auto limpiantes)).

Análisis cuantitativo de Fibra caña en Core:

4. La Fibra caña se analiza en las muestras de caña de Core sampler.
 - a. En Core sampler, la caña se muestrea, se desfibra y se prensa.
 - b. El prensado de la caña desfibrada da origen a 2 porciones:
 - i. % jugo extraído en la prensa y % torta prensa.
 - c. El % jugo extraído en la prensa es alrededor del 70% y el % de torta prensa es el 30%.
 - d. Determinación de % Fibra caña en Core sampler
 - i. La Fibra en caña Core se determina así:
 1. $\% \text{ Fibra caña} = \% \text{ Torta prensa} - (\text{Brix en la torta} + \% \text{ Humedad en la torta}) * \% \text{ Torta prensa} / 100$
 - ii. Valores típicos del cálculo anterior.
 1. $\% \text{ Fibra caña} = 30 - (10 + 45) * 30 / 100$
 2. $\% \text{ Fibra caña} = 30 - 55 * 0.3 = 13.5\% \text{ Fibra caña.}$

Objetivos del tándem

5. Usualmente se menciona que el objetivo del tándem es extraer la sacarosa de la caña y

tener la menor pérdida de azúcar en el bagazo y esto, definitivamente, es importante.

6. También tiene una importancia a considerar la capacidad de proporcionar bagazo lo suficientemente seco para que las calderas operen adecuadamente.
 - a. En la práctica, tener bagazo “seco” se convierte, en mi opinión, en el objetivo más importante de un tándem por la connotación que llega a tener el bagazo húmedo en el operar de un ingenio (el bagazo húmedo dificulta la estabilidad operativa de un ingenio).

Agrupamiento de datos de Fibra caña Core para la evaluación de la operación de los tándems:

7. En el presente trabajo se agruparon los datos de cada día de varias zafras por “Rangos de Fibra caña en Core sampler” siendo el tamaño de los Rangos de agrupación de 1 punto en 1 punto de Fibra caña Core y se asociaron a cada rango de Fibra los valores de los distintos parámetros operativos del tándem.
8. Lo importante en un proceso con materia prima que presente entre un 8% a 12% de heterogeneidad es conocer las tendencias más que fijarse en valores puntuales.
 - a. La integración de los valores puntuales por rangos de un parámetro permite conocer la tendencia del parámetro evaluado con respecto a un parámetro de referencia indicado en los Rangos correspondientes.

Efectos de la Fibra caña en los parámetros operativos:

9. La Fibra caña tiene efecto en:
 - a. Cantidad de caña molida.
 - b. Relación entre la Fibra caña evaluada en la caña muestreada en el Core sampler con la Fibra caña industrial.
 - c. Preparación de la caña (Índice de preparación).
 - d. Cantidad de bagazo producido (% Bagazo caña y % Fibra bagazo).

- e. Cantidad de pérdida de azúcar en el bagazo (Pol bagazo, Pérdida de molienda, Lbs. / t azúcar perdidas según el rango de Fibra caña y pérdida de Kg / t de azúcar).
- f. Cambio de Extracción diluida.
- g. Relación porcentual de la cantidad de agua de imbibición respecto a Fibra caña industrial.
- h. Otros.

Fibra caña y cantidad de Caña molida:

- 10. A mayor valor de Fibra caña, para las mismas condiciones de abertura de un tándem (setting), menor cantidad de caña molida.
- a. En el presente documento no se presenta esta relación debido a que la regulación de la cantidad de caña molida puede variarse independiente de la Fibra caña, sin embargo, la operación inherente del tándem hacia la Fibra caña no es fácil de variarla.

Fibra caña Core y Fibra caña industrial:

- 11. La Fibra caña industrial es la Fibra caña que procesa el tándem en sí y difiere de la Fibra caña Core evaluada en el Core, ingreso al ingenio, debido al efecto que tienen sobre ella los sistemas de limpieza de caña.
- 12. Si no existen sistemas de limpieza de caña, la Fibra caña Core es igual (similar) a la Fibra caña industrial.

Efecto del sistema de limpieza de la caña con agua, lavado, en la Fibra caña Core:

- 13. Para sistemas de limpieza de lavado de caña, la Fibra caña Core es diluida por agua y se eliminan parte de los sólidos insolubles (tierra – arena) más la pérdida de sacarosa correspondiente.
- 14. Usualmente el valor Fibra caña industrial es 5% menos que el valor Fibra caña Core para mesas de caña con lavado.
- a. **% Fibra caña industrial** = % Fibra caña Core * 0.95

Efecto del sistema de limpieza de la caña en mesas auto limpiantes (sin agua) en la Fibra caña Core:

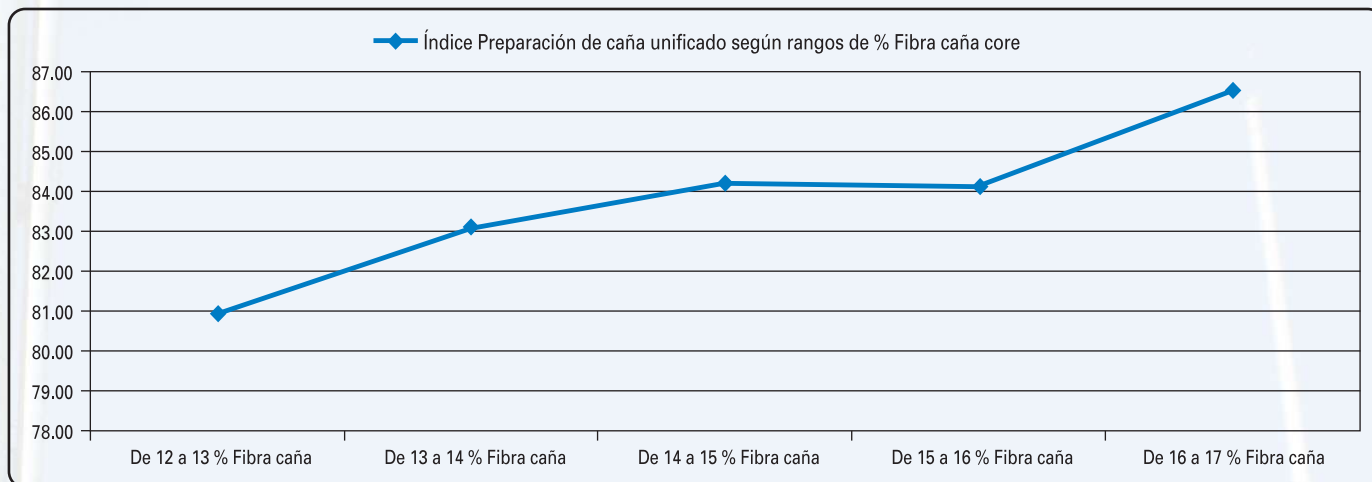
- 15. Para mesas auto limpiantes, una forma práctica de calcular la Fibra caña industrial es restándole a la Fibra caña Core la cantidad porcentual de tierra eliminada de la caña.
- a. **% Fibra caña industrial** = % Fibra caña Core - % tierra eliminada de la caña.
- 16. Ambos cálculos, por ser algoritmos generales, no son exactos al 100%, pero se acercan muy bien a los valores “reales” de la Fibra caña industrial.

