

Atagua



ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA

JULIO · SEPTIEMBRE

2019

www.atagua.org



Procesos de Estándares Mundiales

Competitividad y Equidad



GUATEMALA 2020

ATAGUA Congreso Caña de Azúcar

Cultivando una integración regional

XXII Congreso Centroamericano
XV Congreso Nacional

Integración de Costos

Agua y Gobernanza



Promociones especiales en inscripciones antes del 15 de abril



Conferencias y gira de campo a ingenios azucareros



US\$ 300 asociado activo
US\$ 350 no asociado
US\$ 400 extranjero



25 al 29 de mayo 2020



Antigua Guatemala,
Hotel Santo Domingo

www.atagua.org

[\\Atagua](https://www.facebook.com/Atagua)

(502) 5517 - 3978
(502) 5436 - 3490

adminatagua@cengican.org



Diseño experimental de bloques aumentados.

Metodología para la evaluación de la operación de los filtros de Cachaza.

"Costos de Producción Vs. Productividad"

Ingeniero Rolando Acevedo Terraza

JUNTA DIRECTIVA

Lic. Luis Carlos Arroyo Ingenio Santa Ana	Presidente
Ing. Fernando Barneond Ingenio Pantaleón	Vicepresidente
Ing. Christian Rodríguez Ingenio Trinidad	Tesorero
Dr. Gerardo Espinoza Cengicaña	Sub Tesorero
Ing. Joel Morales Ingenio Magdalena	Secretario
Ing. Francisco Paz Fong Ingenio Pantaleón	Sub Secretario
Ing. Fabricio Alvarado Ingenio Pantaleón	Vocal I
Ing. Sebastian Pinto Ingenio Santa Ana	Vocal II
Ing. Marco Tax ICC	Vocal III
Licda. Nancy Monroy Ingenio Trinidad	Vocal IV
Lic. Aldo Medina Ingenio Trinidad	Vocal V

Lic. Luis Carlos Arroyo Matute

Estimados lectores:

Es un enorme privilegio dirigirme nuevamente a ustedes para agradecer la participación y entusiasmo que nos han brindado a lo largo del año, nos es grato informarles que como parte de la formación y capacitación de nuestros técnicos en esta revista podrán encontrar temas relevantes como: "Diseño Experimental de Bloques Aumentados: Un instrumento para la valoración genética de genotipos de caña de azúcar en el Estado II de selección de CENGICAÑA" y Metodología para Evaluación de la Operación de los Filtros de Cachaza". Queremos felicitar a nuestro personaje destacado, el Ing. Rolando Acevedo y todos los que siempre corren esa milla extra, que, con sudor, migrañas y pocas horas de sueño nos comparten esas experiencias, nos muestran hacia donde debemos dirigirnos como agroindustria y nos dan las herramientas para hacerlo, a todos ellos queremos decirles "Muchísimas gracias".

La Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala organizó en el mes de agosto el Seminario Agrícola e Industrial "Costos de Producción vs Productividad", que contó con la participación de exponentes nacionales y extranjeros que compartieron sus experiencias y avances de sus líneas de investigación y desarrollo. Agradecemos enormemente el apoyo incondicional de las casas comerciales que, con su respaldo económico, profesionalismo y presencia una vez más dieron ese realce al evento. Quiero agradecer también a los directores y gerencias en general, que han permitido la participación de sus profesionales y ha permitido que nuestro Seminario haya sido todo un éxito.

Estamos a la puerta de una nueva zafra, de un nuevo reto, sabemos que no hay zafra iguales, pero si estamos seguros que, trabajando en equipo con la ayuda de Dios, cosecharemos en abundancia. Mil gracias a todos por endulzar los hogares y ser parte de la energía que nos contagia a todos.

Bendiciones a todos.



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

(502) 5517-3878 · (502) 5436-3490

adminatagua@cengican.org

secreatagua@cengican.org

NUESTRA PORTADA:

Amanecer Industrial

Autor:

Ing. Oscar Manuel Suchini,
Ingenio Pantaleón.



Diseño Experimental de Bloques Aumentados: Un instrumento para la valoración genética de genotipos de caña de azúcar en el Estado II de selección de CENGICAÑA

Por:
Dr. Fredy Rosales Longo



- Experimentos
- Brix
- Estrato Litoral
- Diseño de bloques aumentados

1. INTRODUCCIÓN

En las estimaciones de los valores genéticos de la caña de azúcar en los estados tempranos de selección, siempre existe el problema de la escasez de material reproductivo, tal como ocurre con el Estado II de selección del programa de variedades de CENGICAÑA. Se cuenta con solamente una pequeña cantidad de material vegetativo, suficiente para plantar una pequeña unidad experimental de un surco de tres a cinco metros de largo lo que no permite realizar repeticiones para cada material genético (Orozco, Quemé, Ovalle, & Rosales-Longo, 2012). La cantidad de evaluaciones se limitan en muchos casos a la valoración visual por escalas. El contenido de sólidos solubles es determinado por refractometría y se convierte en el único valor susceptible de algún tipo de análisis cuantitativo (Rosales-Longo, et al., 2018). Los análisis que se realizan se han circunscrito a estadística descriptiva, análisis de estadística no paramétrica y análisis de regresión lineal logística.

Este es un problema generalizado para muchos programas de mejora genética que intentan valorar genéticamente sus materiales en estados iniciales de selección, donde se cuenta con gran cantidad de genotipos para evaluar, pero con poco material reproductivo de éstos (Sahagun-Castellanos, 1985) (Cullis, Smith, & Coombes, 2006). En el Estado II de selección se evalúan entre 6,000 y 9,500 genotipos diferentes cada año. Una forma de poder hacer inferencias cuantitativas con estos tipos de experimentos es mediante el aumento relativo en r veces el número de observaciones que ocupan, dentro de los ensayos, los tratamientos correspondientes a los testigos. Cada material genético experimental se mantiene sin repeticiones.

Para manejar esta situación, se introdujo una clase de diseños llamados "Diseños Aumentados" (Federer & Raghavarao, 1975). Un caso similar se introdujo en el "Experimento Central Compuesto", donde se aumenta un tratamiento en particular para el ajuste posterior de un modelo cuadrático (Montgomery, 1991). Un grupo de nuevas variedades (v^*), que no pueden repetirse en un experimento

y otro grupo (v) de variedades testigos, que sí pueden repetirse en un experimento, son ubicadas apropiadamente dentro del diseño experimental apropiado, de tal forma que pueda controlarse la heterogeneidad del sitio de evaluación (Federer & Raghavarao, 1975). Este es el caso en los experimentos del Estado II de selección del programa de variedades de CENGICAÑA, en donde las variedades testigos son distribuidos en forma de grilla en todo el experimento (Rosales-Longo, et al., 2018).

Debido a la forma en que se suelen plantar los experimentos del Estado II, estos pueden ser analizados como "Diseños de Bloques Aumentados". Este diseño permite estimar el efecto de los bloques y los genotipos dentro de un experimento en particular.

Por definición, se acepta que un diseño experimental aumentado es cualquier diseño estándar, aumentado con r tratamientos (testigos) en un mismo bloque, un bloque incompleto, una fila, una columna, etcétera (Sahagun-Castellanos, 1985).

La aleatorización de los testigos es importante dentro de los bloques (Federer & Raghavarao, 1975), esto permitirá varianzas del error insesgadas. Sin embargo, si los testigos son asignados aleatoriamente en un bloque, su distribución puede ser irregular y en consecuencia pueden no ofrecer un apropiado ajuste a las variaciones en el suelo (Sahagun-Castellanos, 1985). En el estado II, de cual se hace referencia, los testigos no son ubicados aleatoriamente dentro del bloque, sino a una distancia equivalente

en todos los bloques, éstos son plantados en una forma de grilla o parrilla, lo cual se adapta mejor en términos de intentar controlar mejor la heterogeneidad del suelo donde se plantan los experimentos.

A continuación, se presenta una discusión sobre los resultados del uso un diseño experimental aumentado en cuatro experimentos del Estado II de selección del programa de variedades de CENGICAÑA.

