

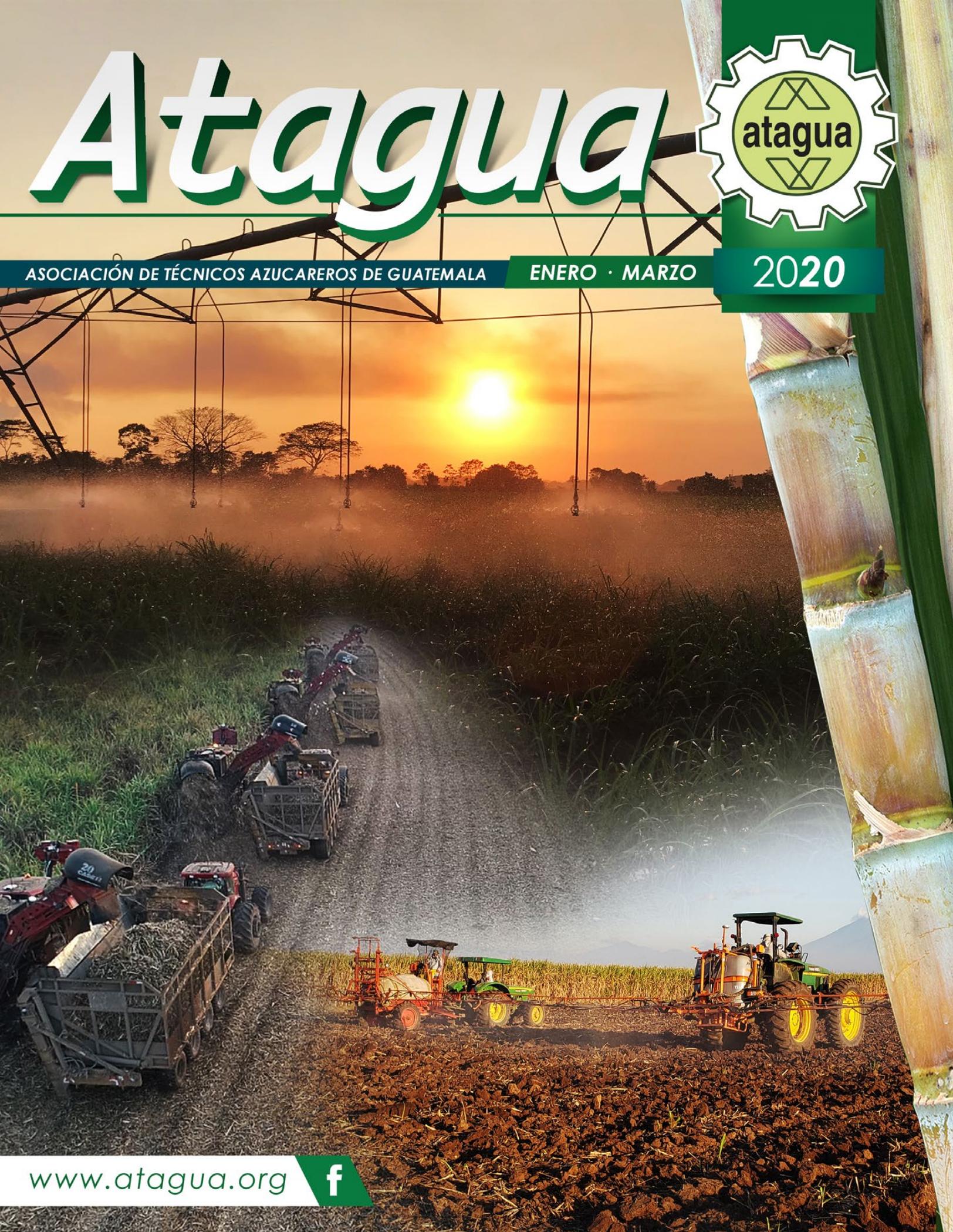
Atagua



ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA

ENERO · MARZO

2020



www.atagua.org





Estudio de la dinámica del daño del barrenador (*Diatraea spp.*) y su uso como criterio en la toma de decisiones oportunas de control en campos de Caña de azúcar en Guatemala.

Estudio preliminar del comportamiento de azúcares reductores en las etapas de conocimiento y su impacto en la recuperación de sacarosa.

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	Protesorero
Ing. Joel Morales Ingenio Magdalena	Secretario
Ing. Francisco Paz Fong Ingenio Pantaleón	Prosecretario
Ing. Fabricio Alvarado Ingenio Pantaleón	Vocal I
Ing. Sebastian Pinto Tecún	Vocal II
Ing. Marco Tax ICC	Vocal III
Licda. Nancy Monroy Ingenio Trinidad	Vocal IV
Lic. Aldo Medina Ingenio Trinidad	Vocal V

Estimados lectores:

Estamos viviendo un fenómeno social y sanitario a nivel mundial que nos está marcando y condicionando nuestro modelo de vida. Y es aquí donde nuestro espíritu de lucha, nuestro deber como ciudadanos responsables y nuestra esperanza nos señala la gran responsabilidad que recae sobre nuestros hombros, al ser el sustento para nuestras familias y como capital humano invaluable en el que se soporta nuestra industria azucarera, quiere decir que nuestra responsabilidad es doble y por lo tanto debemos cuidarnos doblemente para seguir siendo ese pulmón sano que nos permita seguir siendo sostenibles. Ya no es solo luchar por ser más productivos, más eficientes, más innovadores sino también por preservar la salud e integridad de las personas que nos rodean en nuestras áreas de trabajo y en nuestros hogares.

Nuevamente ATAGUA a través de su revista quiere en esta ocasión compartir con usted dos trabajos de investigación: **"ESTUDIO DE LA DINÁMICA DEL DAÑO DEL BARRENADOR (*Diatraea spp.*) Y SU USO COMO CRITERIO EN LA TOMA DE DECISIONES OPORTUNAS DE CONTROL EN CAMPOS DE CAÑA AZÚCAR EN GUATEMALA"**. Y para nuestros técnicos encargados de transformar la materia prima en un dulce sustento: **"ESTUDIO PRELIMINAR DEL COMPORTAMIENTO DE AZÚCARES REDUCTORES EN LAS ETAPAS DE COCIMIENTO Y SU IMPACTO EN LA RECUPERACIÓN DE SACAROSA"**. También hemos preparado una entrevista a nuestro premio Portela Ing. Oscar Alejandro González Hernández, quien compartirá con nosotros sus muchas experiencias y anécdotas en su largo caminar en la industria azucarera.

La Asociación de Técnicos de Guatemala se une a esta lucha, e invita a sus fieles asociados a unirse para encontrar nuevas formas de poder llevar experiencias, tecnologías y nuevos métodos de comunicación y capacitación que nos permitan seguir siendo competitivos y sostenibles en este nuevo reto que se nos presenta. Pero para esto es muy importante que nos cuidemos y seamos responsables con nuestro distanciamiento social y sigamos las recomendaciones en nuestras áreas de trabajo y fuera de ellas.

Bendiciones a todos.



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

(502) 5517-3978 · (502) 5436-3490

adminatagua@cengican.org

secretatagua@cengican.org

NUESTRA PORTADA Y
PORTADA INTERIOR:
Algunas fotos de
los Participantes del
Concurso de Fotografía
ATAGUA 2020



Estudio de la dinámica del daño del barrenador (*Diatraea spp.*) y su uso como criterio en la toma de Decisiones oportunas de control en Campos de Caña de Azúcar en Guatemala.

Por:

José Manuel Márquez¹;

Alejandro Velásquez²;

¹ Programa MIP-CENGICAÑA;

² Agronomía Tululá.



- Curvas de daño por barrenador
- Análisis de regresión
- Toma de decisiones de control

R E S U M E N

Con el propósito de optimizar el plan de manejo del Barrenador del tallo (*Diatraea spp*) fue implementado un análisis estadístico que relacionó el daño medido como el porcentaje de entrenudos dañados (% i.i) con la edad del cultivo de caña. Los registros utilizados fueron obtenidos de pruebas de control en Finca Nueva Esperanza (*ingenio Magdalena*) y Santa Margarita (*ingenio Tululá*) identificadas como fincas de alta y mediana infestación, respectivamente.

El análisis determinó un modelo estadístico para cada condición de la incidencia del Barrenador: Para áreas de alta incidencia (>10 % i.i) el modelo fue representado por la ecuación: $Y=0.2106x^2-1.8367x+5.2004$ ($R^2=0.92$), mientras que para áreas de mediana incidencia la ecuación fue: $Y=0.1543 X^2 - 1.9085 X + 6.9582$ ($R^2=0.97$).

Para el uso práctico y confiable de estos modelos fueron establecidos intervalos que indican el momento de riesgo para el campo de caña y para impedir el incremento debe ser implementada la acción de control. El Programa MIP-CENGICAÑA traslado la interacción y dinámica del daño a una hoja de Excel para facilitar el conocimiento de la condición o estatus del campo, el cual fue distribuido al Comité CAÑAMIP como una herramienta muy práctica, de fácil acceso y confiable para apoyar las decisiones oportunas de control en los ingenios de la agroindustria de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

El Barrenador del tallo (*Diatraea spp.*) sigue siendo una plaga de importancia económica ya que con base en los informes del monitoreo del daño en cosecha de la zafra 2017-2018 (*Boletín Informativo CAÑAMIP*) al menos 15,025 hectáreas mostraron un daño superior a 4 por ciento de entrenudos dañados (% i.i). El área problema mostró una reducción significativa de 5,645 hectáreas (*equivalente a un 27.3 por ciento*), respecto al reportado en la zafra 2016-2017 que fue de 20,670 ha. No obstante, hay que considerar que la dinámica del Barrenador ha mostrado incrementos en los últimos años y el grado de daño es muy dependiente de la estrategia eficiente de control aplicada, así como la variación climática estacional del año, especialmente sobre las variaciones extremas de temperatura tal como es indicado por Karuppaiah y Sujayanad (2,012) sobre los efectos de la ocurrencia de cambios climáticos con evidente aumento en la temperatura promedio global, los cambios en el patrón de lluvia y los eventos climáticos extremos.