Fibra caña Core e Índice de preparación de caña

- 17. La preparación de la caña realizada por desfibradoras y picadoras tiene 2 objetivos básicos:
 - a. Permitir moler más cantidad de caña manteniendo el setting constante del tándem.
 - b. Permitir extraer más azúcar de la caña.
- 18. Cuando la caña aumenta su % Fibra, los equipos de preparación de caña requieren mantenimientos más frecuentes.
- 19. Según los datos evaluados, la Preparación de la caña es mayor cuando el valor de % Fibra caña es mayor.
- 20. Comportamiento del Índice de preparación de la caña y la Fibra caña Core:
- 21. Los datos s y las pendientes de cambio según rangos de % Fibra caña Core:

Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña Core	Índice Preparación de caña
De 12 a 13 % Fibra caña	12.77	80.95
De 13 a 14 % Fibra caña	13.58	83.10
De 14 a 15 % Fibra caña	14.47	84.23
De 15 a 16 % Fibra caña	15.39	84.15
De 16 a 17 % Fibra caña	16.20	86.55

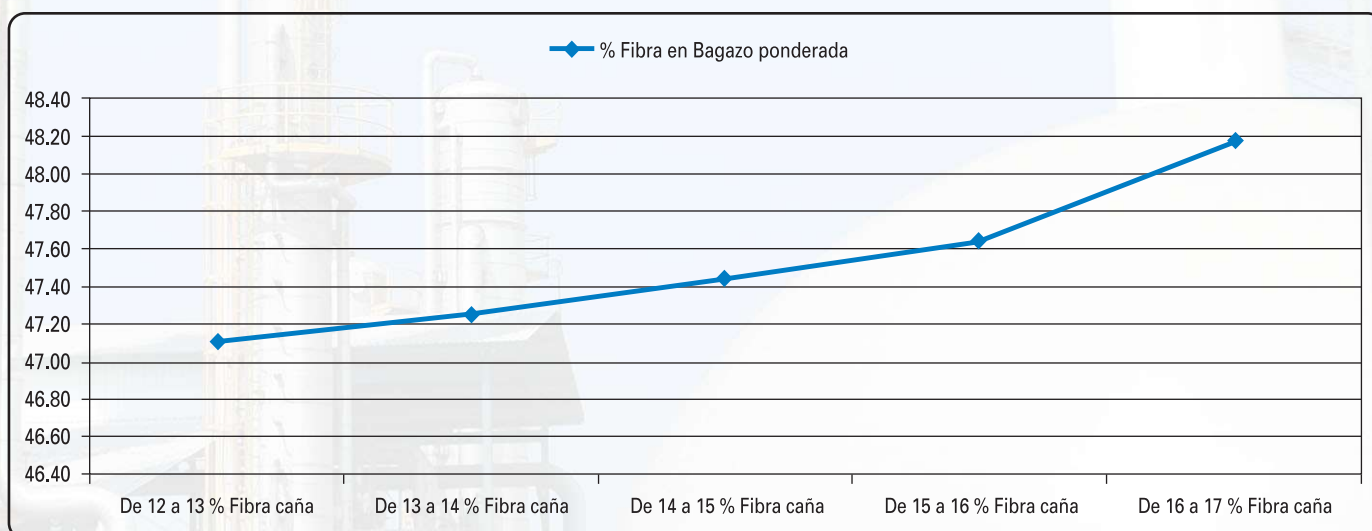
22. La grafica del Índice de preparación de caña versus los rangos de % Fibra caña indica que la Preparación de la caña ha tenido una tendencia de aumentar en tanto en cuanto el % Fibra caña también aumento.
- a. Proporcionalidad directa.



Fibra caña y % Fibra bagazo

23. La Fibra caña tiene una proporcionalidad directa con la Fibra bagazo.

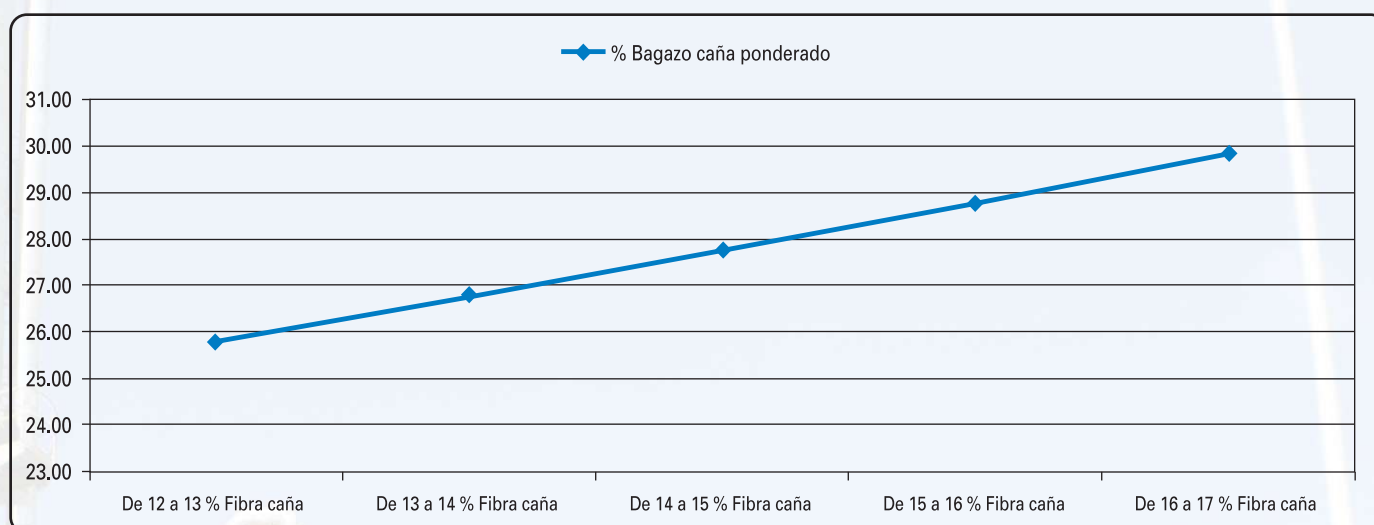
Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña Core	% Fibra en Bagazo
De 12 a 13 % Fibra caña	12.77	47.11
De 13 a 14 % Fibra caña	13.57	47.25
De 14 a 15 % Fibra caña	14.47	47.44
De 15 a 16 % Fibra caña	15.39	47.64
De 16 a 17 % Fibra caña	16.19	48.18
Cambio de % Fibra bagazo por cada una unidad de cambio de % Fibra caña Core		0.29