2. OBJETIVOS

1. Establecer la porción de la varianza general de cada uno de los cuatro experimentos que puede ser explicada por los factores incluidos dentro del análisis de variación para cada experimento.
2. Calcular la eficiencia relativa del "diseño de bloques aumentados" en cuatro experimentos del Estado II de selección del programa de variedades de CENGICAÑA.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Se utilizaron los resultados de medición de refractometría ("Brix") en los cuatro ensayos de selección del Estado II de selección, con variedades de la serie CG16 (dos de variedades con flor y dos de variedades sin flor) en dos estratos de altitud diferentes: Sub-estación experimental del estrato medio (Estado II Flor, en la finca San Bonifacio ubicada a 213 msnm a 14°15'14.49" N y 91° 1' 44.63" O, así como el Estado II No Flor que se ubicó en la finca El Bálsamo, cañal "El Seis" del ingenio Pantaleón a 237 msnm, 14°15'38.89" N y 91° 00' 22.36" O) y la Sub-estación experimental del estrato litoral (finca El Retazo, del ingenio Magdalena a 17 msnm, 14° 01' 14.99" N y 91° 06' 34.42" O).

Material Vegetal

Se realizaron una serie de mediciones de refractometría (Brix) en cada uno de los experimentos distribuidas según el Cuadro 1.

Ensayo	Numero de observaciones	testigos
litoral_con_flor	7	CG02-163
	7	CP72-2086
	7	CP73-1547
	185 (sin repeticiones)	CG16's
litoral_sin_flor	8	CP72-2086
	8	SP79-1287
	8	SP83-2847
	217 (sin repeticiones)	CG16's
medio_con_flor	8	CP72-2086
	8	CP73-1547
	123 (sin repeticiones)	CG16's
medio_sin_flor	10	CP72-2086
	191 (sin repeticiones)	CG16's

Cuadro 1: ▶

Material Vegetal, serie de mediciones.

Diseño Experimental

Se analizaron los experimentos según los procedimientos que indica (Sahagun-Castellanos, 1985) y (Federer & Raghavarao, 1975), de acuerdo con este último autor, el análisis se realizó para un Diseño Experimental de Bloques Aumentados cuando las variedades testigo estuvieron en un diseño de bloques ligados.

Variable de Respuesta

Lecturas Refractométricas en porcentajes (Brix).

Análisis de la Información

Análisis y gráficas de residuos y de cuantil-cuantil. Análisis de Variación para un modelo fijo de un diseño experimental aumentado, mediante el paquete de R agricolae (De Mendiburu, 2017). Todas las figuras fueron hechas en el programas básicos de análisis estadísticos en R (R Core Team, 2019).

Eficiencia Relativa del Diseño Experimental Aumentado.

Como no hay otro tipo de diseños experimentales con los cuales comparar el que aquí se presenta, se realizó una modificación a la fórmula de eficiencia propuesta por Fisher (Steel & Torrie, 1986). Se utilizó el cálculo directo de la varianza para una muestra para cada experimento. Es decir, se comparó el uso de este diseño contra el “no uso de ninguno”. La ecuación utilizada para el cálculo de la eficiencia relativa se presenta en la Ecuación 1.

Donde, n_1 son los grados de libertad del diseño a probar, n_2 son los grados de libertad de la varianza general. S_1^2 y S_2^2 corresponden al cuadrado medio del error experimental del diseño aumentado y la varianza general respectivamente.

Ecuación 1

$$ER = \frac{(n_1 + 1) (n_2 + 3) S_2^2}{(n_2 + 1) (n_1 + 3) S_1^2}$$

4. RESULTADOS

En la Figura 1 (a, b, c y d), se presentan los gráficos de cuantil-cuantil (QQ). En estos se aprecia que existe una ligera desviación de los datos con respecto a la media.

Se observa en la Figura 1 que las distribuciones alcanzan con cierta dificultad la normalidad. Sin embargo, la cantidad de datos obtenidos es suficientemente alta para permitir una distribución muy cercana a la normal. Se realizaron las transformaciones rutinarias a la variable de respuesta planteada, Brix, sin embargo, los resultados fueron esencialmente los mismos, por lo que se optó por usar los valores originales.

Un gráfico de dispersión de los residuos (*desviaciones*), mostraron un nivel aceptable de distribución, si bien es posible que estos puedan ser mejorados mediante un muestreo más amplio de los testigos en el número de observaciones para los testigos, aumentadas por bloque (Figura 2).

De los cuatro experimentos, el que presenta una distribución menos dispersa es el experimento del estrato medio con variedades con flor. También fue el que contó con el menor número de lecturas de variedades CG y de testigos. En todo caso, la dispersión es suficiente para realizar los análisis correspondientes. En general, puede que las distribuciones contengan algunas inconsistencias debido a que emplearon para la medición del Brix dos refractómetros. Si bien ambos son de la misma marca y modelo, parece ser que es necesario realizar un proceso más exhaustivo de calibración de éstos directamente en el campo, a fin de correlacionar lo mejor posible ambas mediciones. Los valores de las varianzas generales de la variable Brix se presentan en el Cuadro 2 con sus respectivos grados de libertad.

Se aprecia que el experimento de variedades con flor del estrato medio es la que muestra la más alta varianza, lo que es consistente con una dispersión poco uniforme según lo que se observó en la Figura 2. En general, este experimento mostró una dispersión muy separada, es

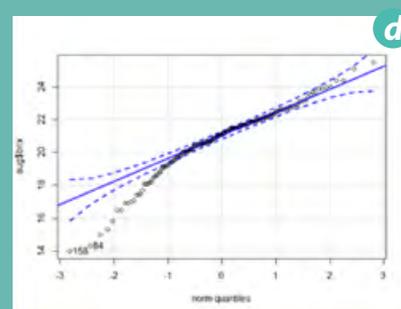
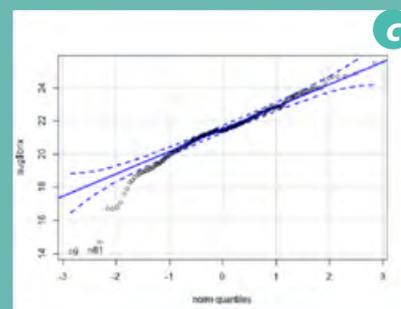
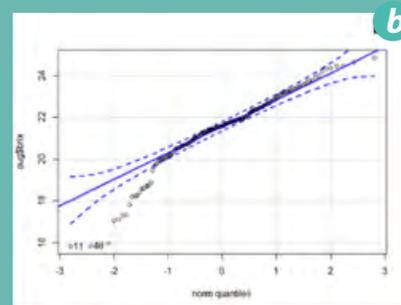
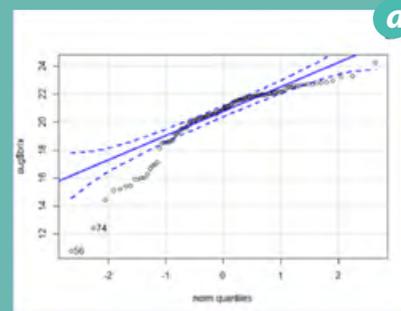


Figura 1:
Distribución de los cuantiles normales versus las lecturas de Brix.

Experimentos:

- medio con flor (a),
- medio sin flor (b),
- litoral sin flor (c)
- litoral con flor (d)

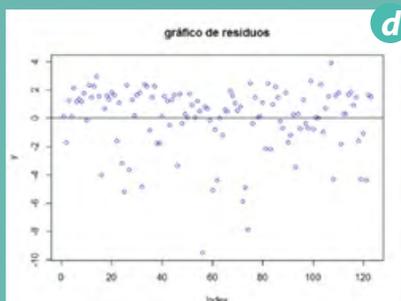
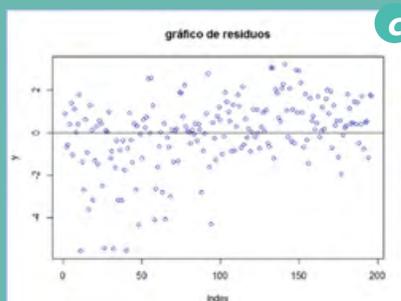
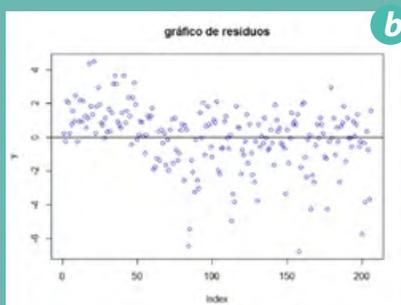
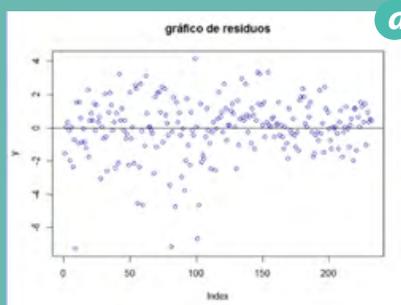


Figura 2:
Gráficos de Dispersión de los residuos (*desviaciones*).