Estos cambios estacionales a largo plazo afectarían la fauna, la flora y la dinámica de la población de plagas de insectos. Indican además, que los parámetros abióticos tienen un impacto directo sobre la dinámica de la población de insectos a través de la modulación de las tasas de desarrollo, supervivencia, fecundidad,

voltinismo y dispersión. Entre los factores climáticos, la temperatura es un factor importante.

Los estudios del programa MIP-CENGICAÑA sobre la dinámica del daño y la eficiencia de las opciones de control en campos de alta incidencia (Márquez et. al; 2014) evidencian la necesidad de trasladar dichas acciones a la fase de "elongación" del cultivo, en donde es más alta la probabilidad de éxito, determinando un efecto significativo en la reducción del daño utilizando productos como Rimón 10 EC (*Novaluron*); Certero 48 SC (*Triflumuron*); Coragen 20 SC (*Clorantraniliprol*) y Takumi (*Flubendiamida*) con eficiencias entre 40-56 por ciento. El control sugerido no excluye a los bioinsecticidas ya que también existen reportes de la eficiencia de control que aplican a las áreas endémicas (Márquez et. al, 2,013), lo importante es tomar conciencia que ahora la época de control es importante. En este sentido y para optimizar el proceso en la toma de decisiones de aplicar el control, fue planteada la presente investigación con el propósito de tener un criterio que sirva de guía a los técnicos de ingenios para optimizar los recursos de productos y tiempo oportuno en el control de campo.

Base de datos de campo

Para determinar la función que describe el progreso que tiene el daño en condiciones de campo, fueron seleccionados dos ensayos de control de la plaga con evidente diferencia en el grado de incidencia del Barrenador, siendo el área de “alta” incidencia el estudio realizado en finca Nueva Esperanza (*ingenio Magdalena*) y para el grado de “mediana” incidencia, el ensayo de finca Santa Margarita 01 (*ingenio Tululá*). En el Cuadro 1, detalla las características de los sitios de donde fueron tomados los datos.

Cuadro 1:

Características de las fincas en donde proviene la base de datos.

Finca	Santa Margarita 01	Nueva Esperanza
Ingenio	Tululá	Magdalena
Ubicación	San Andrés Villa Seca; Retalhuleu	La Gomera, Escuintla
Lote-pante	Lote 1	10-01, pante 18
Altitud (msnm)	200	25
Fecha de corte	4/01/13	24/12/12
Número de corte	3	4
Variiedad	CG98-78	CP73-1547
Área del ensayo (ha)	9	7
Período de estudio	Feb./13- enero/2014	Enero-nov./2013
Tipo de cosecha	Manual quemado	Manual quemado

Monitoreo del progreso del daño

La dinámica de la infestación y daño fue medido con base en un programa de monitoreo a cada 40 días entre el período de los 4 meses a la pre-cosecha y exclusivamente sobre el tratamiento sin control (*testigo*) utilizando como tamaño de muestra un espacio de 5 m (*Nueva Esperanza*) y 12 m (*Santa Margarita*) de caña continua. En cada época el muestreo fue realizado con base en el procedimiento establecido por el Comité CAÑAMIP; el cual consiste en desbajar la base de todos los tallos, identificar y extraer aquellos con orificios de entrada a las galerías y luego partirlos para confirmar que el daño es por Barrenador (*Figuras 1 y 2*).



Figura 1: Búsqueda de tallos dañados por Barrenador en fase de elongación-maduración.



Figura 2: Los tallos dañados se cortan desde la base y luego se parten a lo largo para contar y anotar los entrenudos con muermo rojo.

Cuando no se determinan visualmente los tallos dañados, es necesario cortar al azar 5 tallos y partirlos para confirmar tal condición. Con el total de tallos y entrenudos de la muestra fue calculado el porcentaje de tallos dañados (% i) y el porcentaje de entrenudos dañados (% i.i), tal como se detalla en la base de datos de los anexos 1 y 2.

A pesar de que el procedimiento de muestreo generó datos sobre la densidad larval, esta no fue considerada ya que es relativa, subjetiva y no confiable puesto que su búsqueda conlleva más esfuerzo y tiempo para el personal que lo realiza, mientras que el daño, por el contrario, es evidente, no deja dudas (*cuando el personal ha sido capacitado*) y fácil de contabilizar. Además, las larvas presentes en las galerías tienen importancia temporal ya que puede servir para estimar el crecimiento futuro de la población de adultos, pero en el momento actual, solamente contamos con el grado de daño que ya ha alcanzado el campo y nuestro objetivo es decidir si éste valor es aceptable o bien requiere de implementar el control inmediato.

Por otro lado, existen datos que indican que el daño con muermo rojo es el mejor indicativo del daño indirecto de la plaga, tal como se indica en la investigación de Rossato et al, (2013) en donde realizaron dos experimentos de campo en 2010 y 2011 en Brasil para comparar la materia prima y la calidad del azúcar de plantas de con y sin daño por Barrenador del tallo. Las parcelas con infestación alcanzaron grados de 25.77 y 19.01 por ciento de intensidad de infestación (%i.i), en ambas temporadas, encontrando que el contenido de fibra aumentó significativamente con el aumento del daño (% i.i) y que la concentración de compuestos fenólicos aumentó, disminuyendo la calidad del color del jugo no aclarado, con un aumento del daño.

Otros parámetros biométricos del tallo como la longitud, el diámetro y el peso de caña, no mostraron correlación alguna con el daño, tal como fue determinado también en el estudio

de MIP-CENGICAÑA (Márquez et.al, 2017) sobre las variedades CP73-1547 y CG98-78. Sabemos que el muermo rojo provocado por las galerías del Barrenador es un síntoma asociado con las defensas bioquímicas de la planta con una producción de fenol, contra los hongos *Colletotrichum falcatum* y *Fusarium subglutinans*, que son los agentes etiológicos del muermo rojo y la pudrición (Ogunwolu et al., 1991; Giglioti, 2008) mencionados por Rossato et al, 2013.

En este sentido, vemos que medir el grado de daño (% i.i) en las etapas fenológicas de elongación y maduración, es la medida más directa y confiable para evitar pérdidas significativas al momento de cosecha.

Análisis de la información

Con la base de datos del daño medido en porcentaje de entrenudos dañados (Y) y la edad del campo en meses después del corte (X) correspondiente a cada época del monitoreo, fue realizado un análisis de dispersión y de regresión para encontrar el modelo estadístico que mejor explique la variación que tiene el daño en función de la edad, mediante un alto coeficiente de determinación (R^2).

Determinación del modelo estadístico para predecir el daño

Para la condición de alta incidencia de finca Nueva Esperanza, la variación del daño medido como porcentaje de entrenudos dañados (Y) en función de la edad del muestreo (X) fue explicada mediante el modelo estadístico de la ecuación: $Y=0.2106 x^2-1.8367x + 5.2004$, mostrado de forma gráfica en la Figura 3 y con un alto valor para el coeficiente de determinación ($R^2=0.916$), que indica que la función explica muy bien el comportamiento del daño con forme el cultivo crece y alcanza mayor cantidad de entrenudos que pueden resultar perforados por las larvas. Fue utilizada la ecuación para hacer el ajuste de la curva para estimaciones a diferentes unidades de edad del cultivo entre el rango de 4 a 12 meses.

Para la condición de mediana infestación de finca Santa Margarita, la ecuación que representó mejor la evolución del daño fue: $Y= 0.1543 X^2 - 1.9085 X + 6.9582$ y que en forma gráfica se representa en la Figura 4 con una alta explicación de las variaciones que ocurren conforme el cultivo crece en el campo ($R^2=0.975$).

Encontramos que ambos modelos estadísticos corresponden a ecuaciones de segundo grado, con evidentes cambios en la estimación del daño, según la fase de desarrollo del cultivo, ya que la caña de azúcar en su fase de macollamiento no tiene suficientes entrenudos como para asegurar que las larvas vivan todo su estado de vida larval dentro de un solo brote, teniendo que pasar de un brote a otro y provocando el síntoma reconocido por todos de "corazón muerto". Esta condición del cultivo no favorece el incremento significativo y continuo de la plaga porque factores adversos como el clima y los depredadores

Función de la evolución del daño para áreas de alta infestación

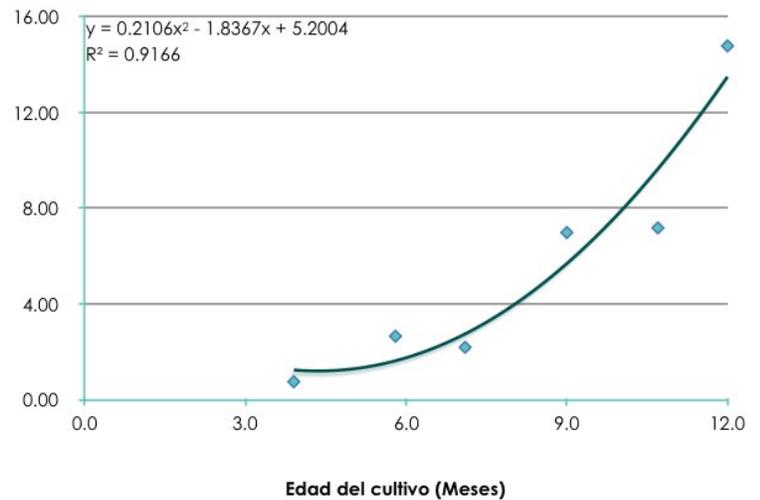


Figura 3: Función del progreso del daño por Barrenador (% i.i) en áreas de alta infestación.