Fibra caña Core y % Bagazo caña

24. La Fibra caña tiene una proporcionalidad directa con el % Bagazo caña.

Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña Core	% Bagazo caña
De 12 a 13 % Fibra caña	12.77	25.79
De 13 a 14 % Fibra caña	13.57	26.78
De 14 a 15 % Fibra caña	14.47	27.76
De 15 a 16 % Fibra caña	15.39	28.76
De 16 a 17 % Fibra caña	16.19	29.82
Cambio de % Bagazo caña por cada una unidad de cambio de % Fibra caña Core		0.29



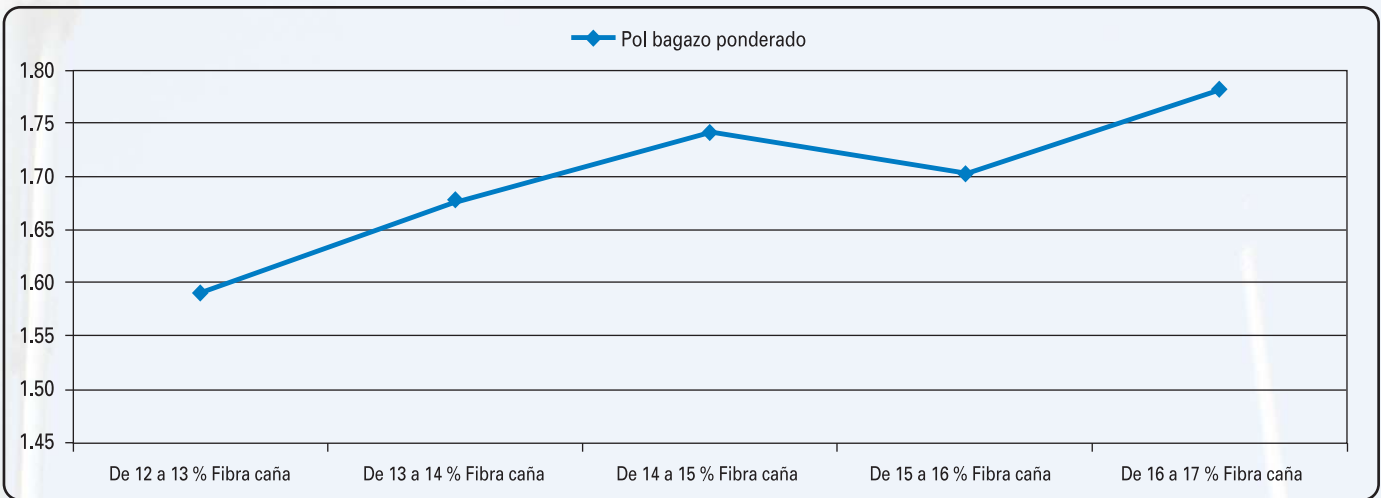
Fibra caña Core y Pol bagazo

25. La Pol bagazo está relacionada en proporcionalidad directa con el aporte de azúcar de la caña.

- Cuando la caña tiene un mayor aporte de azúcar, la tendencia es tener un valor más alto de Pol bagazo para las mismas condiciones operativas del tándem y viceversa.

26. La Fibra caña tiene una proporcionalidad inversa con el Pol bagazo. No se observa en una forma muy marcada la proporcionalidad inversa, aunque su tendencia la evidencia, debido a que los valores de cambio de Pol bagazo son pequeños entre sí.

Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña Core	Pol bagazo
De 12 a 13 % Fibra caña	12.77	1.59
De 13 a 14 % Fibra caña	13.57	1.68
De 14 a 15 % Fibra caña	14.47	1.74
De 15 a 16 % Fibra caña	15.39	1.70
De 16 a 17 % Fibra caña	16.19	1.78
Cambio de Pol bagazo por cada una unidad de cambio de % Fibra caña Core		0.05



Fibra caña Core y Perdida de molienda

27. Otra opción de interpretación de la operación de un tándem se hace a través de la figura denominada

“Perdida de molienda”.

28. La Perdida de molienda es la relación porcentual entre el valor de Pol bagazo respecto a Fibra bagazo.

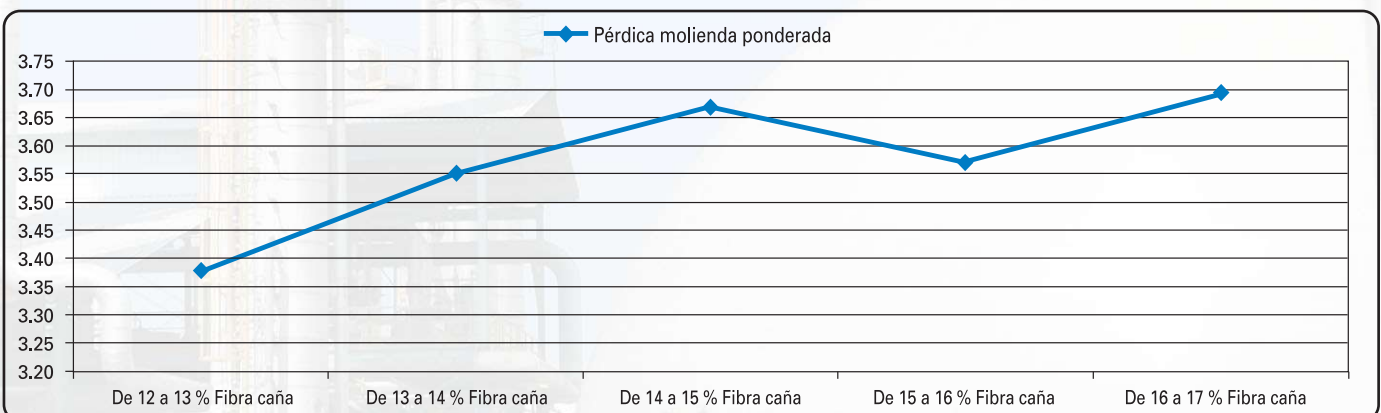
- a. La Pol bagazo se cuantifica desintegrando el bagazo en un digestor o licuadora industrial
- b. La Fibra bagazo se determina: $100 - \% \text{ Humedad de bagazo} - \% \text{ Brix bagazo}$