Experimentos:

- medio con flor (a),
- medio sin flor (b),
- litoral sin flor (c)
- litoral con flor (d)

decir hubo muchos valores de lecturas en el rango que no fueron encontrados. Esto se debió, posiblemente a que, en parte, el experimento no mostró un buen desarrollo fenotípico y no fue posible encontrar un buen número de genotipos candidatos a los que se les pudiera medir la concentración de sólidos solubles.

En el Cuadro 3 se presenta el resumen de los valores para un análisis de variación para un diseño experimental aumentado con los testigos plantados sistemáticamente en una forma de grilla, no necesariamente aleatorizado.

Se observa en el cuadro 3 que los valores de probabilidad de encontrar un valor absoluto mayor que F son relativamente altos. Solamente en los experimentos del litoral fue posible encontrar diferencias significativas, aunque para un alfa (α) entre 0.05 y 0.10. Las faltas de significación estadísticas encontradas en los experimentos del estrato medio, pueden deberse a que el número de lecturas para diferentes valores fue menor en los experimentos del estrato medio, si bien los rangos fueron similares a los que se presentaron en el resto de los experimentos.

Los coeficientes de variación fueron relativamente bajos, lo cual es razonable considerando que la medida del error se hace sobre los genotipos testigos, los cuales varían relativamente poco entre ellos. En todo caso los análisis muestran datos valiosos en términos de los efectos en los que la variación es separada. Es posible que debido a que, posiblemente, a no se contó con un mayor número de lecturas sobre los testigos en cada bloque, entonces las diferencias entre los genotipos, no fue del todo claro. Con un mayor número de lecturas en los testigos (controles) y un mayor número de lecturas de éstos en cada bloque puede ser posible ser más preciso con la medición del error experimental. En este sentido, parece que es necesario aumentar el número de observaciones por bloque y al menos contar con tres testigos con lecturas aumentadas en cada bloque.

En todo caso, es preciso anotar que, la utilización de este instrumento, será de amplia utilidad para la clasificación y jerarquización de los genotipos en evaluación en el Estado II, según las lecturas refractométricas. La selección, en el Estado II, debe ser iniciada por la discriminación de genotipos según su lectura refractométrica y luego, seguida por el resto de las variables como la valoración sobre acumulación de biomasa y la reacción a enfermedades, seguidas finalmente por características de manejo agronómico.

El uso de esta herramienta debe ser entendida desde el punto de su eficiencia en términos de explicar la proporción de la varianza debida a cada uno de los factores: genotipos y bloques. En este sentido, se realizó un cálculo de la eficiencia relativa de los experimentos según la varianza debida a los genotipos de caña de azúcar con respecto a la varianza general, en una modificación de la metodología propuesta por Fisher (Steel & Torrie, 1986).

Cualquier valor superior a 1, sería un valor que justifica plenamente el uso de este diseño experimental (Steel y Torrie, 1985). Según lo observado en el Cuadro 4, el uso de este experimento se justifica

experimentoV	arianza	Grados de Libertad (n-1)
bajo con flor3	.5057	205
bajo sin flor2	.9633	230
medio con flor5	.4691	122
medio sin flor2	.7954	195

▼ **Cuadro 2:** Valores de varianza (S^2) para cada conjunto de datos (experimentos) calculado a partir de una muestra.

Litoral con Flor					
	Df	Sum SqM	ean Sq	F value	Pr(>F)
bloque.sin_ajustar6		41.16	6.8597		
trt.adj (Genotipos)	180	640.78	3.5599	1.6806	0.09318
Control (testigo)	3	26.18	8.7276	4.1202	0.02076
Control + control.VS.aug.	177	614.63	.4723	1.6392	0.10431
Residuos (Error)	19	40.25	2.1183		
				CV=7%	Media=20.86

Litoral Sin Flor					
	Df	Sum SqM	ean Sq	F value	Pr(>F)
bloque.sin_ajustar4		8.38	2.0946		
trt.adj (Genotipos)	212	654.43	3.0869	1.87530	.0798795
Control (testigo)	35	2.28	17.4277	10.587	0.0005432
Control + control.VS.aug.	209	602.15	2.8811	1.7502	0.1052865
Residuos (Error)	15	24.69	1.6461		
				CV=6%	Media=21.37

Medio con flor					
	Df	Sum SqM	ean Sq	F value	Pr(>F)
bloque.sin_ajustar3		15.645	.2134		
trt.adj (Genotipos)	116	641.42	5.5295	1.6306	0.3923
Control (testigo)	11		1.0035	0.29590	.6243
Control + control.VS.aug.	115	640.42	5.5689	1.6422	0.3895
Residuos (Error)	3	10.17	3.3912		
				CV=9%	Media=20.37

Medio con flor					
	Df	Sum SqM	ean Sq	F value	Pr(>F)
bloque.sin_ajustar3		10	3.3335		
trt.adj (Genotipos)	189	530.85	2.8088	1.19510	.5247
Control (testigo)	14	.714	.7073	2.003	0.2519
Control + control.VS.aug.	188	526.15	2.7987	1.1908	0.5264
Residuos (Error)	37	.05	2.3501		
				CV=7.2%	Media=21.44

▲ **Cuadro 3:** Resumen de los Análisis de Variación donde se Ajustaron los tratamientos (genotipos). Para cuatro experimentos del Estado II. Variable de respuesta: Refractometría % (Brix).

ampliamente y su uso es, considerablemente, mejor a la alternativa de no usar ninguno. Por lo anterior, se sigue que la implementación de este tipo de análisis ayudará, considerablemente, a un mejor entendimiento de la distribución de los genotipos según sus propiedades de sólidos solubles. A partir de aquí, la competencia del fitomejorador, será el siguiente nivel que determinará la selección final de genotipos de caña de azúcar en el Estado II de selección del programa de variedades de CENGICAÑA.

CONCLUSIONES

- El diseño experimental aumentado fue capaz explicar de la varianza en cada experimento a través de los factores establecidos, genotipos de caña y bloques.
- No se encontraron diferencias estadísticas entre genotipos. Sin embargo, se observó una tendencia a la diferenciación en los experimentos del estrato litoral, donde los genotipos se expresaron mejor fenotípicamente.
- La distribución de los datos, si bien es aceptable, ofrece algunas desviaciones que hay que controlar, tales como el número de repeticiones de observación de los testigos y la calibración de los refractómetros empleados durante el proceso de medición.
- La eficiencia general del uso de un diseño experimental aumentado es alta para todos los experimentos, lo que justifica su uso en términos de la valoración genética de los materiales de caña de azúcar en evaluación.

REFERENCIAS

- Cullis, B. R., Smith, A. B., & Coombes, N. E. (2006). On the design of early generation variety. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics*, 11:381, 25. doi:10.1198/108571106X154443
- De Mendiburu, F. (2017). agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-8. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
- Federer, W. T., & Raghavarao, D. (1975). ON AUGMENTED DESIGNS. *Biometrics*, 31, 29-35.
- Montgomery, D. C. (1991). *Diseño y Análisis de Experimentos*. (N. Grepe, Ed., & J. Delgado-Saldivar, Trad.) México: Iberoamérica, S.A.
- Orozco, H., Quemé, J. L., Ovalle, W., & Rosales-Longo, F. (2012). Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar. In CENGICAÑA, *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala* (pp. 45-77). Guatemala: Artemis Edinter.

Cuadro 4:

Eficiencia relativa del diseño Experimental aumentado para los cuatro experimentos (Ver ecuación 1).

	n ₁	s ₁	n ₂	s ₂	eficiencia
bajo con flor	19	2.1183	205	3.5057	3299.22
bajo sin flor	15	1.6461	230	2.9633	1416.99
medio con flor	3	3.3912	122	5.4691	452.36
medio sin flor	3	2.3501	195	2.7954	159.27

RECOMENDACIONES

- Continuar con el uso de este diseño experimental en el Estado II.
- Realizar los ajustes necesarios en términos de aumentar el número de lecturas de los testigos en cada bloque para calcular mejor el error experimental.
- Calibrar constantemente los refractómetros a fin de generar una función que permita alinear ambas lecturas.