Función de la evolución del daño en áreas de mediana infestación

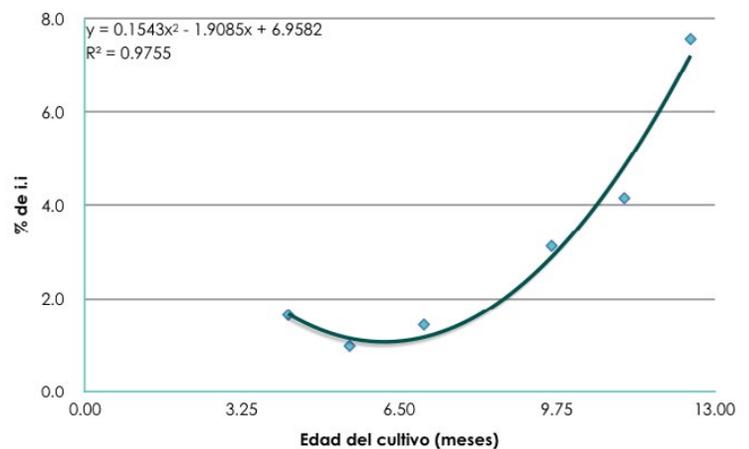


Figura 4: Función del progreso del daño por Barrenador (% i.i) en áreas de mediana infestación.

reducen la población, razón por la cual los controles tienen más éxito en las fases posteriores del desarrollo de la caña. A partir del cuarto mes de edad, el cultivo entra en su desarrollo más acelerado y entonces cada tallo tiene al menos 7 entrenudos y cada larva que ingresa tiene asegurado que el estado larval puede realizarse en un solo tallo, incrementando sustancialmente la sobrevivencia y multiplicación de la plaga. Este comportamiento está muy bien explicado por la función determinada en las dos condiciones de infestación y la diferencia básica es que para las áreas de "mediana" infestación los incrementos son mínimos entre los 4 a 9 meses de edad, mientras que las áreas de alta incidencia se van a caracterizar porque el incremento del daño inicia antes, es decir a partir de los 7 meses de edad. Esto supone que mientras más temprano inicien los incrementos de infestación, mayor será el daño alcanzado a la cosecha.

Los modelos estadísticos determinados representan el proceso de infestación natural, de manera que cuando aplicamos un plan de control, el objetivo será alterar dicha función de manera que la población de la plaga disminuya con la consecuencia de menor daño en el futuro inmediato. Por ello, la función de la curva y la estimación en un momento dado del muestreo (edad del cultivo) será, una medida o umbral que nos indique que hay que tomar acciones inmediatas para alterar este comportamiento. No implementar acciones implica que el progreso del daño seguirá según la ecuación y no hay forma de que se reduzca sino más bien será un acumulado a través del tiempo que falta hacia la cosecha. Ahora bien, cuando este criterio fue implementado en ingenio Tuluá, observamos que siendo un valor único el obtenido con la ecuación, la toma de decisión de aplicar el control solo estaba sujeto a revisar si el promedio del muestreo de campo superaba dicho valor, pero si es inferior y está muy próximo al estimado, quedaba en espera y en este sentido fue

mejor crear un intervalo para que todos los campos muy cercanos al umbral fueran sujetos de control lo antes posible y esto motivó entonces a que ahora recomendamos un rango como el que se ilustra en las Figuras 5 y 6.

Curva de daño (% i.i). Areas de alta infestación

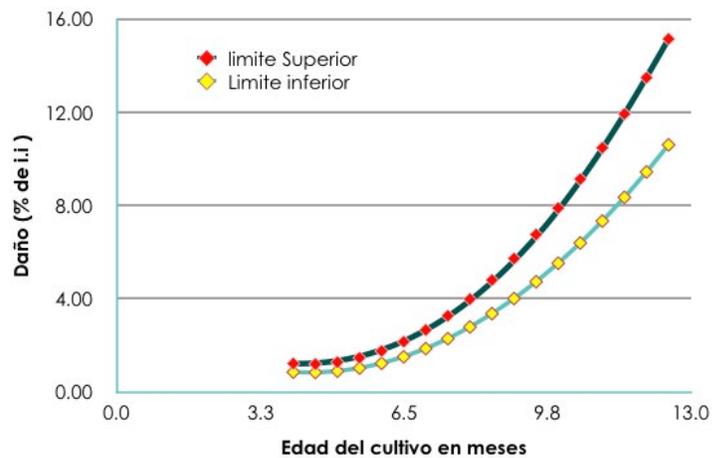


Figura 5: Curva de daño y su intervalo para decisiones de aplicar el control del Barrenador en áreas de "alta" incidencia.

Curva de daño (% i.i). Areas de mediana infestación

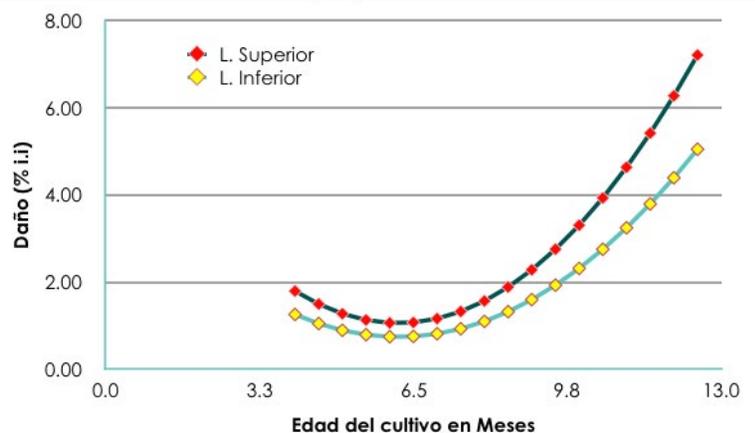


Figura 6: Curva de daño y su intervalo para decisiones de aplicar el control del Barrenador en áreas de "mediana" incidencia.

Programa en Excel para uso de la curva como criterio para la toma de decisiones de control

Con base en el modelo estadístico para cada condición, fue elaborado un programa en hoja de Excel que utiliza la ecuación y permite estimar la condición o estatus del campo, respecto al daño del Barrenador en un momento de su desarrollo. El fundamento y consideraciones para su uso fueron presentados ya en dos reuniones del Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de azúcar (CAÑAMIP) y distribuido a todos los técnicos relacionados con la toma de decisiones de control en los ingenios, de manera que es una herramienta muy práctica, de fácil acceso y confiable para apoyar las decisiones oportunas de control en todos los ingenios de la agroindustria de Guatemala. En la Figura 7 se presenta lo que el programa requiere para la consulta y valores del rango que estima del daño, según la edad de dicho muestreo.

CRITERIO PARA LA TOMA DE DECISIÓN DE CONTROL PROGRAMA PARA ÁREAS DE ALTA INFESTACIÓN		CRITERIO PARA LA TOMA DE DECISIÓN DE CONTROL PROGRAMA PARA ÁREAS DE MEDIANA INFESTACIÓN	
$Y = 0.2106 X^2 - 1.8367 X + 5.2004$		$Y = 0.1543 X^2 - 1.9085 X + 6.9582$	
3.3696	7.3468	5.5548	11.451
Ingrese la edad del cultivo (X) en meses	<input type="text" value="4.00"/>	Ingrese la edad del cultivo (X) en meses	<input type="text" value="6.00"/>
Rango de Infestación esperada (Y)	<input type="text" value="1.22"/> <input type="text" value="0.86"/>	Rango de Infestación esperada (Y)	<input type="text" value="1.06"/> <input type="text" value="0.74"/>
	Limite superior Limite inferior		Limite superior Limite inferior
DECISIÓN		DECISIÓN	
Ingrese el valor promedio de % i.i del lote <input type="text"/>		Ingrese el valor promedio de % i.i del lote <input type="text"/>	
SI EL VALOR ESTÁ DENTRO DEL RANGO, DEBE IMPLEMENTAR EL CONTROL		SI EL VALOR ESTÁ DENTRO DEL RANGO, DEBE IMPLEMENTAR EL CONTROL	
SI EL VALOR ES MENOR QUE EL RANGO, ESPERE EL PROXIMO MUESTREO		SI EL VALOR ES MENOR QUE EL RANGO, ESPERE EL PROXIMO MUESTREO	

Figura 7:

Presentación del programa para apoyo en la decisión de control para el Barrenador del tallo. Programa MIP-CENGICAÑA.

Experiencias en el control en Ingenio Tululá

En Ingenio Tululá se tienen identificadas las zonas problema o endémicas por alta incidencia del Barrenador, siendo finca Vaquil (*Retalhuleu*) la que mostró incrementos significativos en el daño, pasando de un promedio de 3.88 (zafra 2014-2015) a 9.89 por ciento de intensidad de infestación, en la zafra 2015-2016. Esta condición provocó cambios en las acciones de control y mediante la información generada por el Programa MIP-CENGICAÑA el plan de manejo fue movido a las etapas de elongación-maduración, con el uso racional de aplicaciones terrestres y aéreas de productos a base de Flubendiamida (*Takumi*) y Clorantraniliprole (*Coragen*).

En la zafra 15/16 fue implementado el uso de la curva de daño como criterio para la toma de

decisiones de control, desplazando al criterio de la densidad del estado larval. Los resultados registrados para finca Vaquil indican una reducción significativa del 75 por ciento en la zafra 2016-2017 y de 51.8 por ciento en la zafra 2017-2018, tal como se ilustra en la Figura 8.

El proceso de infestación ha cambiado en muchas áreas, sin embargo, con en este criterio, el control se implementa según la evolución del daño y para finca Vaquil, la mayoría ha ocurrido entre los 6 y 7 meses de edad, mientras que otras a los 4 meses. Este control se ha incorporado a la base de datos de los monitoreos en cada zona, tal como se muestra en el Cuadro 2, siendo más eficiente para la planificación y ejecución de las aplicaciones en ingenio Tululá.