i. $\% \text{ Brix bagazo} = \text{Pol bagazo} * 100 / \text{Pureza jugo residual}$.

Perdida de molienda = $\text{Pol bagazo} * 100 / \text{Fibra bagazo}$.

29. La Fibra caña tiene una proporcionalidad inversa con la perdida de molienda, sus valores de cambio son pequeños, pero dentro de esta “pequeñez” son mayores que los cambios de Pol bagazo. Usualmente presentan tendencias de comportamiento similares, la Pol bagazo y la Perdida de molienda.

Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña Core	Perdida molienda
De 12 a 13 % Fibra caña	12.77	3.38
De 13 a 14 % Fibra caña	13.57	3.55
De 14 a 15 % Fibra caña	14.47	3.67
De 15 a 16 % Fibra caña	15.39	3.57
De 16 a 17 % Fibra caña	16.19	3.69
Cambio de Perdida de molienda por cada una unidad de cambio de % Fibra caña Core		0.07



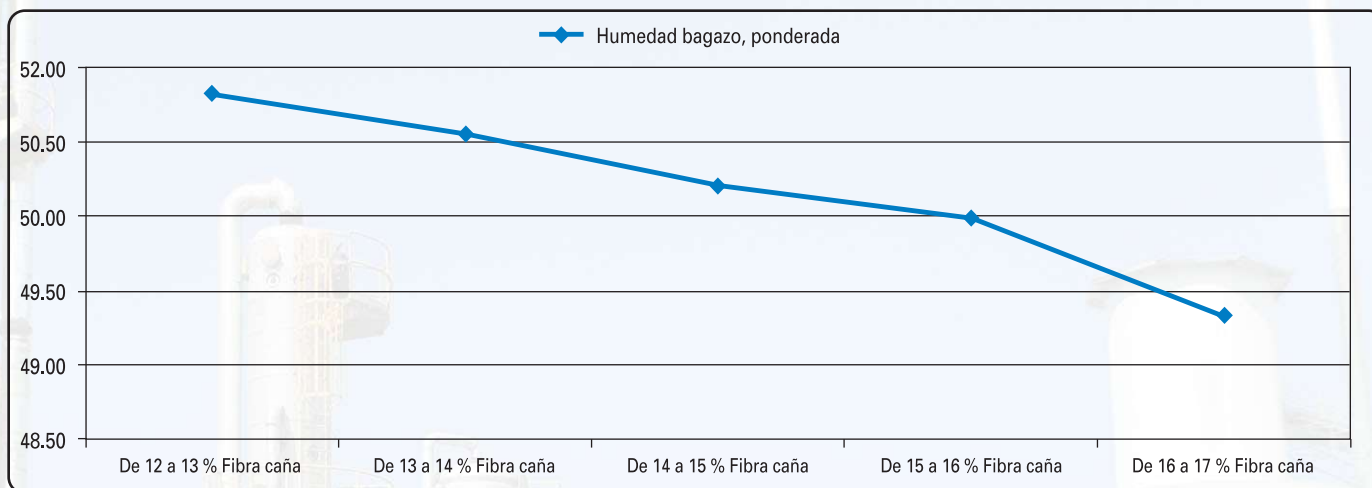
Fibra caña Core y % Humedad bagazo:

30. Al aumentar la Fibra caña, aumenta la dificultad de molienda y para evitar que se aumente la Humedad del bagazo (de mucha importancia para la adecuada combustión del bagazo en calderas), la adición de agua de imbibición se disminuye tácitamente por condiciones operativas de calderas y se observa que conforme aumenta la Fibra caña,

la humedad del bagazo tiende a disminuir en la operación de los tándems de XXX.

31. Parte de la explicación del descenso de humedad en el bagazo y su relación con el incremento de Fibra caña se puede deber a que la cantidad de material que pasa a través de las mazas es mayor y su "exprimido" mayor teniendo como consecuencia el descenso del % Humedad caña.

Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña Core	Humedad bagazo
De 12 a 13 % Fibra caña	12.77	50.82
De 13 a 14 % Fibra caña	13.57	50.55
De 14 a 15 % Fibra caña	14.47	50.21
De 15 a 16 % Fibra caña	15.39	49.99
De 16 a 17 % Fibra caña	16.19	49.33
Cambio de % Humedad bagazo por cada una unidad de cambio de % Fibra caña Core		-0.41



% Fibra bagazo y % Agua de imbibición:

32. La referencia general de la relación entre el % Agua de imbibición (relación porcentual entre la masa de agua que se adiciona a la caña en el tándem respecto a la caña) y el % Fibra caña industrial (Fibra caña en los tándems) se sugiere sea el 200%.