Metodología para la evaluación de la operación de los filtros de Cachaza

Por:
Ing. Byron López Maldonado



- Capacidad de filtros
- Cachaza
- Filtros banda
- Filtros rotativos
- Perfil de Pol
- Pol ponderado

- Filters capacity
- Filter cake
- Belt filters
- Rotatory filters
- Pol profile
- Weighted Pol

R E S U M E N

Se desarrolló una metodología que permite evaluar la operación, capacidad y desempeño del área de filtración de cachaza, aplicable a las dos tecnologías de filtración actualmente utilizadas en Guatemala. La experimentación consistió en análisis continuos de cachaza, utilizando las propuestas de muestreo y análisis bajo el método ICUMSA GS7-7: Determinación de Pol de la torta de filtración realizadas por el comité de Normalización y Estandarización de Guatemala. La metodología descrita se efectuó en cuatro ingenios, iniciando con el análisis de homogenización y degradación de cachaza, luego con la elaboración de perfiles de Pol de cachaza para evaluar la operación real de los filtros a través del tiempo y finalmente con el análisis de capacidad por filtro. Esto permitió definir capacidades de proceso como cachaza %filtro, TM cachaza/día, cachaza %caña y Pol ponderado de cachaza. Se logró comprobar el beneficio del análisis de capacidad para lograr una distribución proporcional de cachaza % filtro y consecuentemente mejorar el agotamiento de cachaza. También se demostró la efectividad del muestreo representativo en la faja, confrontándose contra los valores de Pol ponderado, rectificando la validez del dato para ser utilizado en el reporte de pérdidas por cachaza. La metodología propuesta puede ser de beneficio para la toma de decisiones para la operación, enfocadas en el agotamiento de la cachaza y reducción de la pérdida indeterminada por muestreo no representativo.

A methodology was developed to evaluate operation, capacity and performance of the mud filtration area, which applies to both filter technologies currently used in Guatemala. The experiment consisted of continuous analysis of filter cake, using the proposed sampling and analysis under the method GS7-7 ICUMSA: Determination of Pol filter cake by the Committee on Standards and Standardization of Guatemala. The methodology described was carried out in four sugar mills, starting with the homogenization and degradation analysis of filter cake, then with the filter cake Pol profile to evaluate the actual operation of the filters over time and finally with the capacity analysis per filter, this process allowing to define capabilities as filter cake% filter, TM filter cake/day, filter cake% cane and weighted Pol. It was possible to see the benefit of a capacity analysis to reach a proportional distribution of filter cake %filter and consequently improve the Pol reduction of filter cake. The effectiveness of representative sampling in the strip was also demonstrated, confronting against weighted Pol values, rectifying the data to be used in filter cake losses reporting. This methodology can be used to take the best decisions for the filter operation with focusing to filter cake exhaustion and undetermined sugar losses reduction for incorrect sampling.

INTRODUCCIÓN

La operación de filtración de es el área encargada de tratar los lodos calientes provenientes de los clarificadores y extraerle la mayor cantidad de sólidos solubles, entre los cuales se encuentra la sacarosa contenida en el jugo del lodo caliente.

Actualmente los estudios realizados en el área de filtración de cachaza han sido pocos tratando la mayoría de ellos sobre los filtros rotativos y las variables que le afectan, existiendo en menor proporción estudios acerca de los filtros banda.

Con respecto a las discrepancias observadas en los ingenios, los jefes de laboratorio argumentaron que se podían deber principalmente a manipulación de la muestra por parte de los operadores, quienes no podían mantener una operación de buen agotamiento por falta de capacidad de los filtros, para tratar todo el lodo; también mencionaron que podría haber problemas debido al poco tiempo disponible para los analistas a la hora de hacer una gran cantidad de análisis.

Se decidió realizar un seguimiento a la operación de filtros en base a la propuesta de muestreo hecha por el comité de Normalización y Estandarización de Guatemala, en el cual se decidió que la pérdida debería estar basada en la muestra obtenida en la faja que reúne toda la cachaza (si los ingenios cuentan con ella).

Para comprobar la efectividad de la toma de muestra en la faja se decidió evaluar perfiles de pérdida en cachaza, implementando un método para conocer la cantidad de cachaza que descargan los filtros y con esto tener un promedio ponderado que se confronte con los valores de Pol en la faja.

La idea de crear una metodología que permita definir el panorama general de capacidad y desempeño del área de filtración de cachaza es que los ingenios la adopten, evalúen y mejoren para tener mayor certeza en sus pérdidas y disminuir la pérdida indeterminada que se genera debido al incorrecto o poco representativo muestreo.

OBJETIVOS

Generales:

Presentar una metodología para la evaluación de la operación de los filtros de cachaza, que permita calcular capacidades de proceso y optimizar la operación.

Específicos:

Indicar la forma adecuada de homogenizar una muestra de cachaza de varios filtros o de la faja, previo a su análisis.

Establecer un procedimiento de muestreo y análisis para lograr conocer la operación real de los filtros de cachaza.

Evaluar la congruencia entre el Pol %cachaza ponderado de los filtros en operación y el Pol %cachaza de la faja conductora como dato para reportar pérdida en cachaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Equipos	Materiales Diversos
Polarímetro	Filtros Whatman 90
Balanza infrarroja, marca <i>OHAUS</i>	Bolsas plásticas de 25 lbs
Balanza analítica	Pala y tapadera plástica
Balanza comercial de mostrador	Guantes resistentes a calor
Cristalería	Reactivos
Beakers de 250 ml	Agua desmineralizada
Balones de boca ancha de 200 ml	Octapol
Embudos plásticos	

Cuadro 1: ▶

Materiales y equipos utilizados para la evaluación de los filtros de cachaza.

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento experimental y Métodos Análíticos

ETAPA 2

Degradación de Cachaza

Se toman muestras de cachaza en la descarga del conductor en bolsas de 25 lb y se procede a homogenizarlas rápidamente utilizando la metodología propuesta. La muestra se lleva al laboratorio y se divide en las condiciones que se desean analizar, en este caso la degradación se evaluó en dos condiciones: a temperatura ambiente (laboratorio) y refrigerada. Luego se establece el tiempo en que se desea evaluar la degradación, proponiéndose cada media hora hasta notar un cambio significativo.

ETAPA 3

Perfil de Pol

El perfil de Pol consiste en realizar análisis de Pol, en este caso en la torta de cachaza, para dar a conocer la operación real de los filtros y en función de parámetros de operación y propiedades de la cachaza, evaluar puntos de mejora en el área de filtración.

El perfil de Pol propuesto por CENGICAÑA consiste en tomar muestras de cachaza en la descarga del conductor en bolsas de 25 lb de capacidad cada 10 a 15 minutos, luego rápidamente homogenizarlas y analizarles el Pol de cachaza.

¹Anexos, Descripción del análisis de cachaza.

² Ver descripción de la etapa 1: Confiabilidad de equipos, analistas y métodos.

ETAPA 1

Confiabilidad de equipos, analistas y métodos

Se toman muestras de cachaza en la descarga del conductor de cachaza para proceder a homogenizarlas y determinarse si la homogenización podría generar valores de Pol cercanos entre sí, utilizando distintos equipos y analistas, bajo el método de ICUMSA: *Determinación de Pol de la torta de filtración*.

La muestra se toma en bolsas de 25 lb y se cierra rápidamente para que la misma no pierda humedad. Luego la homogenización consiste en amasar constantemente la muestra dentro de la bolsa (*no se debe homogenizar como se hace con la muestra de bagazo*), durante 3 minutos como mínimo. De cada muestra homogenizada se toman tres sub-muestras para que se analice el Pol de cachaza variando analistas y/o equipos.

ETAPA 4

Capacidad de filtros de cachaza

Se puede tener controversia acerca de la capacidad de filtración de un ingenio, la mayoría de ingenios la especifican por medio del área filtrante individual, aunque la repartición porcentual y la carga en el proceso sean distintas. Al notar tal discrepancia CENGICAÑA procedió a analizar la capacidad de los filtros por área, velocidad y aforo.

Peter Rein (2012) con la ecuación 11.3 propone una metodología para la estimación de la descarga de torta (en ton/h) de cada uno de los filtros, esta consiste en obtener una porción de torta cortando un área de una sección del filtro. Dicha metodología fue tomada en cuenta para el análisis de filtros rotativos y banda, pero en el transcurso del estudio existieron muchos casos donde los filtros rotativos no formaban una

torta consistente, haciendo imposible la toma de muestra con tapadera, y aunque se tomara, esta no era representativa de la descarga real del filtro. Respecto a los filtros banda la metodología propuesta es aplicable ya que el sistema de formación de torta por prensado asegura la producción de una torta más consistente en grosor.