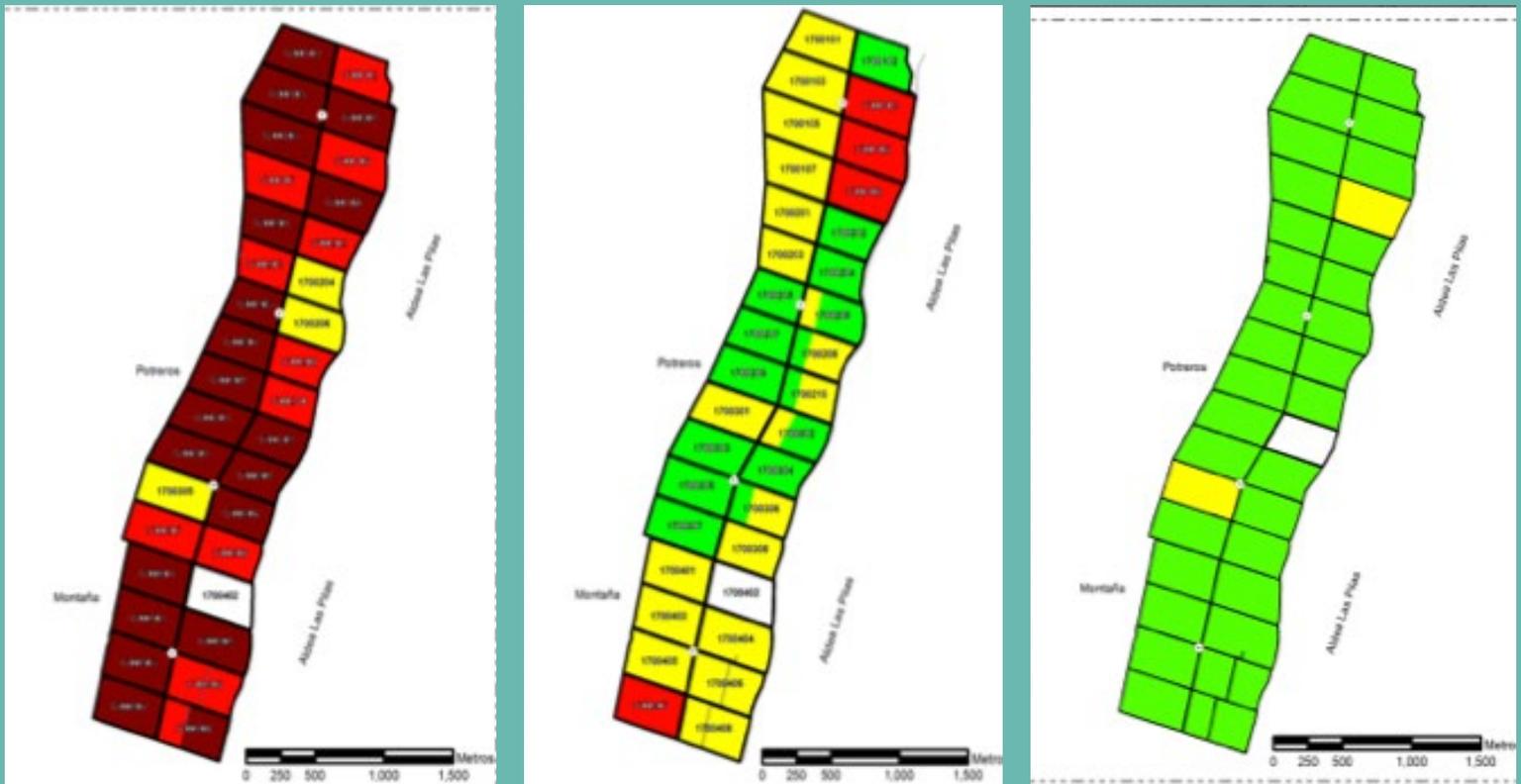


Figura 8: Reducción del daño por Barrenador en finca Vaquil (Tululá), pasando de 9.89 a 4.45 y 1.20 % de i.i en las zafra: 15/16; 16/17 y 17/18, respectivamente.

Cuadro 2:

Ejemplo la base de datos con registros del daño por Barrenador y la adición del criterio de control con base en el uso de la estimación del rango por la curva del daño.

FINCA	SEC	LOTES	ÁREA	VARIEDAD	EDAD MUESTREO (MESES)	Daño Barrenador (% i.i)	Rango Estimado de daño. Curva de Mediana infestación	Decisión
Tululá	21	1	9,43 has	CG 98-78	8,40	2,43	1.27- 1.81	Control
Tululá	21	2	10,03 has	CG 98-78	8,43	0,96	1.28- 1.43	Espera al siguiente muestreo
Tululá	17	1	20,02 has	CG 98-78	8,63	1,33	1.39- 1.98	Espera al siguiente muestreo
Tululá	11	1,2,3	41,46 has	CP 73-1547	9,47	2,46	1.91—2.72	Control
Tululá	11	4,5	41,04 has	CP 73-1547	9,50	2,14	1.93—2.75	Control

CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES

- El programa de monitoreo sobre la evolución natural del daño permitió determinar un modelo estadístico para la dinámica del daño por Barrenador del tallo ($Y=\% i.i$), en función de la edad del cultivo de caña de azúcar (X), atendiendo dos condiciones de infestación:
- Para áreas de alta incidencia ($>10\% i.i$) el modelo fue representado por la ecuación: $Y=0.2106x^2-1.8367x+5.2004$ ($R^2=0.92$), mientras que para áreas de mediana incidencia la ecuación fue: $Y=0.1543 X^2 - 1.9085 X + 6.9582$ ($R^2=0.97$).
- Para el uso práctico y confiable para los técnicos de ingenios fueron determinados intervalos para indicar cuándo el campo está en riesgo y debe ser implementada la acción de control, tales curvas corresponde a las áreas de alta y mediana infestación (Figura 5 y 6).

- El Programa MIP-CENGICAÑA trasladó la interacción y dinámica del daño a una hoja de Excel basado en las ecuaciones y facilitar el conocimiento de la condición o estatus del campo, el cual fue distribuido al Comité CAÑAMIP como una herramienta muy práctica, de fácil acceso y confiable para apoyar las decisiones oportunas de control en todos los ingenios de la agroindustria de Guatemala.
- Ingenio Tuluá ha validado esta herramienta dentro de su plan de manejo desde la zafra 15/16, desplazando al criterio de la densidad del estado larval con resultados satisfactorios en finca Vaquil, en donde obtuvieron una reducción significativa del daño por Barrenador de al menos 75 por ciento en la zafra 2016-2017 y de 51.8 por ciento en la zafra 2017-2018, siendo ahora más precisos en la planificación y ejecución de las aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Karuppaiah V.; and Sujayanad G.K. 2012. *Impact of Climate Change on Population Dynamics of Insect Pests*. Division of Entomology. Indian Agriculture Research Institute, Pusa Campus. *World Journal of Agricultural Sciences* 8 (3): 240-246.
- Márquez, J.M.; López J.E.; Duarte, R.; Ortiz, A.; Falla, C.; Torres, E.; Pacay, D.; Marroquín, J. 2013. *Eficiencia de bioinsecticidas e insecticidas de nueva formulación, para el control del barrenador del tallo (Diatraea spp) en áreas de alta incidencia*. En: Memoria de presentación de resultados de investigación, zafra 2012-2013. CENGICAÑA, Guatemala.
- Márquez J.M.; Ramírez, C.; Arroyo L.:C.; López J.E.; Torres E.; López E.; Yotz B. 2014. *Eficiencia de dos enfoques de control larval del Barrenador del tallo (Diatraea spp) aplicados en el macollamiento y elongación de la caña de azúcar en Guatemala*. En: Presentación de resultados de investigación, zafra 2013-2014. CENGICAÑA, Guatemala, pp. 214-229.
- Márquez H, JM; Lima, L; López, ER; Camargo, P. 2017. *Efecto del daño del barrenador del tallo (Diatraea crambidoides) sobre el desarrollo y peso la variedad CP73-1547 y CG98-78*. En: Memoria Presentación de resultados de investigación. Zafra 2016-2017. Guatemala. CENGICAÑA. p. 257-269.
- José A. de S. Rossato J.A; Costa G. ; Madaleno L.; Mutton M.JR; Leon GH; Fernandes O.A. 2013. *Characterization and Impact of the Sugarcane Borer on Sugarcane Yield and Quality*. In *Agronomy Journal* 105(3):643-548

Fecha	ddc	Meses ddc	Época	Rep	Muestra	% i	% ii	Larva/ha
25-abr	116	3.9	2	1	1	4.42	1.86	1250
25-abr	116	3.9	2	1	2	0.00	0.00	0
25-abr	116	3.9	2	2	1	2.27	1.14	1250
25-abr	116	3.9	2	2	2	0.00	0.00	0
21-jun	173	5.8	3	1	1	3.53	0.64	2500
21-jun	173	5.8	3	1	2	13.64	2.27	2500
21-jun	173	5.8	3	2	1	5.41	1.09	2500
21-jun	173	5.8	3	2	2	26.47	6.61	7500
1-ago	214	7.1	4	1	1	14.86	2.74	7500
1-ago	214	7.1	4	1	2	16.46	2.46	10000
1-ago	214	7.1	4	2	1	18.03	2.56	7500
1-ago	214	7.1	4	2	2	11.86	1.00	3750
27-sep	271	9.0	5	1	1	33.33	7.02	10000
27-sep	271	9.0	5	1	2	36.76	7.17	13750
27-sep	271	9.0	5	2	1	20.00	3.13	13750
27-sep	271	9.0	5	2	2	58.00	10.62	20000
15-nov	320	10.7	6	1	1	53.33	11.31	13750
15-nov	320	10.7	6	1	2	44.29	7.83	18750
15-nov	320	10.7	6	2	1	18.57	2.71	6250
15-nov	320	10.7	6	2	2	38.57	6.86	5000
24-dic	359	12.0	7	1	1	60.00	13.93	1333
24-dic	359	12.0	7	1	2	35.00	21.55	667
24-dic	359	12.0	7	2	1	70.00	14.15	4000
24-dic	359	12.0	7	2	2	50.00	17.49	0

**Anexo 1:**

Base de datos del daño en el tratamiento sin control (testigo) en finca Nueva Esperanza (Magdalena).