33. En la práctica cuando los valores de % Fibra caña se ven aumentados, esta relación disminuye debido al efecto que tiene el agua

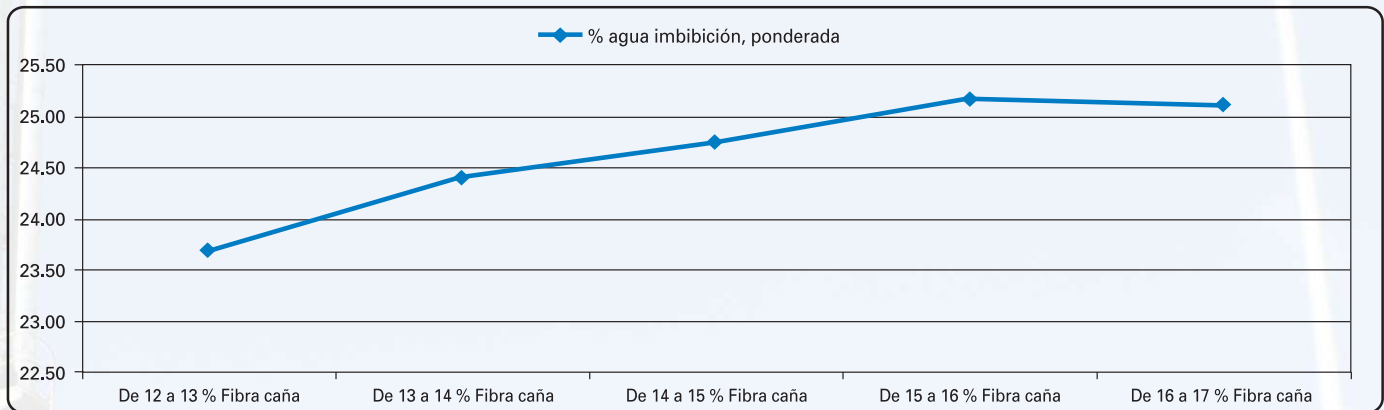
de imbibición en el contenido de humedad del bagazo, siendo éste un parámetro de especial importancia operativa (inclusive en ciertos momentos, importancia mayor que la de la pérdida de azúcar en bagazo)

34. Datos del comportamiento del Agua de imbibición y la relación porcentual Agua de Imbibición / Fibra caña industrial respecto a la Fibra caña industrial:

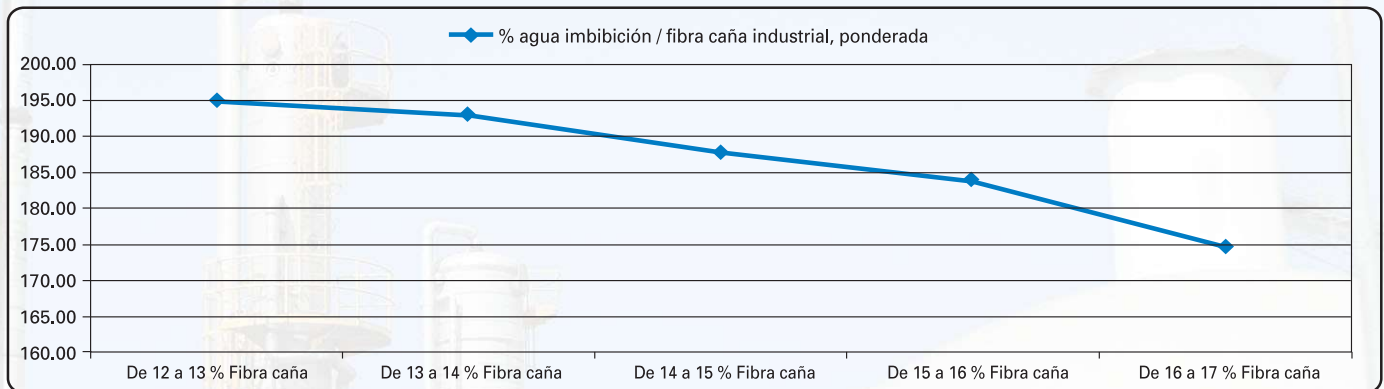
Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña industrial	% agua imbibición	% agua imbibición / Fibra caña industrial
De 12 a 13 % Fibra caña	12.15	23.69	195.06
De 13 a 14 % Fibra caña	12.65	24.41	192.98
De 14 a 15 % Fibra caña	13.17	24.74	187.78
De 15 a 16 % Fibra caña	13.70	25.17	183.79
De 16 a 17 % Fibra caña	14.37	25.10	174.80
Cambio del parámetro por cada una unidad de cambio de % Fibra caña industrial		0.64	-9.13

35. Gráficos:

a. Agua de imbibición y Fibra caña industrial



b. % Agua imbibición / Fibra caña industrial



% Extracción diluida y % Fibra caña Industrial:

36. La Extracción diluida, relación porcentual de masa de jugo diluido respecto a masa de caña, es el jugo que extrae los tándems e ingresa a las fábricas.

37. Se puede conocer de varias formas:
a. Medición de flujo de jugo e integración de densidad del jugo

- i. La densidad del jugo es difícil de determinar por su velocidad y su oclusión de aire.
 1. La densidad del jugo en movimiento es menor que la densidad que tiene en función de su grado Brix cuando el jugo está estático.
 - ii. El grado Brix se determina en jugos estáticos y sin oclusión de aire
- b. Pesaje del jugo (basculas (medición más exacta))

- c. Diferencia entre: % Caña (100) + % Agua de imbibición - % Bagazo caña = % Extracción diluida.
- i. Medición limitada por la cantidad de caña que no es el 100% de la caña pesada en báscula.
- ii. Medición limitada cuando el análisis de Fibra

caña es menos exacto (para XXX el análisis de Fibra caña Core es muy confiable).

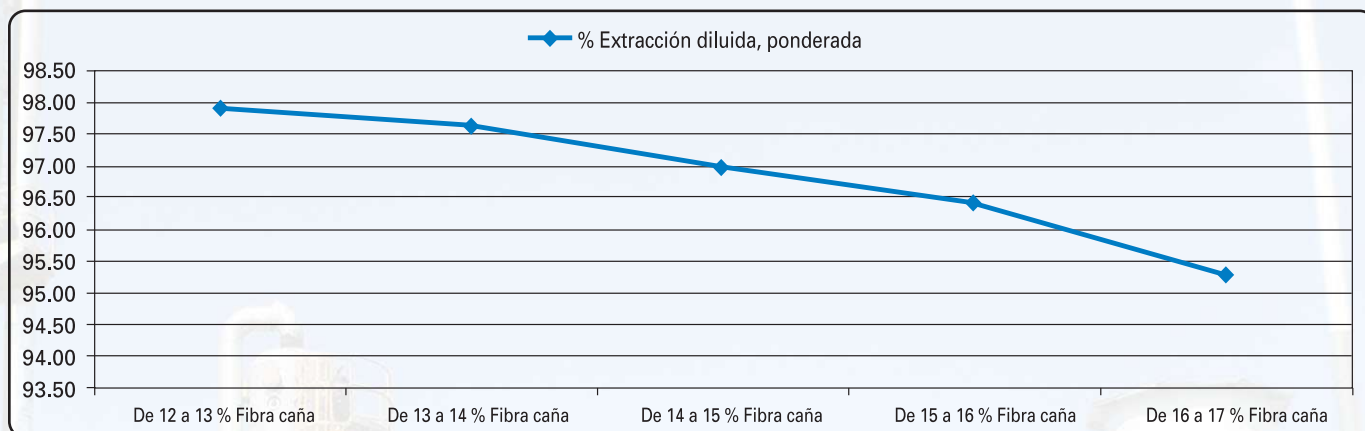
- d. Criterios de experiencia

38. El comportamiento de la Extracción diluida:

a. Datos tándem:

Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña industrial	% Extracción diluida
De 12 a 13 % Fibra caña	12.15	97.91
De 13 a 14 % Fibra caña	12.65	97.64
De 14 a 15 % Fibra caña	13.17	96.97
De 15 a 16 % Fibra caña	13.70	96.42
De 16 a 17 % Fibra caña	14.37	95.28
Cambio del parámetro por cada una unidad de cambio de % Fibra caña industrial		-1.19

b. Grafica de % Extracción diluida por Rangos de fibra caña industrial.



Extracción normal

39. La Extracción normal es una estimación de la Extracción diluida que se hubiera obtenido en un tándem sin adición de agua de imbibición, molienda en seco.

40. Debido a que esto no ocurre (la molienda en seco), hay fórmulas de uso generalizado para estimar el valor del jugo normal (equivalente al jugo diluido obtenido de un tándem sin adición de agua de imbibición)

- a. Brix jugo normal = Brix jugo primario * 0.97
- b. Pureza jugo normal = Pureza jugo diluido
- c. Pol jugo normal = Brix jugo normal * Pureza jugo normal / 100

d. El jugo normal no existe, pero aún se le da importancia como una figura para inferir la calidad de caña según sus valores de Brix, de Pol y de pureza.

e. Los valores estimados del jugo normal están influenciados por:

- i. Preparación de la caña
- ii. Sistema de limpieza de la caña (con o sin lavado)
- iii. Diseño y operación del molino 1
- iv. Asepsia del tándem
- v. Operación del tándem
- vi. Calidad de la caña en si
- vii. Otros.
- viii. Por lo anteriormente expuesto se puede decir

que la inferencia de la calidad de la caña es válida a través de los valores del jugo normal siempre y cuando la operación del tándem sea muy estable.

41. La Extracción normal se calcula así:
- a. **Extracción normal** = Extracción diluida * Pol jugo diluido / Pol jugo normal

Parámetro	Datos	
% Agua imbibición	24.14	%
% Extracción diluida	95.87	%
% Extracción normal	85.20	%
Dilución % Caña (puntos de agua de imbibición que migran al jugo diluido)	10.67	%
Punto de agua que migran al bagazo	13.47	%

Extracción sacarosa:

44. La Extracción sacarosa es la relación porcentual de la cantidad de sacarosa que migra al jugo diluido respecto al total de la sacarosa presente en la caña.
45. Su fórmula es:
- a. **Extracción sacarosa** (migración de Pol caña en el jugo que ingresa a las fábricas) = Extracción diluida * Pol jugo diluido * 100 / ((% Extracción diluida * Pol jugo diluido + % Bagazo caña * Pol bagazo) / 100)
- b. La integración de: (% Extracción diluida * Pol jugo diluido + % Bagazo caña * Pol bagazo) / 100 corresponde a lo que se conoce como **Pol caña industrial**.
- c. **La pérdida de Pol caña en bagazo** = (% Bagazo caña * Pol bagazo / 100) / Pol caña industrial.

Extracción 12.5% Fibra:

46. Debido a que la Extracción sacarosa en un tándem está afectada por la cantidad de Fibra caña, ya que ésta incide en la operación del mismo, se ha tratado de comparar para un valor de referencia de Fibra caña, la extracción de sacarosa.

Dilución % Caña

42. La Dilución caña es la diferencia entre la Extracción diluida y la Extracción normal e indica los puntos de agua de imbibición que migraron al jugo diluido.

- a. **Dilución % Caña** = %Extracción diluida - % Extracción normal

43. Datos ejemplo:

47. La comparación se realiza en función de una Extracción sacarosa que se obtendría en el tándem cuando la caña que muele tiene una Fibra caña de 12.5%.

48. La fórmula de la Extracción 12.5% Fibra:
- a. Extracción 12.5% Fibra = (Extracción sacarosa * (100 - Fibra caña) / Fibra caña) / ((100 - 12.5) / 12.5)
- b. **Extracción 12.5% Fibra** = (Extracción sacarosa * (100 - Fibra caña) / Fibra caña) / 7

Recuperación normal:

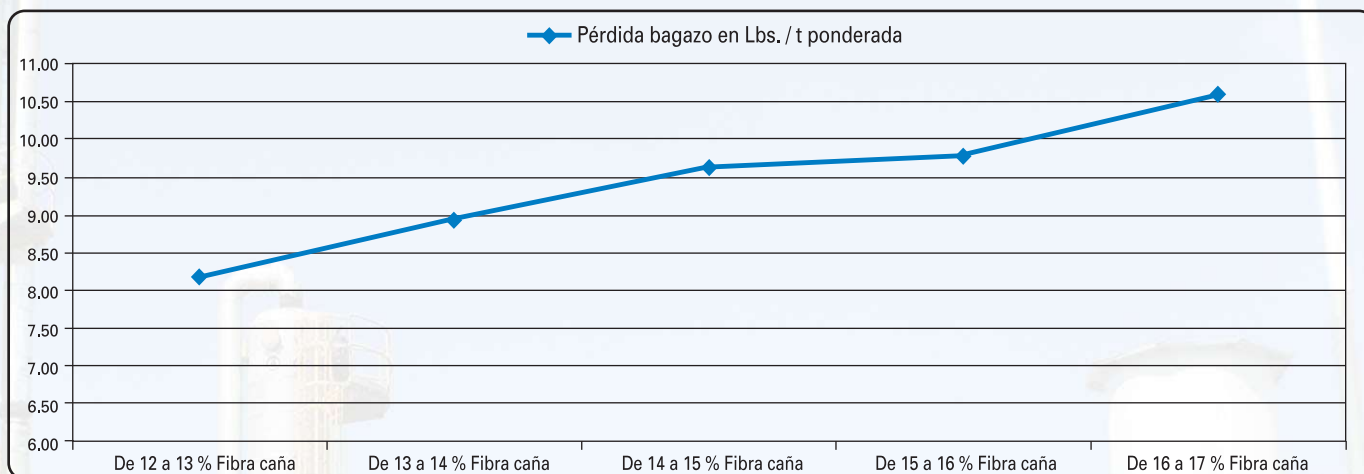
49. La Recuperación normal es una forma de estimar la Eficiencia de la fábrica a partir de la Pol del jugo normal relacionado esta Pol con el Rendimiento 96 grados Pol.
- a. **Recuperación normal** = Rendimiento 96 Pol en Lbs. / t * 100 / (Pol jugo normal * 20)
- b. **Recuperación normal** = Rendimiento 96 Pol en Kg / t * 100 / (Pol jugo normal * 10)