Ante esas diferencias, se adoptó la metodología de Rein(2012) como referencia para establecer un método aplicable a ambas tecnologías de filtración y que permita determinar la capacidad real de descarga de los filtros.

El procedimiento propuesto para análisis de capacidad de cada tecnología de filtración por aforo se describe a continuación:

FILTRO DE BANDA

1. Pesarse una tapadera plástica.

$$(W_{t0})$$

2. Calcular el área de la tapadera.

$$\left(A_{tap} = \frac{D^2 * \pi}{4} \right)$$

3. Calcular el tiempo del ciclo de tela primaria.

$$(t_{tela})$$

4. Recolectar una porción de torta de filtro en la descarga.

5. Con ayuda de la tapadera cortar una porción de cachaza descargada (se pueden tomar varias porciones a lo ancho del filtro para un dato más confiable).

6. Guardar la tapadera con muestra en bolsa, esto para evitar la evaporación del agua y consecuentemente pérdida de masa.

7. Pesarse en el menor lapso de tiempo posible las tapaderas con muestra de cachaza.

$$(W_{t1})$$

FILTRO ROTATIVO

1. Medir la longitud de la pala, ya sea plástica o metálica.

$$(L_{pala})$$

2. Situarse en un punto del filtro y aforar la cantidad de cachaza que bota en determinado tiempo (se recomienda coleccionar durante 10 a 15 segundos, dependiendo del soporte de la pala), la cachaza recolectada se coloca en una bolsa de 25 lbs.

3. Repetir el procedimiento del paso anterior de 3 a 4 veces en otros puntos, para un muestreo representativo a lo largo del filtro, colocando las muestras en la misma bolsa.

4. Pesarse la bolsa con muestra del aforo de cachaza.

$$(W_{a1})$$

ETAPA 1

Confiability de equipos, analistas y métodos

Para iniciar la evaluación de los filtros de cachaza es necesario asegurar que tanto los equipos como métodos establecidos sean los adecuados y se encuentren en buenas condiciones.

La muestra de cachaza recolectada de la faja se homogenizó adecuadamente (ver procedimiento experimental) y se subdividió en tres muestras para entregárselas a un analista distinto y cada uno de ellos determinó el pol% cachaza (bajo el método de ICUMSA: Determinación de Pol de la torta de filtración) con un polarímetro diferente. Luego los analistas procedieron a tomar tres sub-muestras de su muestra y a cada una de ellas se les analizó el Pol de cachaza.

Corrida	Analista	Código de Polarímetro	Pol % cachaza			Promedio	Desv est entre analistas
			Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
1	Analista 1	809-0004	4.15	4.15	4.14	4.15	0.11
	Analista 2	809-0005	4.12	4.09	4.08	4.10	
	Analista 3	809-0006	4.34	4.31	4.27	4.31	
2	Analista 1	809-0004	4.75	4.75	4.74	4.75	0.11
	Analista 2	809-0005	4.67	4.69	4.67	4.68	
	Analista 3	809-0006	4.87	4.9	4.93	4.90	
3	Analista 1	809-0004	4.39	4.39	4.4	4.39	0.06
	Analista 2	809-0005	4.39	4.39	4.39	4.39	
	Analista 3	809-0006	4.26	4.3	4.32	4.29	
4	Analista 1	809-0004	5.6	5.61	5.61	5.61	0.01
	Analista 2	809-0005	5.57	5.6	5.61	5.59	
	Analista 3	809-0006	5.6	5.61	5.64	5.62	
5	Analista 1	809-0004	4.56			4.56	0.06
	Analista 2	809-0006	4.47	-	-	4.47	
	Analista 3	809-0006	4.46			4.46	
6	Analista 1	809-0004	3.7			3.70	0.03
	Analista 2	809-0005	3.76	-	-	3.76	
	Analista 3	809-0006	3.76			3.76	
7	Analista 1	809-0004	4.38			4.38	0.06
	Analista 2	809-0006	4.37	-	-	4.37	
	Analista 3	809-0006	4.48			4.48	

► **Cuadro 1:**
Análisis de cachaza para evaluación de confiabilidad de analista y equipo.

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 2 Degradación de Cachaza

Los datos anteriores indican la posibilidad de lograr comparativos entre ingenios y esperar valores cercanos de Pol % cachaza aun utilizando equipos y analistas diferentes, pero sin considerar la degradación de la cachaza.

Para evaluar la significancia que tiene dicha degradación en ese tipo de comparativos se realizó una prueba que permitiera establecer el porcentaje de degradación de la cachaza a lo largo del tiempo y bajo condiciones distintas: a temperatura ambiente (de laboratorio) y refrigerada (Ver Cuadro 2 y Figura 1).

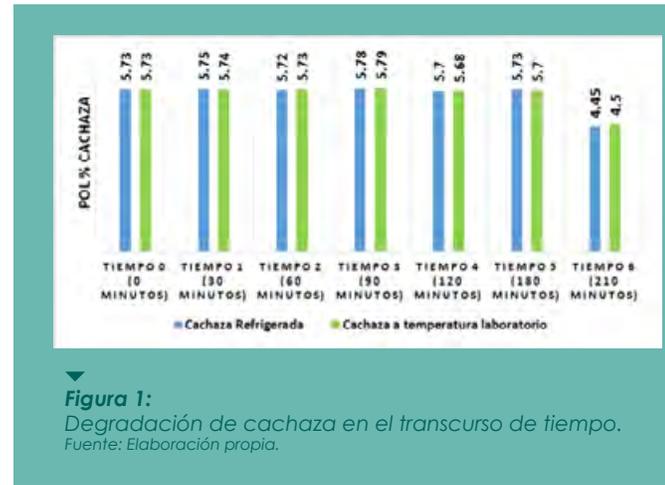


Figura 1:
Degradación de cachaza en el transcurso de tiempo.
Fuente: Elaboración propia.

MUESTRA	TIEMPO TRANSCURRIDO						
	Tiempo 0 (0 minutos)	Tiempo 1 (30 minutos)	Tiempo 2 (60 minutos)	Tiempo 3 (90 minutos)	Tiempo 4 (120 minutos)	Tiempo 5 (180 minutos)	Tiempo 6 (210 minutos)
Cachaza en congelador	5.73	5.75	5.72	5.78	5.7	5.73	4.45
% Degradación		-0.35	0.17	-0.87	0.52	0.00	22.34
Cachaza a Temp laboratorio	5.73	5.74	5.73	5.79	5.68	5.7	4.5
% Degradación		-0.17	0.00	-1.05	0.87	0.52	21.47

Cuadro 2:
Análisis de degradación de cachaza.
Fuente: Elaboración propia.

La prueba indica que el Pol % cachaza no se ve afectado por las condiciones donde se almacena, previo a su análisis dentro del laboratorio, pero el parámetro que sí le afecta es el tiempo, como era de esperarse, aunque este fue significativo hasta después de las 3 horas de recolectada y analizada la muestra.

ETAPA 3 Perfil de Pol

El perfil de Pol permite evaluar la operación real de los filtros a través del tiempo. La cantidad de análisis, el tiempo corto entre ellos y su asociación con los parámetros de operación y propiedades de la cachaza, permiten evaluar la estabilidad del proceso, diagnosticar problemas o mejoras a realizar al área (actualmente los ingenios analizan cachaza a cada 2 o 4 horas).

Los perfiles de Pol consistieron en tomar muestras de cachaza en la descarga del conductor cada 10 a 15 minutos (dependiendo de la capacidad de analistas), luego homogenizarlas y analizar el Pol de cachaza.

La figura 2 muestra el perfil de Pol realizado del ingenio 1 para tres días consecutivos. El Día 1 se

realizaron 33 muestreos durante la mañana y tarde, teniendo valores promedios de 4.09 de pol, 169 gpm de agua y 71.60 de humedad. El Día 1 consistió en observar la situación existente del sistema de filtración de cachaza, mostrándose una tendencia errática e inclusive observándose un cambio en el promedio de Pol al entrar otro turno (*corrida 1-19: 3.81 pol; corrida 20-33: 4.40 pol*).