Fecha	Época	Edad DDC	No. Trat	Rep	Muestra	% i	% ii	Larvas/ha
10-may-13	2	126	6	1	1	8.65	1.37	3810
10-may-13	2	126	6	1	2	6.74	1.69	4286
10-may-13	2	126	6	1	3	4.88	1.46	2857
10-may-13	2	126	6	2	1	4.44	1.16	1905
10-may-13	2	126	6	2	2	2.71	0.83	1905
10-may-13	2	126	6	2	3	3.07	0.89	952
10-may-13	2	126	6	3	1	3.96	1.38	1905
10-may-13	2	126	6	3	2	19.64	4.46	10476
10-may-13	2	126	6	3	3	5.18	1.55	2857
17-jun-13	3	164	6	1	1	2.02	0.44	952
17-jun-13	3	164	6	1	2	3.23	0.66	1429
17-jun-13	3	164	6	1	3	1.14	0.15	0
17-jun-13	3	164	6	2	1	10.96	1.79	6667
17-jun-13	3	164	6	2	2	4.76	0.92	1905
17-jun-13	3	164	6	2	3	4.15	0.71	952
17-jun-13	3	164	6	3	1	5.13	1.06	1905
17-jun-13	3	164	6	3	2	12.44	2.84	6190
17-jun-13	3	164	6	3	3	1.38	0.26	952
2-ago-13	4	210	6	1	1	12.33	2.10	3810
2-ago-13	4	210	6	1	2	10.15	1.51	6190
2-ago-13	4	210	6	1	3	7.83	0.98	3810
2-ago-13	4	210	6	2	1	17.82	2.70	6190
2-ago-13	4	210	6	2	2	4.29	0.76	1429
2-ago-13	4	210	6	2	3	14.48	1.89	5714
2-ago-13	4	210	6	3	1	4.73	0.45	1905
2-ago-13	4	210	6	3	2	15.05	1.47	2381
2-ago-13	4	210	6	3	3	8.90	1.06	2857
20-oct-13	5	289	6	1	1	62.25	3.07	19524
20-oct-13	5	289	6	1	2	37.50	3.90	22381
20-oct-13	5	289	6	1	3	47.12	4.76	26190
20-oct-13	5	289	6	2	1	39.27	3.14	14762
20-oct-13	5	289	6	2	2	31.03	2.53	12857
20-oct-13	5	289	6	2	3	28.57	2.22	7143
20-oct-13	5	289	6	3	1	44.71	3.49	18095
20-oct-13	5	289	6	3	2	58.90	4.26	20476
20-oct-13	5	289	6	3	3	7.77	0.72	4286
4-dic-13	6	334	6	1	1	36.36	3.20	29524
4-dic-13	6	334	6	1	2	70.59	6.05	28571
4-dic-13	6	334	6	1	3	64.04	3.56	38095
4-dic-13	6	334	6	2	1	69.57	5.28	37143
4-dic-13	6	334	6	2	2	40.78	3.64	19048
4-dic-13	6	334	6	2	3	41.18	3.54	14286
4-dic-13	6	334	6	3	1	69.57	5.06	38095
4-dic-13	6	334	6	3	2	76.52	5.26	36190
4-dic-13	6	334	6	3	3	28.80	1.77	18095
14-ene-14	7	375	6	1	1	75.89	8.11	14286
14-ene-14	7	375	6	1	2	73.95	7.54	28571
14-ene-14	7	375	6	1	3	75.70	8.29	22857
14-ene-14	7	375	6	2	1	63.79	6.41	4762
14-ene-14	7	375	6	2	2	57.43	4.69	9524
14-ene-14	7	375	6	2	3	46.73	4.37	5714
14-ene-14	7	375	6	3	1	87.25	11.09	36190
14-ene-14	7	375	6	3	2	89.22	12.48	39048
14-ene-14	7	375	6	3	3	65.48	5.05	10476

◀ **Anexo 2:**
Base de datos del daño en el tratamiento sin control (testigo) en finca Santa Margarita 01 (Tululá).

Estudio preliminar del comportamiento de azúcares reductores en las etapas de cocimiento y su impacto en la recuperación de sacarosa.

Por:
Raisa Vega
Recuperación de Sacarosa
CENGICANA



- Azúcares reductores
- Cenizas, recuperación
- Pureza
- Pérdidas indeterminadas

La pérdida de sacarosa en miel final suele ser el componente mayoritario de la pérdida total de sacarosa en los ingenios de Guatemala. Cualquier estrategia que permita minimizar la pérdida de sacarosa en miel final es de gran importancia para maximizar la recuperación de sacarosa. El presente estudio busca evaluar el comportamiento de los azúcares reductores a lo largo de las etapas de cocimiento en un ingenio guatemalteco. Se reconoce que la conservación y contenido de azúcares reductores en las corrientes del proceso es uno de los factores que contribuyen a la reducción de pérdidas en miel final. Se evalúa la importancia de los azúcares reductores en el proceso de cristalización y recuperación de sacarosa del área. A partir de los resultados se realiza un balance de masa del proceso, permitiendo cuantificar las pérdidas indeterminadas por inversión de sacarosa que se dan en el cocimiento y cristalización.

INTRODUCCIÓN

El mayor porcentaje de pérdidas de sacarosa en el procesamiento de azúcar se reporta en la miel final, razón por la cual se ha convertido en uno de los puntos de estudio más importantes a evaluar. La pérdida de miel final está influenciada tanto por la cantidad como la pureza de las mismas. Son muchos los factores del proceso que intervienen en dicha pérdida y el efecto de cada uno no es por individual necesariamente, tienden a ser un sistema dinámico, pero a pesar de ello es bien conocido que dos de los factores que contribuyen a la reducción de estas pérdidas es el contenido y conservación de reductores en las corrientes del área de cocimiento.

En general, los azúcares reductores disminuyen la solubilidad de la sacarosa, mientras que las cenizas generan un efecto opuesto, incrementan la solubilidad. Entonces, si los azúcares reductores se destruyen durante el cocimiento y cristalización, las cenizas se vuelven más significativas en el proceso, aumentando la solubilidad de la sacarosa en la fase líquida. Esto da lugar a menor capacidad de agotamiento y consecuentemente menor recuperación.

En este trabajo de investigación se busca caracterizar el comportamiento de los azúcares reductores a lo largo de las etapas de cocimiento para estudiar la pérdida

en miel final, considerando la influencia de la relación azúcares reductores/cenizas en el porcentaje de recuperación del proceso. Adicionalmente, cuantificar las pérdidas indeterminadas que tienen lugar en la casa de cocimiento por inversión de sacarosa.

OBJETIVOS

1. Caracterizar el comportamiento de los azúcares reductores a lo largo de las etapas de cocimientos.
2. Identificar el efecto que tienen los azúcares reductores sobre la recuperación y pérdidas del proceso de cocimiento.
3. Calcular la pérdida indeterminada que tiene lugar en la casa de cocimiento por inversión de sacarosa.

La investigación requirió la toma de muestras de meladura, miel A, miel B y miel final en un ingenio guatemalteco. En el esquema de muestreo se consideró en lo posible recolectar muestras del mismo lote o porción, esto se logró utilizando un croquis de tiempos aproximados entre corrientes, elaborado por el ingenio.

A las muestras recolectadas se le analizaron los siguientes parámetros (Cuadro 1).

Los resultados obtenidos se analizaron mediante diferentes métodos estadísticos: *gráficas, correlaciones, matrices de regresión, regresiones múltiples y otros, para definir las variables y su impacto en el indicador de cada objetivo.*

Parámetro	Equipo	Método
Brix	Refractómetro	ICUMSA GS4-13
Sacarosa, glucosa y fructosa	HPLC	ICUMSA GS7/4/8-23
Cenizas conductimétricas	Conductímetro	ICUMSA GS1/3/7/8-13

▲ **Cuadro 1:**
Parámetros analizados, equipos y métodos utilizados durante la experimentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de azúcares reductores a lo largo de las etapas de cocimiento

Se conoce la importancia que tienen los azúcares reductores y cenizas en el trabajo de agotamiento realizado en los tachos y cristalizadores. Las cenizas son componentes que no alteran su valor global en el proceso de cocimiento, es un porcentaje mínimo el que se asocia a los cristales, por lo mismo se pueden considerar constantes en el proceso. En el caso de los azúcares reductores (AR), únicamente se conoce el aumento marcado a la salida del proceso en la relación fructosa/glucosa (*Fru/Glu*), pero son muy pocos los estudios que han enfocado esfuerzos en mostrar el comportamiento individual que presentan los azúcares reductores en cada etapa de cocimiento.

La *Figura 1* muestra el promedio de los valores sacarosa, glucosa, fructosa en relación del Brix para cada uno de los flujos de interés en el área de cocimiento. En esta se observa principalmente la disminución de la pureza a lo largo del proceso, correspondiente a la extracción de cristales de sacarosa entre etapas.

Para los azúcares reductores se visualiza un incremento de su participación a lo largo de dichas, pero analizando los componentes individuales se observa como el aumento de la glucosa y fructosa no se genera de forma equitativa, iniciando en la meladura con un porcentaje mayor de glucosa sobre fructosa y finalizando en la miel final con una relación inversa muy marcada.

Esta relación fructosa/glucosa (*Fru/Glu*) se puede visualizar por corriente en la *Figura 2*. Nótese como la relación aumenta a lo largo de las etapas, ya sea por aumento de fructosa y/o destrucción de glucosa, pero denotándose de forma más marcada en la etapa de tachos y cristalizadores de tercera (*corrientes Miel B a Miel Final*). La miel final promedio contiene un 37% más de fructosa que glucosa, cuando al inicio la meladura contaba con un 27% más glucosa que fructosa.