Fibra caña Core y pérdida de azúcar en el bagazo

50. Al aumentar la Fibra caña, aumenta la cantidad de bagazo, aumenta la Pol bagazo y por ende la pérdida de azúcar aumenta.

51. Se presenta el escenario para la molienda de 42 mil toneladas por día y el impacto que tiene el aumento de % Fibra caña con la disminución del Recobrado de azúcar:

Rango de % Fibra caña en Core	% Fibra caña Core	Perdida bagazo en Lbs. / t	Perdida bagazo en Kg. / t
De 12 a 13 % Fibra caña	12.77	8.20	4.10
De 13 a 14 % Fibra caña	13.57	8.98	4.49
De 14 a 15 % Fibra caña	14.47	9.67	4.63
De 15 a 16 % Fibra caña	15.39	9.80	4.90
De 16 a 17 % Fibra caña	16.19	10.63	5.32
Cambio de la perdida en bagazo por cada una unidad de cambio de % Fibra caña Core		0.65 Lbs / t	0.325 Kg / t



Comentarios generales:

52. El seguimiento y monitoreo de los datos obtenidos de mediciones y análisis son fundamentales para mantener la operación de tandems en niveles de alta eficiencia, mayor extracción de azúcar, mayor cantidad de caña molida, menor

perdida de azúcar en bagazo, tándem dentro de los parámetros de control de asepsia, humedad adecuada del bagazo para lograr una eficiente combustión en las calderas.

53. La medición se realiza para conocer y mejorar.

Atentamente,

Oscar Monzón

Expectativas y evaluación del Curso Virtual: Pérdidas de Sacarosa en Fábrica

Por: Licda. Nancy Jeissel Monroy Ramos
Vocal II ATAGUA

INTRODUCCIÓN

En seguimiento del Plan Anual de Capacitación de ATAGUA 2021, se procedió a la selección del tema para el proceso industrial, para lo cual se realizó la consulta con algunos técnicos de fábrica para conocer sus necesidades y expectativas de capacitación y con base a la información obtenida se procedió a la búsqueda del experto para el tema, a quién se le solicitó el desarrollo del programa y contenido, horas de capacitación, costos totales y análisis del costo beneficio para ATAGUA y participantes.

Tema: **Pérdidas de Sacarosa en Fábrica**

Expositora: **Dra. Gillian Eggleston**, Directora del Instituto Audubon Sugar de la Universidad Estatal de Louisiana.
Trayectoria Profesional: Durante su carrera ha tenido numerosos logros, su investigación es de gran impacto comercial y científico en la industria azucarera y afines en todo el mundo.

Algunos de los logros de la expositora: El esclarecimiento de los procesos bioquímicos y físicos que conducen al deterioro de los cultivos de caña de azúcar, clarificación del jugo, aplicaciones de enzimas industriales, pérdidas de azúcar, efectos de la materia extraña en el procesamiento de la caña de azúcar.

Contenido del programa:

1. ¿Dónde Ocurren las pérdidas de sacarosa en la fábrica de caña de azúcar? (por fuera y por dentro)
2. Medición de las pérdidas de sacarosa en la fábrica
3. Pérdidas reales de sacarosa química en la fábrica
4. Métodos para reducir / controlar las pérdidas de sacarosas en la fábrica (por fuera y por dentro)

Información del evento: Se llevó a cabo el 15 y 16 de julio en los horarios de 9:00 a 12:00 horas. Se contó con la participación de 158 técnicos. Se contó con el patrocinio de Horcalsa.

Medición de la eficacia del evento

Para lograr la mejora continua ATAGUA evalúa la eficacia de los cursos que organiza y procedió a enviar la encuesta a los técnicos participantes, obteniendo entre los resultados más importantes los siguientes:

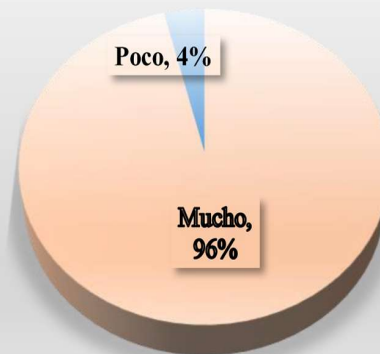
Reacciones

¿Como calificaría el curso?



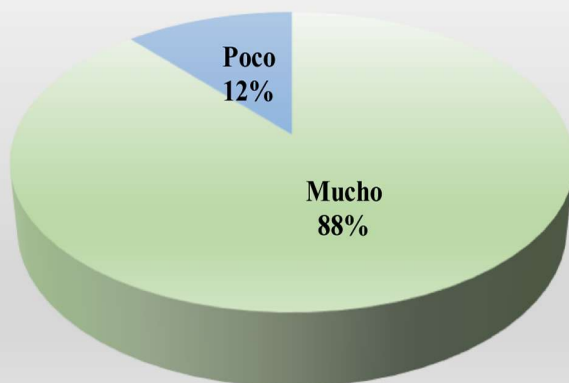
Aprendizaje

¿El contenido del curso llenó sus expectativas?



Impacto

Que tanto conocimiento de su interés, adquirió en el desarrollo del curso?



Conclusiones:

El curso fue organizado de manera eficiente, se cumplió con el objetivo esperado. Los técnicos participantes quedaron satisfechos con la organización del evento y la atención prestada durante la ejecución.