Analizándose la tendencia del primer día y considerando las variables que se podían modificar en el sistema, se decidió realizar cambios el Día 2 respecto a la cantidad de agua agregada, aumentándola a 176 gpm en promedio, y lográndose 20 corridas en el transcurso del medio día. El día 3 se continuó el perfil de Pol realizando 8 corridas más y aumentando el flujo de agua al máximo del sistema (180 gpm). Los datos promedio de Pol cachaza, gpm de agua y humedad de los tres días se muestran en el Cuadro 3.

	DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3		
	POL CACHAZA	GPM AGUA	HUMEDAD	POL CACHAZA	GPM AGUA	HUMEDAD	POL CACHAZA	GPM AGUA	HUMEDAD
PROMEDIO	4.09	168.71	71.60	3.20	175.55	73.39	2.30	180	74.32
DESVEST	0.67	4.37	0.98	0.49	6.21	1.27	0.45	0.00	1.46
DATO ALTO	5.26	174	73.39	4.38	190	75.78	2.69	180	75.35
DATO BAJO	2.38	160	69.66	2.36	168	71.82	1.55	180	73.28

Cuadro 3:
 Datos promedio por día de Pol, flujo de agua y humedad del ingenio 1.
 Fuente: Elaboración propia

Analizando los tres días consecutivos se observa que los cambios realizados permitieron un mejor agotamiento de la cachaza aunque hubo un aumento en la humedad de torta. En este caso, la disminución de Pol se relaciona con el aumento de agua porque esta permite desplazar con mayor facilidad el jugo dentro del lodo (McGrath, 1971).

Para determinar la disminución real de Pol en cachaza es necesario relacionar los datos a una misma humedad (Ver Cuadro 4), en este caso la humedad del Día 1, y así compararlos bajo el mismo punto de referencia. Recalculando los datos, del día 1 al 2 se observó una disminución de 0.97 en el Pol de cachaza con un aumento de únicamente 7 gpm de agua, lo cual es una disminución considerable en la pérdida de cachaza, mientras que el día 3 con respecto al día 2, solo disminuyó 0.04 el Pol de cachaza a pesar que el aumento de agua fue de 4 gpm.

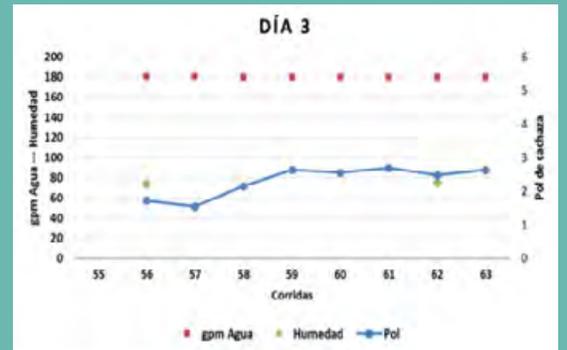
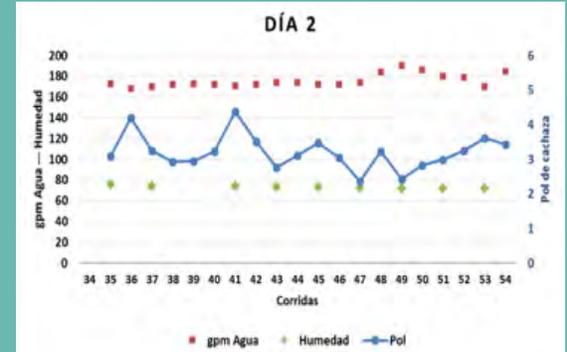
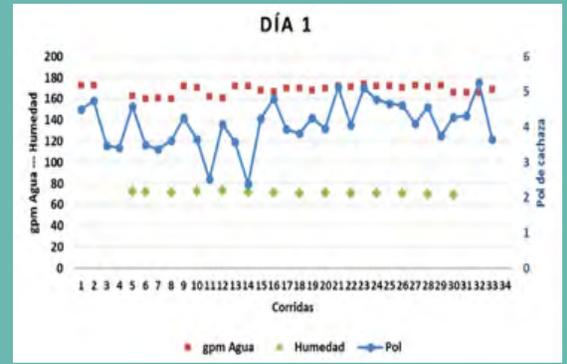


Figura 2:
 Perfil de Pol realizado en ingenio 01.
 Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4:
 Análisis de agotamiento en ingenio 1.
 Fuente: Elaboración propia

	PROMEDIO		
	POL CACHAZA	GPM AGUA	HUMEDAD
Día 1	4.09	168.71	71.60
Día 2	3.12	175.55	71.60
Día 3	3.08	180.00	71.60

El ejemplo demuestra la funcionalidad de la realización y análisis de los perfiles de Pol, siempre que se contrasten con parámetros de operación y/o propiedades de la cachaza y estos permiten diagnosticar fácilmente problemas o mejoras al sistema de filtración. No importando la tecnología de filtración la metodología descrita es aplicable.

ETAPA 4

Capacidad de filtros de cachaza

El tema de la capacidad del sistema de filtración de cachaza es poco analizado actualmente en la industria, en la mayoría de los casos los filtros trabajan a valores superiores a lo que su capacidad por área permite, teniendo como consecuencia formación de torta de cachaza gruesa con poca permeabilidad y consecuentemente valores de Pol % cachaza altos.

Notándose la poca observación y gran importancia que tiene la capacidad y distribución de cachaza a los filtros, se decidió establecer una metodología para evaluar la capacidad por área, velocidad y aforo.

La primera capacidad se puede definir por medio del área filtrante de cada filtro. Esta se calcula a partir del diámetro y largo de los filtros, de ello se obtiene el área por filtro individual y la suma de estos origina el área del sistema, permitiendo calcular el porcentaje de capacidad de los filtros por área.

Los Cuadros 5 y 6 ejemplifican el análisis de capacidad por área para las dos tecnologías de filtración actualmente utilizadas en Guatemala, donde el ingenio 01 trata de un sistema de filtración únicamente rotativo con distintos tamaños y el ingenio 02 con un sistema de filtros banda iguales (*este ingenio también opera en ocasiones con 1 o 2 filtros rotativos*). Como se puede notar, el análisis de capacidad por área se realiza a partir de las dimensiones de los filtros, no existe necesidad de que el equipo este en operación, por tal razón se le denominaría como capacidad instalada.

Cuadro 5:

Capacidad instalada por área de filtros rotativos, ingenio 01.

Fuente: Elaboración propia

FILTRO	DIÁMETRO (m)	LARGO (m)	CIRCUNFERENCIA (m)	ÁREA (m ²)	% Capacidad (por área)
FILTRO # 1	2.44	4.88	7.66	37.38	8.65
FILTRO # 2	2.44	4.88	7.66	37.38	8.65
FILTRO # 3	3.66	6.10	11.49	70.08	16.22
FILTRO # 4	2.44	4.88	7.66	37.38	8.65
FILTRO # 5	3.05	6.10	9.58	58.40	13.51
FILTRO # 6	3.66	6.10	11.49	70.08	16.22
FILTRO # 7	3.96	9.76	12.45	121.48	28.11
				432.18	100.00

Cuadro 6:

Capacidad instalada por área de filtros banda, ingenio 02.

Fuente: Elaboración propia

FILTRO	ANCHO (m)	LARGO (m)	ÁREA (m ²)	% Capacidad (por área)
FILTRO # 1	2.20	18.60	40.92	25.00
FILTRO # 2	2.20	18.60	40.92	25.00
FILTRO # 3	2.20	18.60	40.92	25.00
FILTRO # 4	2.20	18.60	40.92	25.00
			163.68	100.00

La segunda capacidad dada por la velocidad rotacional (rpm), se calcula a partir del área filtrante por unidad de tiempo, independiente del grosor de torta, mientras que la tercera, denominada capacidad por aforo, se determina tomando en cuenta lo anterior y el peso de torta por unidad de área (*estas son opiniones propias*).