Azúcares% Brix

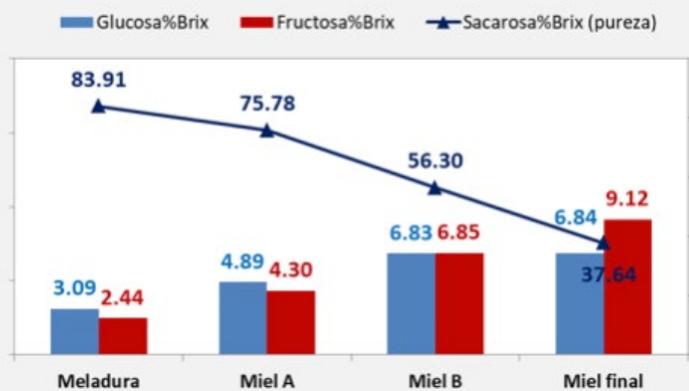


Figura 1: Representación gráfica del comportamiento de sacarosa y azúcares reductores en el área de cocimiento.

Relación: Fru/Glu

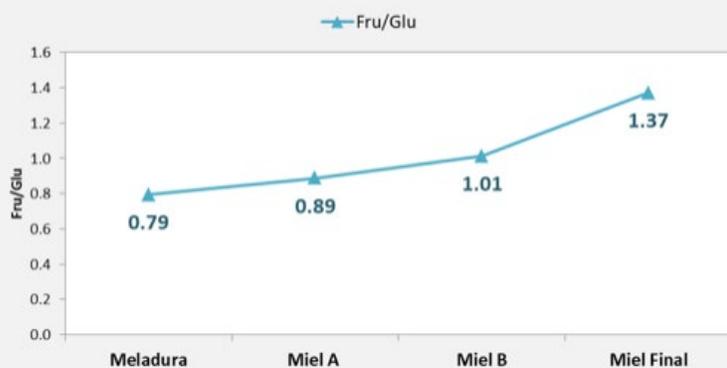


Figura 2: Relación fructosa/glucosa de las corrientes.

Glu/Cenizas y Fru/Cenizas

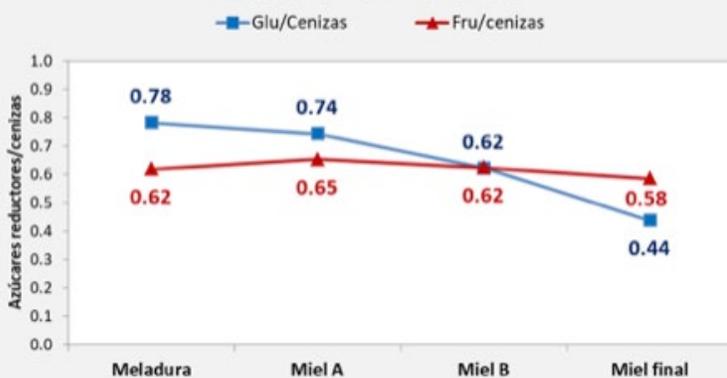


Figura 3: Relación fructosa/cenizas y glucosa/cenizas de las corrientes.

La Figura 3 presenta el comportamiento de azúcares reductores por individual, usando las cenizas como referencia. A lo largo del proceso la fructosa no presenta mayor variación, mientras que la glucosa exhibe una disminución a través de las etapas, pero con pendiente marcada desde la corriente Miel B a Miel Final.

Esta destrucción desigual se atribuye a las condiciones de operación dentro de los tachos. La fructosa es un azúcar reductor que se destruye preferentemente en el proceso de clarificación y primeras etapas de evaporación, porque este azúcar es lábil a altas temperaturas, mientras que la glucosa se destruye principalmente cuando una reacción de Maillard se produce. La destrucción de azúcares reductores lleva a cabo formación de otras no-sacarosas que afectan el proceso de cristalización.

El entorno de los tachos de tercera y cristalizadores cumple con las condiciones ideales para promover la reacción de Maillard, siendo estas: alto Brix, alta temperatura y baja pureza en conjunto con compuestos nitrogenados, dando lugar a consumo de azúcares reductores, preferentemente glucosa, para generación de compuestos coloreados (Newell, 1979). Los efectos de estas reacciones se hacen evidentes con la formación de un color rojizo en las masas cocidas, contrario al color oscuro de las masas no afectadas.

Lo anterior permite establecer que la relación fructosa/glucosa presentada en la Figura 2 aumenta principalmente por la destrucción preferente de glucosa en el proceso, donde el promedio de datos analizados indican una destrucción de 43.6% de glucosa y 6.5% de fructosa. Entre la meladura y miel final se determina una reducción promedio de azúcares reductores/cenizas de 0.38.

Evaluando las condiciones que dan lugar a las reacciones de Maillard, la mayoría son inherentes al proceso de tachos y

cristalizadores, con excepción de la temperatura. Por dicha razón se considera que el aspecto clave para minimizar las reacciones de tipo Maillard es operar a temperaturas lo más bajas posibles en la masa cocida (Rein, 2012). En el caso de las masas cocidas C las temperaturas de operación deberían mantenerse entre 60-65°C, en el momento de la descarga por debajo de 63°C y ser enfriadas tan rápido como sea posible en los cristalizadores.

Efecto de los azúcares reductores en la recuperación de sacarosa

Pureza de miel final

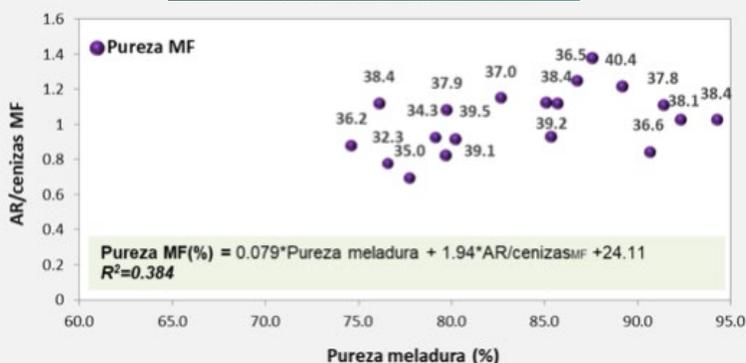


Figura 4: Pureza de miel final en función de la relación azúcares reductores/cenizas y pureza meladura.

Pureza Miel Final en función de Pureza Meladura



Figura 5: Pureza de miel final en función de la pureza de meladura, incluyendo el parámetro recuperación.

Por efecto de la destrucción de los monosacáridos la relación azúcares reductores/cenizas (AR/C) se ve disminuida, afectando así el agotamiento de las masas. Si los azúcares reductores se destruyen las cenizas se vuelven más significativas y solubilizan la sacarosa. La relación AR/C y su importancia inclusive se denotan en las fórmulas de pureza objetivo presentadas en distintas bibliografías.

Con el conjunto de datos obtenidos se decidió evaluar el efecto de las variables analizadas sobre la pureza de la miel final. El análisis matricial de regresión denotó que la pureza de la miel final tiene relación directa con el indicador AR/C, contrario a lo esperado teóricamente, pero el análisis también presentó otra variable de influencia, siendo esta la pureza de meladura.

La figura 4 presenta de forma gráfica la influencia que tienen los AR/C y la pureza de meladura sobre el parámetro pureza de miel final. Con los datos recabados no se evidenció la relación inversa entre los AR/C y la pureza de la miel final, ya que dicho valor muestra dependencia también con la pureza de la meladura.

Este análisis es interesante, ya que normalmente el parámetro que utilizan la mayoría de ingenieros y técnicos de los ingenios para valorar el trabajo realizado en el área de cocimientos es la pureza de miel final, cuando esta tiene una dependencia marcada con la pureza de meladura.

Recuperación en función de AR/cenizas MF



Figura 6: Recuperación SJM en función de la relación azúcares reductores/cenizas en miel final.

Pérdida toneladas de sacarosa por día en función de AR/cenizas MF



Pérdida en MF (kg/t) en función de AR/cenizas MF



Figura 7: Pérdidas de azúcar en función de la relación azúcares reductores/cenizas en miel final.

La Figura 5 presenta la relación directa entre la pureza de miel final y pureza de meladura para el conjunto de datos, incluyendo un parámetro de eficiencia del área de cocimientos "recuperación SJM". La gráfica de distribución de frecuencia se utiliza por la variabilidad existente en la pureza de meladura, esta permite analizar con mayor facilidad la tendencia de los datos.

La Figura 5 ejemplifica como a medida que aumenta la pureza de la meladura también se denota un aumento de la pureza de miel final, pero ese valor más alto de pureza en la miel final no necesariamente indica una mala eficiencia del proceso, como se observa en los valores de recuperación promedio de cada rango.

Este aspecto también es evidenciable en libros de autores como Chen (1985) y Payne (1982) donde mediante tablas expresan como a recuperaciones similares los resultados de pureza en la miel final dependen directamente de la pureza de meladura. Entonces, bajo esa referencia se decide evaluar el efecto de la relación AR/C sobre los parámetros de eficiencia global del proceso de cocimiento y cristalización.

La Figura 6 presenta la recuperación SJM en función de los azúcares reductores/cenizas en la miel final. Se puede observar como una mayor cantidad de AR/C se ve facilitada la recuperación del área, coincidiendo con lo descrito en la literatura.

La recuperación SJM no considera ningún tipo de pérdidas del proceso, por tal razón se evaluó la relación entre la pérdida de miel final en toneladas y en kg/t de caña con los azúcares reductores/cenizas. La Figura 7 nuevamente ejemplifica cómo la relación AR/C beneficia el proceso de agotamiento de las mieles, permitiendo una reducción de sacarosa en la miel final y a su vez menor pérdida del proceso.

Evaluando la relación AR/C en cualquier punto del proceso en la ecuación de pureza objetivo de Smith, permite establecer la pureza más baja a obtenerse en la miel final (con respecto al punto del proceso evaluado).