Sobre la capacitación de Pérdidas de Sacarosa en Fábrica, impartido por la Dra. Gillian Eggleston en julio de 2021

Por: **Byron López Maldonado**
Ingenio Santa Ana

INTRODUCCIÓN

El 15 y 16 de julio del año 2021, ATAGUA organizó el importante evento de capacitación: "Pérdidas de Sacarosa en Fábrica", impartido por la reconocida científica: Dra. Gillian Eggleston, de Luisiana. Debido a que el curso fue impartido en inglés, se contó con el valioso apoyo para la traducción de la Ingeniera Stephania Imbachi de nacionalidad colombiana, muy conocedora de los temas.

La necesidad de tener una capacitación de alto nivel, sobre estos temas de parte de una persona técnica científica de gran reconocimiento, surge de la reciente crisis de precios del azúcar, donde se llegaron a dar precios del azúcar en el mercado internacional que pusieron en riesgo las operaciones de los ingenios tanto de Guatemala como de otros países. Al existir una crisis de este tipo, se sabe que la misma se puede reducir al incrementar la productividad, reducir los costos y producir productos con valor agregado; esto último porque los productos de la industria azucarera están entre los que se conocen como "commodities".

Los ingenios de Guatemala han estado impulsando el conocimiento de sus pérdidas de sacarosa, cada vez con mayor dedicación, para que el valor de las denominadas pérdidas indeterminadas, que actualmente son una resta de lo que ingresa, menos lo que se recupera y lo que se determina convencional y rutinariamente (pérdidas en bagazo, cachaza y miel final), sea reducido o se logre saber si dicha sacarosa sí ingresó y por qué no se envasó.

Primeramente, la Dra. Eggleston se enfocó en las pérdidas indeterminadas, las cuales pueden ser: aparentes, microbiológicas, químicas y físicas. Con respecto a las primeras, mencionó que éstas se deben a errores en medición, muestreo, análisis y específicamente en que se puede tener una incorrecta estimación de la cantidad de jugo ingresando a la fábrica y más si el jugo no se pesa como sucede en Luisiana también, errores en las existencias, muestreo no representativo, degradación de muestras, errores humanos, equipos no calibrados y que el Pol no es un método muy exacto para conocer la sacarosa. Importante esta sección debido a que son temas que pueden hallarse en algunos textos, pero que no pueden

ser más especificados sino por una persona que investigue sobre el tema y luego lo pueda transmitir.

Al dar a conocer las pérdidas microbiológicas de sacarosa, comentó sobre las 4 principales manifestaciones de las mismas por medio de la cuantificación de los metabolitos: Dextrana, Manitol, Ácidos orgánicos y Fructano. Declaró que los mejores métodos para reducir la cantidad de microbios son el calor y la clarificación. Los problemas debidos al deterioro microbiológico, mencionó que se daban por la pérdida de sacarosa, el incremento de la viscosidad y la turbidez y no menos importante en tiempos actuales, la calidad del azúcar.

Al introducir el tema de las pérdidas químicas de sacarosa, mencionó nuevamente que la polarización no es un método de gran fidelidad para determinar pérdidas de sacarosa y que había métodos directos e indirectos, cada uno con sus ventajas y desventajas. Las pérdidas químicas pueden ser determinadas por la ecuación de Schaffler que involucra el conocer el contenido de glucosa en muestras del mismo lote, preferentemente al ser tomadas antes y después del proceso y basarse dicha ecuación en estas diferencias. La glucosa es preferible mencionó, debido a que es más estable que la fructosa pero, sólo puede ser determinada, de una forma relativamente sencilla por medio de cromatografía preferiblemente líquida. Mencionó que se podía utilizar una segunda fórmula que implicaba conocer la sacarosa y esto se resumía en una diferencia preferiblemente entre purezas reales, tomando como valor de sólidos disueltos, el Brix. Cabe mencionar que una reducción % en pureza, es equivalente a la pérdida porcentual de sacarosa. La Dra. Eggleston generó un cuadro para decidir qué analizar dependiendo si el valor de fructosa es mayor que el de glucosa.

Una de las solicitudes que tenían los técnicos azucareros era: ¿cómo pasar estos valores

determinados de una forma no convencional a valores de pérdida de azúcar en masa? por lo cual la doctora dio ejemplos de cómo realizar estos cálculos. Mencionó que en su experiencia las pérdidas eran distintas en las mismas áreas en distintas épocas de la zafra. Aparte, dio un cuadro donde mencionaba en forma económica, las pérdidas monetarias por introducir a distintos pHs el jugo claro en la evaporación.

A continuación dio una sección de síntomas observados en el proceso y sus probables causas y cómo controlarlas. Seguido dio unas reglas básicas para la reducción de pérdidas químicas de sacarosa, todo de muchísima utilidad. La capacitación impartida por la Dra. Eggleston, con el apoyo de la Inga. Imbachi, fue de gran calidad, técnico-científica ya que se basó en estudios realizados a lo largo de su extensa trayectoria. Fue interesante notar que la mayoría de los asistentes a esta capacitación fueron extranjeros, lo que demostró el amplio conocimiento que tiene de la calidad y categoría de la expositora.

La capacitación dejó una serie de herramientas que al ser utilizadas por los técnicos guatemaltecos podrán lograr la disminución de las pérdidas de sacarosa. Además se obtendrá un aumento en la productividad y calidad del azúcar. La inversión en investigación o dotación de los laboratorios con mejores equipos, es de gran importancia, luego de obtener el conocimiento con este curso, pues se conoce dónde hallar que la sacarosa se está transformando en otros compuestos.

Muy importante la organización de este evento con el trabajo muy eficaz de la Licenciada Nancy Monroy, el licenciado Luis Carlos Arroyo, presidente de ATAGUA y las siempre eficientes Maria Estela Brán y Betsabé Bautista. Se desea que organizaciones como ATAGUA, siempre tengan el apoyo de los ingenios guatemaltecos, ya que los eventos de capacitación que organizan, siempre son de muy alto nivel y generan mucho valor.

HORCALSA ESTÁ PRESENTE EN LA INDUSTRIA AZUCARERA



**Maximiza la pureza
en la extracción**

**Mayor clarificación
de azúcar**

**Mayor rendimiento en
proceso de reacción**

 www.horcalsa.com

 HorcalsaOficial

 HorcalsaOficial

 HorcalsaOficial

 PBX: (+502) 2368-8700

 Call center: 1780

 sac@cempro.com