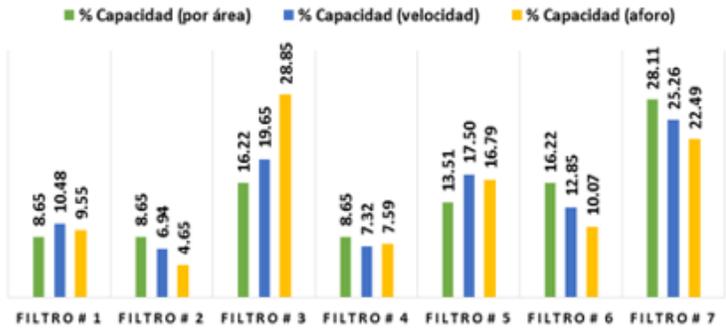
FILTRO	ÁREA (m ²)	MIN/REV	REV/MIN	m ² /MIN	% Capacidad (velocidad)	AFORO (kg en 15 segundos)	Tn/día cachaza	% Capacidad (aforo)
FILTRO # 1	37.38	2.583	0.387	14.47	10.48	2.21	88.87	9.55
FILTRO # 2	37.38	3.900	0.256	9.58	6.94	1.08	43.29	4.65
FILTRO # 3	70.08	2.583	0.387	27.13	19.65	5.36	268.32	28.85
FILTRO # 4	37.38	3.700	0.270	10.10	7.32	1.76	70.64	7.59
FILTRO # 5	58.40	2.417	0.414	24.17	17.50	3.12	156.17	16.79
FILTRO # 6	70.08	3.950	0.253	17.74	12.85	1.87	93.70	10.07
FILTRO # 7	121.48	3.483	0.287	34.87	25.26	3.52	209.14	22.49
	432.18			138.07	100.00	18.91	930.13	100.00

Cuadro 7:
Capacidad operativa por velocidad y por aforo de filtros rotativos, ingenio 01.
Fuente: Elaboración propia

FILTRO	ÁREA (m ²)	MIN/REV	REV/MIN	m ² /MIN	% Capacidad (velocidad)	MUESTRA en tapadera (g)	AFORO (TM/m ²)	Tn/día cachaza	% Capacidad (aforo)
FILTRO # 1	40.92	2.790	0.358	14.67	22.76	28.26	0.00435	91.77	24.02
FILTRO # 2	40.92	2.790	0.358	14.67	22.76	14.64	0.00225	47.54	12.45
FILTRO # 3	40.92	2.920	0.342	14.01	21.75	22.04	0.00339	68.38	17.90
FILTRO # 4	40.92	1.940	0.515	21.09	32.73	37.32	0.00574	174.28	45.63
	163.68			64.44	100.00			381.97	100.00

Cuadro 8:
Capacidad operativa por velocidad y por aforo de filtros banda, ingenio 02.
Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE CAPACIDAD - INGENIO 01



ANÁLISIS DE CAPACIDAD - INGENIO 02

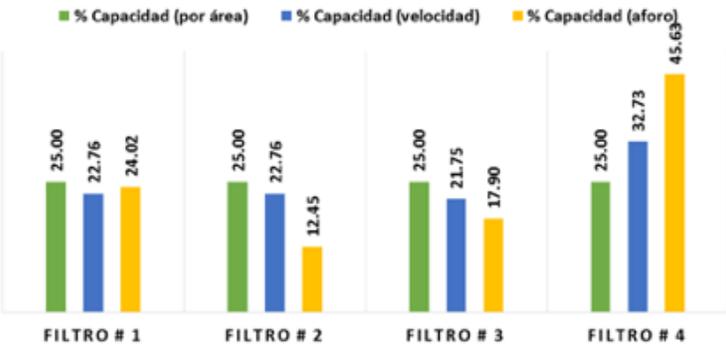
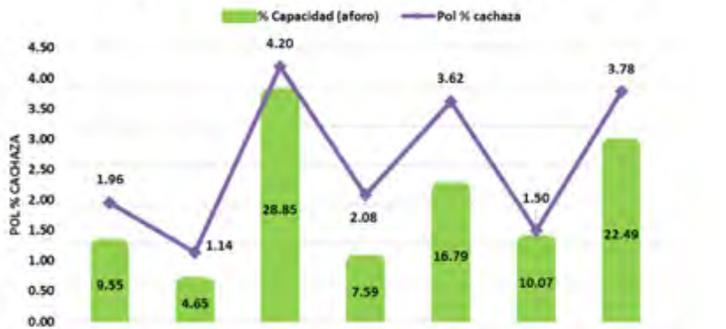


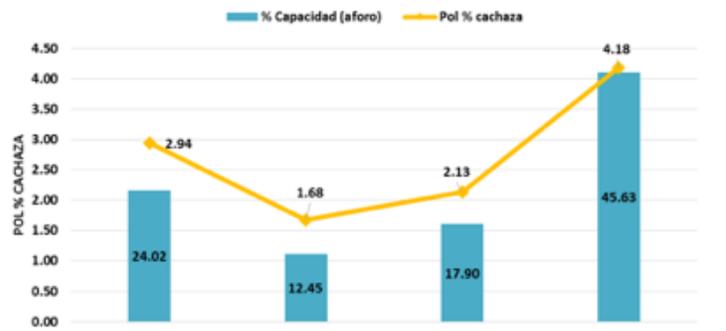
Figura 3: Comparación de capacidades de los filtros de cachaza por área, velocidad y aforo para el ingenio 01 y 02. Fuente: Elaboración propia.

Figura 4: Relación entre % capacidad (por aforo) y el Pol% cachaza para el ingenio 01 y 02. Fuente: Elaboración propia.

% Capacidad vrs Pol % cachaza - Ingenio 01



% Capacidad vrs Pol % cachaza - Ingenio 02



En los Cuadros 7 y 8 (columnas 6y 9 y 6 y 10 respectivamente), se observa como la capacidad en operación por velocidad (m²/min), no importando la tecnología de filtración analizada, no expresa la realidad con respecto a la cachaza que descargan los filtros, mientras el aforo sí define tal dato (Rein, 2012). Las diferencias en la capacidad dependen de los parámetros de operación de los filtros o propiedades de la torta descargada (rpm, floculante, bagacillo, humedad de torta, grosor de torta, vacío, etc.). Los ejemplos más notorios se observan con los filtros 3 y 6 del ingenio 01 y los filtros 2 y 4 del ingenio 02.

La comparación y análisis gráfico de las capacidades (Figura 3) permite observar la repartición no equitativa existente, respecto a su capacidad por área, de los filtros de cachaza.

El ingenio 01 cuenta con algunos filtros de igual área de filtración, al realizar una comparación entre los filtros 1, 2 y 4, que tienen la misma capacidad filtrante, para la corrida analizada se determinó que el filtro 2 solamente opera el 54% de su capacidad. Otro caso son los filtros 3 y 6, donde se observa con mayor facilidad como el filtro 3 opera a un 77% más de su capacidad por área, mientras el filtro 6 opera a solamente al 62% de su capacidad. En el caso del ingenio 02 todos los filtros cuentan con la misma capacidad instalada, pero al comparar contra la capacidad por aforo, el filtro 4 opera a un 83% más de su capacidad mientras el filtro 2 y 3 manejan una proporción mucho menor de lo que su capacidad les permite.

La importancia de evaluar la capacidad operativa de los filtros y confrontarla contra la instalada radica en el hecho de que existe una relación directa entre el Pol % cachaza y la cantidad de cachaza operada por unidad de tiempo (Huletts, 1975).



La figura 4 relaciona la capacidad por aforo y el Pol % cachaza de cada filtro, ambas gráficas confirman la relación existente entre el porcentaje de capacidad del filtro y el Pol en la cachaza del mismo. Se puede observar como una repartición no equitativa entre filtros puede generar una gran diferencia en el Pol de la torta de filtración. Por ejemplo, el ingenio 02, donde todos los filtros tienen la misma capacidad, se observa que el Pol de la torta formada fluctúa desde 1.68 a 4.18. En ambos ingenios coincide el hecho que a mayor carga en el filtro, mayor es el valor de Pol % cachaza siendo dicha dependencia causada por bajas velocidades de rotación (o también altas) o ciclo de telas que dan lugar a formación

de tortas gruesas, causando una disminución de permeabilidad en la torta y consecuentemente menor eficacia del lavado de torta, dando como resultado un ineficiente agotamiento de la cachaza (Arca, 1983).

Lo anterior demuestra la importancia que tiene mantener un control adecuado de la carga o repartición equitativa de cachaza entre filtros, tomando en cuenta la capacidad por área que tiene cada uno, y a partir de ello evaluar la optimización de los filtros para alcanzar menores pérdidas en cachaza. Los proyectos 6 sigma serían muy útiles en estos casos.