Bajo ese aspecto se consideró evaluar cómo la disminución de azúcares reductores en el proceso afecta la recuperación en el área de cocimiento, utilizando como parámetro intermedio el cálculo de pureza objetivo. El Cuadro 2 muestra el caso específico del ingenio evaluado. Considerando la pureza de meladura en 84% y una disminución de azúcares reductores/cenizas entre meladura y miel final de 0.4, se pierde un potencial de recuperación de 0.905% que equivale a una pérdida de 1.04 kg/t (dirigida a la miel final).

Cuadro 2: ▶
Análisis de pérdida en recuperación por efecto de la destrucción de azúcares reductores/cenizas.

	AR/Cenizas	Pureza objetivo	Recuperación	Diferencia de Recuperación	Pérdida por dif. de agotamiento (kg/día)	Pérdida por dif. de agotamiento (kg/t)
Meladura	1.40	31.81	91.11	0.905	19705.70	1.04
Miel final	1.00	33.95	90.21			

Pérdidas indeterminadas por inversión de sacarosa

Anteriormente se analizó la destrucción predominante de la glucosa sobre la fructosa, sugiriendo que la misma se debe a reacciones de Maillard que dan lugar a la formación de otras no-sacarosas en el proceso. Aunque se destruye la glucosa en mayor proporción, es importante mencionar que la sacarosa y fructosa también sufren descomposición, y no necesariamente por el mismo mecanismo.

Durante la experimentación se logró realizar un balance de masa del área de cocimiento del ingenio evaluado, mediante los datos promedio de los análisis sacarosa, glucosa y fructosa de la meladura y miel final en conjunto con el flujo másico de cada corriente (Figura 8).

El balance de masa del proceso demuestra la existencia de pérdida de azúcares en diferentes proporciones. La destrucción de sacarosa,

glucosa y fructosa en relación a la meladura fue de 2.2, 46.1 y 9.4% respectivamente, porcentajes similares a los presentados por Newell (1979).

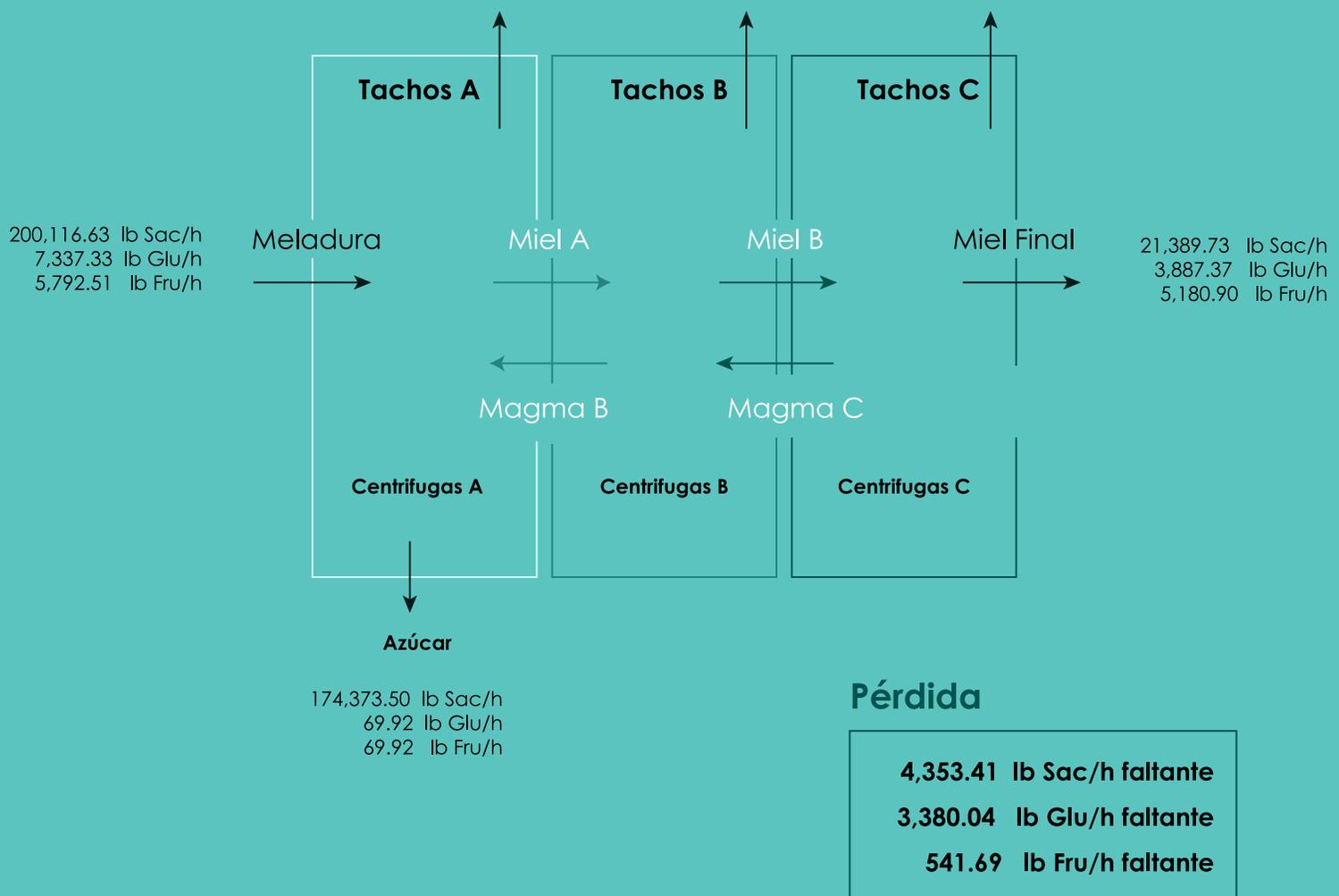
Existen diversas razones por las cuales se generan dichas pérdidas, entre ellas se reconoce que la temperatura en el área de cocimiento es un aspecto importante que da lugar a la inversión de sacarosa, pero en conjunto con un bajo pH y un tiempo de residencia alto se incrementa el nivel de la hidrólisis de la molécula. En el caso de los azúcares reductores la disminución se atribuye a que los mismos continúan reaccionando con los aminoácidos para producir compuestos coloreados por la reacción de Maillard, la cual muestra preferencia al consumo de glucosa.

Realizando la estimación de pérdida de sacarosa debida a inversión durante la operación de cocimiento se obtiene como resultado una

pérdida de 2.70 kg sacarosa/t, que debe ser considerada como parte de las indeterminadas del área. Esta pérdida directa de sacarosa degradada genera a su vez un incremento en la pérdida de miel final, causado por el aumento de las no-sacarosas que arrastra consigo parte de sacarosa.

Se reconoce que la pérdida por inversión de sacarosa en el área es inevitable, ya que se presenta condiciones idóneas durante el cocimiento y cristalización para la descomposición de la sacarosa, pero debe tenerse presente que entre menor sea el tiempo de cocción de una masa cocida, menor será la pérdida de sacarosa debida la inversión y a la descomposición térmica, así como el aumento de color en la masa cocida y en el azúcar final producida.

Figura 8: Balance de masa del proceso.



1. El promedio de datos analizados indican una destrucción desde la meladura a la miel final de 43.6% de glucosa y 6.5% de fructosa, atribuyendo la destrucción mayoritaria de glucosa a reacciones de Maillard.
2. El incremento del indicador fructosa/glucosa a lo largo de las etapas de cocimiento se debe principalmente a la pérdida de glucosa en el proceso.
3. La mayor disminución de la relación azúcares reductores/cenizas se denotó desde la miel B a la miel final, correspondiente a la operación de tachos y cristalizadores de tercera.
4. No existió correspondencia entre la pureza y los azúcares reductores de la miel final, razón por la cual se consideró como un indicador inadecuado de eficiencia en tachos, ya que muestra dependencia con la pureza de meladura.
5. La recuperación y pérdidas de sacarosa en la miel final presenta una relación inversa respecto a los azúcares reductores de la miel final, demostrando el beneficio que presenta la conservación de reductores en las etapas de cocimiento.
6. La reducción promedio de azúcares reductores/cenizas de 0.38, desde la meladura a la miel final, disminuyó la capacidad de recuperación de sacarosa del área en un 0.905%. Esto es equivalente a 1.04 kg sacarosa/t.
7. La pérdida de sacarosa debida a inversión durante la operación de cocimiento fue de 2.70 kg sacarosa/t. Dicha pérdida debe ser considerada como parte de las indeterminadas del área.

BIBLIOGRAFÍA

- Chen, J., & Chou, C. C. (1985). *Cane Sugar Handbook* (12 ed.). Wiley.
- Honig, P. (1969). *Principios de Tecnología Azucarera*. España: Continental.
- Larrahondo, J. (1995). *Calidad de la caña de azúcar*. En *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia* (págs. 337-354). Cali, Colombia: CENICAÑA.
- López, B. (28 de Agosto de 2017). *Evaluación de la operación del área de cocimiento*. (Comunicación directa)
- Love, D., & Muzzell, D. (2009). *Minimizing sucrose loss in final molasses: the three laws of molasses loss*. *Proceedings of South African Sugar Technologists Association*, 319-330.
- Marques, M. A. (2005). *Fatores que influenciam as perdas durante o processo de cristalização na produção de açúcar*.
- Morel du Boil, P., & Schaffler, K. (1979). *Application of gas chromatography in a preliminary investigation into changes in some non-sucrose constituents during sugar-boiling*. *Proceedings of the South African Sugar Technologists Association*, 96-105.
- Newell. (1979). *A preliminary investigation into factors affecting gas formation in massecuites and molasses*. *SASTA Proceedings*.
- Ovando, C. (s.f.). *Una revisión sobre las pérdidas de sacarosa en miel final*. *Asociación de técnicos azucareros de Guatemala -ATAGUA-*.
- Payne, H. (1982). *Unit operations in cane sugar production* (Vol. 4). Elsevier Science.
- Peredo, S. (07 de 2017). *Factores fisicoquímicos que afectan la sacarosa durante el proceso industrial*. *Presentación en Seminario internacional de producción y optimización de la sacarosa*. Cali, Colombia: TECNICAÑA.
- Polanco, L. (2009). *Assessment of target purity difference for a Louisiana sugar mill*. Louisiana, USA: Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Rein, P. (2012). *Ingeniería de la caña de azúcar*. Alemania: Bartens.
- Sahadeo, P. (1998). *The effect of some impurities on molasses exhaustion*. *Proc S Afr Sug Technol Ass*, 285-289.
- Van der Poel, P. W. (1998). *Sugar Technology. Beet and Cane Sugar Manufacture*. Berlin: Bartens.

Oscar Alejandro González Hernández, desde muy joven descubre su vocación en el sector agrícola, graduándose de Perito Agrónomo en la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA– en el año 1963.

El inicio de su preparación agrícola coincide con un cambio del sistema educativo y del pensum de estudios en la ENCA, con un nuevo método pedagógico orientado a formar “El Nuevo Perito Agrónomo”, que se basaba en organizar grupos de tarea, para la realización de los trabajos prácticos bajo el principio de “aprender haciendo”, reforzado con una base sólida de conocimientos teóricos. Recuerda con mucho aprecio al Ing. José Ramírez Bermúdez –QEPD– quien fue su mentor y promotor de dicha orientación del Pensum, el cual como resultado fue una formación profesional con base sólida práctica y académica.

En 1970 se gradúa de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con la presentación de su trabajo de Tesis *“Clasificación Agrológica del área de la Cuenca del Río Platanitos y algunas recomendaciones para su Uso y Manejo”*.

Sus primeras experiencias profesionales las obtiene trabajando en la ejecución de Proyectos de manejo y conservación de suelo y agua, a nivel de micro cuencas, insertándose en un tema de mucha importancia nacional para la fecha. Siguiendo el consejo de uno de sus Maestros de la FAUSAC de *“Ser alguien en algo y no nadie en todo, por ser tan amplio el campo de acción en la agricultura”*, logró una beca de estudios para su Especialización Profesional, graduándose en 1974 como Maestro en Ciencias, con especialidad en Riego y Drenaje, en el Colegio de Posgraduados de Chapingo, México, con la presentación de su Tesis *“Estimación de Requerimientos de Riego en Guatemala”*.





A su regreso, en 1975, participó en la elaboración del Plan Maestro de Electrificación Nacional y posteriormente se incorpora al cuerpo de docentes como Director del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía de la USAC, impartiendo docencia directa.

El ingeniero González, en 1979 se desempeñó como Director Regional y posteriormente como Subgerente del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA, experiencia que contribuyó a obtener una mejor visión en el desarrollo e innovación de la producción agrícola, lo que en un futuro dejaría en evidencia en su participación en actividades desarrolladas por comités técnicos de CENGICAÑA.

A nivel gremial, en 1977 es electo Vicepresidente del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Guatemala, y en 1980 como Presidente. Como dirigente del Colegio de Ingenieros Agrónomos, le cabe la satisfacción que en 1977, por gestiones de la Junta Directiva y con el apoyo de Colegas relacionados, con la administración pública y el Honorable Congreso de la República de esa época, se logró la aprobación del Decreto Número 48-77 que dio vida a "*Ley del Timbre del Ingeniero Agrónomo de Guatemala*", institución que ha venido desarrollando la implementación de las prestaciones dirigidas a favor de los agremiados y sus familias.

De 1989 a 1992, tuvo la oportunidad de Coordinar la formulación del Plan Maestros de Riego y Drenaje a nivel Nacional, lo cual le permitió conocer el potencial de desarrollo agrícola del país, basado en aprovechamiento de sus recursos naturales, especialmente los hídricos, suelos y su clima, encontrando uno de los mayores potenciales en el Litoral de la Costa Sur.

Como resultado de dicho Plan, en 1992 coordinó la implementación del Plan de Acción para la Modernización y fomento de la agricultura bajo riego-PLAMAR-

¿Cómo inició su vida en la agroindustria Azucarera?

En el año 1993 tuve la oportunidad de iniciar mi relación a través del Ingenio Magdalena con la Agroindustria Azucarera, participando en la evaluación del potencial de desarrollo del cultivo de caña de azúcar bajo riego, como parte de la primera fase a implementar en el Plan de crecimiento del Ingenio. Dicha relación la he mantenido como Asesor de Ingeniería Agrícola, hasta la fecha.

Al incorporarme al que hacer en la Agroindustria Azucarera me encontré con muchos discípulos y colegas bien posicionados en los equipos técnicos de los ingenios azucareros, lo cual facilitó mi relación posterior para participar en la formulación de proyectos para el desarrollo del cultivo bajo riego de la caña de Azúcar.

¿Algunas anécdotas o experiencias memorables?

Creo que las experiencias de mayor importancia, que guardaré en mi memoria, son la de haber tenido el privilegio de haber vivido y colaborado profesionalmente en el proceso de desarrollo de una de las empresas de la Agroindustria Azucarera, como el Ingenio Magdalena que ha alcanzado posesionarse como una empresa de clase mundial, líder a nivel nacional y regional.

¿Cuál ha sido su mayor reto alcanzado en la agroindustria?

Tomando en cuenta el acelerado desarrollo tecnológico de la actividad productiva de la agroindustria azucarera alcanzado a la fecha, el mayor reto ha sido la adaptación al continuo cambio que este ha requerido, para modernizar y ampliar conocimientos para la adopción de nuevas tecnologías, de acuerdo a las experiencias adquiridas.

¿Qué recomendaría usted a los profesionales jóvenes de la Agroindustria Azucarera para mantener productividad, sostenibilidad y rentabilidad del cultivo de caña?

Es indudable que el desarrollo de la agroindustria azucarera reconocido a nivel mundial, exige a que sus colaboradores nos formemos como técnicos con mayores



conocimientos para adoptar y desarrollar tecnologías innovadoras, amigables con el medio ambiente y de protección de los recursos naturales así como de las población del área de influencia del cultivo, sin perder de vista el de alcanzar mayor productividad y rentabilidad, por lo que mi mejor recomendación a las generaciones de profesionales es pro actividad en la adquisición de conocimientos nuevos, hacer uso de la información que se genera, involucrarse en su análisis para la toma de decisiones en los procesos de manejo del cultivo, sobre todo ahora que la Agroindustria está migrando a una Agricultura de Precisión.

¿Cómo se visualiza usted en la Agroindustria para los próximos años?

Me gustaría que me recordaran como alguien que orientó y colaboró en la formación de los colaboradores técnico-profesionales, en tener la confianza de aplicar sus conocimientos en el desarrollo y ejecución de sus proyectos de riego, especialmente quienes formaron equipos de trabajo en los que participé.

¿Tiene a alguien que le haya apoyado para lograr éxito en su ejercicio profesional en la agroindustria?

Debo reconocer que tuve la oportunidad de contar con la amistad del Ingeniero Jorge Luis Juárez (QEPD), quien me compartió mucho de sus conocimientos y experiencias sobre el cultivo de la caña de azúcar, sus variedades, los requerimientos nutricionales y el control de malezas, que aunado con el riego constituyen el 80-20 del manejo del cultivo.

¿Qué concepto tiene usted de ATAGUA?

Creo que es una institución gremial, que ha contribuido exitosamente, durante sus 50 años de existencia, a la superación de sus asociados, propiciando el intercambio de avances en

experiencias y conocimientos técnicos, tanto a nivel nacional como internacionalmente, lo cual ha redundado en un mejor desempeño profesional. Esto lo ha logrado a través de la organización de actividades que reúnen a sus asociados y profesionales ligados a la agroindustria periódicamente con la participación de expertos nacionales e internacionales, además de actividades sociales y deportivas que integran más a sus asociados.

¿Cuál de las actividades considera importantes y en cuál de todas es en la que más ha participado?

Considero que los esfuerzos que se hacen en la organización de los Congresos Nacionales y Regionales, Seminarios de actualización y las Giras de Campo son de importancia relevante para la actualización e intercambio de experiencias y conocimientos técnicos generados, así como de la relación de la industria de proveedores de insumos y servicios y de sus avances en apoyo a la producción de la Agroindustria.

He participado en los Congresos Nacionales y de los que más recuerdo el XII que se realizó en el IRTRA (2011), el XIII de ATAGUA y XX de ATACA (2015) apoyando al Equipo Técnico de Riego del Ingenio Magdalena en la organización y atención a los asistentes al Congreso en la gira de Campo con presentación de sistema de riego por goteo y el XIV de ATAGUA (2017) como participante en el Panel Foro "La nueva Agroindustria Azucarera y sus retos".



LA JUNTA DIRECTIVA DE LA ASOCIACION DE TECNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA

Informa a sus asociados y empresas afines a la agroindustria azucarera guatemalteca y centroamericana, que debido a la pandemia decretada por la OMS Covid-19, y velando por la seguridad de nuestros asociados, invitados, conferencistas, colaboradores, participantes extranjeros y nacionales, se tomó la decisión de posponer la realización del **XXII CONGRESO DE TECNICOS AZUCAREROS DE CENTROAMERICA, el XV CONGRESO DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA y la celebración de los 50 AÑOS DE ATAGUA.**

El congreso se llevará a cabo en una fecha posterior bajo el mismo lema y cuando existan condiciones que no pongan en riesgo la salud de los participantes.

Agradecemos su comprensión y esperamos su participación cuando se establezca la nueva fecha.

Atentamente,

JUNTA DIRECTIVA 2020

 www.atagua.org  \\Atagua  (502) 5517 - 3978
(502) 5436 - 3490  adminatagua@cengican.org



Eficacia

sin comparación



Alto Rendimiento
40 - 60 - 90

▼▼▼ *Más días control*

CONTROL TOTAL DE
GRAMÍNEAS Y HOJAS ANCHAS

▼▼▼ *Hasta 120 días control.*

Tecnología para el control de malezas
de comprobada eficacia.

www.bayercropscience-ca.com