CONCLUSIONES

- Se comprobó mediante una experimentación con distintos analistas y equipos que la metodología propuesta para la homogenización de cachaza es eficaz, logrando desviaciones entre muestras menores a 0.06.
- Se determinó que la metodología de capacidad por aforo es representativa de la operación real de cada uno de los filtros de cachaza, y la misma permite definir capacidades de proceso como $\text{cachaza\%filtro} \cdot \text{TM cachaza/día}$, cachaza\%caña y el Pol ponderado por corrida.
- Se evaluó el agotamiento de cachaza en función de la capacidad de carga de los filtros, determinando una relación directamente proporcional entre variables.
- Se comprobó que las muestras de cachaza recolectadas en la faja (en forma representativa) alcanzan valores cercanos al Pol de cachaza ponderado, rectificando la validez del dato para ser utilizado en el reporte de pérdidas por cachaza.

RECOMENDACIONES

- En ingenios que cuentan con ambas tecnologías de filtración, es importante darle seguimiento y mantenimiento a los filtros rotativos pues se vio gran influencia en el Pol de cachaza, por parte de los filtros rotativos.
- En el caso de los filtros rotativos, es importante verificar la calidad y cantidad de bagacillo, tomando en cuenta la proporción sugerida por Peter Rein en el capítulo 11.1.4 de su libro.
- Cada ingenio debería realizar pruebas para determinar las mejores condiciones de operación que permitan una carga adecuada en los filtros manteniendo la permeabilidad de la torta.
- Considerar las propiedades de humedad que puede adquirir la torta de cachaza para evitar problemas en la operación de las tolvas que distribuyen a los camiones.

REFERENCIAS

- Arca, M. P. (1983). *Haciendo azúcar: Filtro de cachaza*. Miami, Florida: Acra corporation.
- Honig, P. (1969). *Principios de Tecnología Azucarera*. España: Continental.
- Huletts, S. L. (1975). *Sugar Technology*. South Africa: Research and Development.
- McGrath, G. J. (1971). *Filtration and washing aspects*. Thirty-eighth Conference, 261-268.
- Rein, P. (2012). *Ingeniería de la caña de azúcar*. Alemania: Bartens.

Seminario **Costos de Producción Vs. Productividad**



El 7 y 8 de agosto se llevó a cabo el seminario agrícola e industrial, con el nombre "Costos de Producción Vs. Productividad", en el auditorio de Cengicaña.

Con la finalidad de abarcar temas globales de interés tanto para el área agrícola como industrial se unificó en esta oportunidad el seminario, con la participación de 140 Profesionales y técnicos de la agroindustria azucarera guatemalteca y centroamericana.

Se contó con expositores nacionales y extranjeros con temas relacionados a los últimos avances tecnológicos y de impacto ambiental.

Se desarrollaron las siguientes plenarias:

- **Vale la pena invertir en investigación?**
- **Mercados y tendencias.**
- **Productividad el mejor camino para reducir costos.**
- **Donde atacar para reducir los costos agrícolas.**
- **Principales parámetros físicos químicos en la caña y su impacto en el proceso de fabricación.**

La actividad fue un éxito según encuesta realizada, los participantes se mostraron satisfechos con el desarrollo de los temas y la calidad de los expositores invitados para ambas partes campo e industrial y por la buena organización del evento.

El equipo de trabajo conformado por Junta Directiva y personal administrativo de Atagua agradece a todos los participantes por haber formado parte de tan exitoso evento y esto es un motivo para continuar promoviendo la naturaleza de existencia de la asociación, ya que su objeto es el procurar el mejoramiento técnico-social de sus asociados.

La organización de este tipo de eventos busca proyección social dentro del gremio, mediante la estimulación de sus asociados en el estudio, investigación y la difusión de conocimientos técnicos.

Nuestro personaje de esta edición es el Ingeniero Acevedo, a quien se le realizó una entrevista para conocer un poco sobre su trayectoria en la agroindustria azucarera.

¿Cómo inició su vida en la agroindustria azucarera? Cuando me gradué de Ingeniero Agrónomo trabajaba para el PNUD (Programas de Naciones Unidas para el Desarrollo) como consultor nacional, dándole soporte al proyecto de Pre-inversión de Riego del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, en este proyecto contrataban a sus técnicos por el período de un año, sin derecho a vacaciones, aguinaldo, bono 14 y prestaciones, lo que me hizo buscar nuevos horizontes.

Fue así como en el año 1990 inicié con la búsqueda de una oportunidad de trabajo más segura y estable, logré ubicarme en Ingenio Concepción y desde entonces pertenezco a esta Agroindustria líder de la cual uno se enamora.

¿Qué instituciones, en donde ha laborado recuerda con cariño y aprecio? En el tiempo que llevo de trabajar en la Agroindustria Azucarera, sólo he trabajado en ingenios del Grupo Pantaleon; iniciando en Concepción, luego en Pantaleón y también tuve la oportunidad de trabajar en Monte Rosa, Nicaragua durante un período de 7 años; y a todas estas empresas les guardo mucho agradecimiento y aprecio, ya que me han dado la oportunidad de desarrollarme como profesional y como persona.

¿Alguna anécdota o experiencia memorable que recuerde de sus primeros años laborando en la industria azucarera, en dónde y que año?

Es importante mencionar la evolución que ha tenido la Agroindustria Azucarera de Guatemala, pero recuerdo que en los años 90-91 fue un orgullo poder llevar al tercer lugar de producción de azúcar al Ingenio Concepción después del ingenio Pantaleon e Ingenio Santa Ana.





¿Cuál es la satisfacción más grande que ha tenido en la industria azucarera? Durante mi estadía en la Agroindustria Azucarera he tenido muchas satisfacciones, pero las que considero de mayor ponderación son:

- *Contribuir a través de la conformación de equipos de trabajo de alto desempeño al logro de incrementos de productividad en dos operaciones del grupo, en dos épocas distintas.*
- *Liderar como miembro de Atagua, congresos a nivel Nacional e Internacional (Ataca, Atalac y Congreso Mundial de ISSCT).*
- *Haber participado en la Comisión que trabajó para que se derogara el Acuerdo Gubernativo que prohibía la quema de caña, esto durante el gobierno del Lic. Alfonso Portillo.*

¿Cómo se visualiza usted en la agroindustria para los próximos años? En este próximo 2020 tendré casi treinta años de trabajar para la Agroindustria Azucarera, tiempo durante el cual he logrado adquirir muchos conocimientos. Así mismo una experiencia importante que es posible poderla aprovechar apoyando diferentes operaciones tanto del Grupo Pantaleon, como de otros grupos nacionales e internacionales.

Como repito, uno se enamora de esta agroindustria y desea seguir aportándole de una u otra forma, con el único propósito de mantenerla siempre como una Agroindustria Líder y a la vanguardia de las Agroindustrias Azucareras del mundo.

¿Qué recomendaría usted a los profesionales jóvenes de la agroindustria para mantener la productividad y sostenibilidad del cultivo de caña?

La agricultura sostenible debe garantizar la seguridad alimentaria mundial y al mismo tiempo promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales. En la actualidad la agricultura moderna nos está obligando a evolucionar de un esquema tradicional donde prevalecen muchos productos químicos e inorgánicos, a una agricultura sostenible que demanda productos orgánicos y prácticas de manejo amigables con el medio ambiente. Por tal razón creo que es importante iniciar con este cambio de mentalidad para lograr mantenerse competitivo en el cultivo de caña de azúcar.

El reto que tienen los jóvenes es ir adoptando este nuevo tipo de agricultura, el cual conlleva el uso de fertilizantes orgánicos, controladores biológicos, el ir reduciendo las concentraciones de ingrediente activo por hectárea de agroquímicos en el control de malezas, la incorporación de tecnología eficientes de agua en riego. Todo esto con el propósito de lograr productos con un mejor atractivo, porque hoy es lo que dicta la voz del cliente.

La agricultura sostenible que practiquemos debe garantizar la seguridad alimentaria mundial y al mismo tiempo promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales.

ATAGUA, agradece al Ing. Rolando Acevedo su tiempo, sus aportes y desea continúe siendo parte fundamental de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Innovando en Agricultura de Precisión



Detección
de maleza

Guía de cosecha
mecanizada

Análisis de
resiembra

Cobertura: 10,000 ha por día

5 años de experiencia

aerobots

En Aerobots nos mantenemos siempre a la vanguardia de la tecnología en la industria de Vehículos Aéreos No Tripulados para la implementación de la Agricultura de Precisión en la agroindustria de Latinoamérica. De esta manera, ampliamos nuestros servicios buscando no sólo satisfacer las necesidades de nuestros clientes, sino impulsar en ellos el uso de tecnologías innovadoras que optimicen su actividad económica.

Para más información: Info@aerobots.gt / +502 2300-5656 / www.aerobots.gt