

Atagua

ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA

Enero • Marzo 2015

XX

Congreso de Técnicos
Azucareros de Centroamérica

XIII

Congreso de Técnicos
Azucareros de Guatemala



Sostenibilidad de la agroindustria azucarera

RENTABILIDAD • RESPONSABILIDAD SOCIAL • MEDIO AMBIENTE



HOTEL MUSEO
CASA SANTO DOMINGO
ANTIGUA GUATEMALA

10
al
14
AGOSTO 2015

www.atagua.org



Más información:
adminatagua@cengican.org
Tel.: (502) 551 73978 • (502) 54363490

Cristalización por evaporación continua

**Alto rendimiento
en cristales –
mejora del balance
energético**



Passion
for
Progress



BMA 

Los tachos continuos VKT de BMA son apropiados para todas las etapas de cristalización de la industria azucarera. Gracias a la utilización del vapor de calefacción de muy baja tensión, su empleo contribuye considerablemente a mejorar el balance energético. Son muy apropiados para el empleo de la compresión de los vapores y para la evaporación con doble uso de los vapores. Los tachos continuos VKT de BMA permiten limpiar cámaras individuales sin interrumpir la producción.

► Más información:

Nuestro representante en Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Panamá y Honduras: Negocios y Servicios S.A.; teléfono +502-2-317 7500, fax +502-2-317 7599; nesersa@nesersa.com, www.bma-worldwide.com

Instalaciones de difusión

Difusores de caña

Prensas de pulpa

Secadores de vapor en lecho fluidizado

Evaporadores

Instalaciones de cristalización

Bombas de masa cocida

Centrífugas

Secadores y enfriadores de azúcar

Ingeniería y asesoría

Asistencia



La Huella de Carbono del Azúcar de Guatemala, Zafra 2013-2014



Experiencias en la selección de clones de eucalipto de alta productividad



Determinación de Pérdidas de Azúcar por Arrastre en Condensadores Barométricos de Evaporadores



Gonzalo Madrid
Jefe de Zona de Producción Agrícola, de Ingenio Pantaleón



Palo Gordo Administración
Nuevo Campeón de Voleibol

ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA JUNTA DIRECTIVA 2015

Nombre	Cargo
Ing. Sergio Velásquez Ingenio Pantaleón	Presidente
Ing. Oscarrené Villagrán Ingenio San Diego	Vicepresidente I
Ing. Omar Escobar Ingenio La Unión	Vicepresidente II
Ing. Luis Molina Cengicaña	Tesorero
Ing. Mauricio Rodríguez Ingenio San Diego	Vocal I
Ing. Eddy Girón Ingenio La Unión	Vocal II
Ing. Luis Ampudia Ingenio Palo Gordo	Vocal III
Inga. Kareen Urrutia Ingenio Pantaleón	Vocal IV
Ing. José Miguel Del Cid Ingenio Magdalena	Vocal V
Ing. José Miguel Lemus Ingenio La Unión	Vocal VI
Ing. Aristeo Ortíz Ingenio San Diego	Vocal VII

Km. 92.5 carretera al Pacífico
Santa Lucía Cotzumalguapa,
Escuintla, Guatemala
Tels.: (502) 5517-3978 • 5436-3490
adminatagua@cengican.org
secreatagua@cengican.org

El año 2015 representa nuevos retos para la agroindustria azucarera a nivel mundial derivado de la dinámica del mercado internacional y la baja que ha presentado el precio del azúcar y sus principales productos derivados como el etanol. Citando a Albert Einstein “En los momentos de crisis, sólo la imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado. La imaginación circunda el mundo”, sabemos que ahora es cuando más serán apreciados los esfuerzos por dar soluciones diferentes y creativas, por generar cambio y mantener el alto nivel profesional y tecnológico que caracteriza a nuestra agroindustria azucarera de Guatemala en el mundo.

Esta creatividad e innovación por la adaptación se refleja en esta revista, ya que hemos dado un espacio para conocer los estudios e investigaciones que ha generado el Instituto de Cambio Climático y, también hemos querido conocer a personajes motivadores de nuestro gremio, para que nos sean de inspiración y ejemplo sus anécdotas e historias. Asimismo, seguimos contando con las experiencias e investigaciones que permiten la mejora y eficiencia en la fábrica de producción de azúcar como en el campo, las cuales para esta publicación se refieren a la medición y reducción de las pérdidas de azúcar por arrastre en los condensados de fábrica y el establecimiento de bosques energéticos de clones de eucalipto para ser aprovechados en la cogeneración de energía eléctrica.

Hemos concluido el XII campeonato de voleibol ATAGUA-HORCALSA y, continuamos las actividades de nuestra asociación con un magno evento: el Congreso de Técnicos Azucareros de Centroamérica (XX ATACA y XIII ATAGUA), que tendrá lugar del 10 al 14 de agosto en el Hotel Museo Casa Santo Domingo, Antigua Guatemala.

Los instamos a mantener esta filosofía de ATAGUA viva, donde la investigación e intercambio técnico entre los asociados facilita el conocimiento de proyectos de mejora continua y diversificación, una vez más siendo creativos y dando libertad a la imaginación. Esperamos sus artículos para la revista y trabajos técnicos para exponer en el Congreso Centroamericano, el cual tendrá Sede en nuestro país. Asimismo, los invitamos a visitar la nueva página de nuestra asociación www.atagua.org y hacernos llegar sus sugerencias y consultas.

Portada: Afiche promocional del XX Congreso de Técnicos Azucareros de Centroamérica y XIII Congreso de Técnicos Azucareros de Guatemala.

La Huella de Carbono del Azúcar de Guatemala, Zafra 2013-2014

Por M.Sc. Oscar González y Ph.D. Alex Guerra
Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC)

Introducción

En la última década ha aumentado la importancia de estimar las emisiones directas o indirectas de gases de efecto invernadero asociadas a la elaboración y transporte de los productos que consumimos. A esto se le denomina huella de carbono y se visualiza como una herramienta para promover la reducción de la emisión de dichos gases. En el presente artículo se presenta brevemente la teoría relacionada a la huella de carbono, resaltando su importancia, y se indica la metodología utilizada para estimar el inventario de gases y la huella de carbono del azúcar de Guatemala. Luego se presentan los resultados del estudio más reciente (zafra 2013-2014), en donde se incluyen las principales fuentes de emisión de gases, el dato sobre cantidad de gases por unidad de peso de azúcar y una comparación con estudios efectuados para la producción de azúcar en otros países, tanto de caña como de remolacha. Finalmente, se hace referencia a la tendencia de disminución de la huella de carbono y se dan a conocer las estimaciones sobre la fijación de carbono y las emisiones evitadas en el sistema de producción de Guatemala, con lo que se tiene una idea sobre el balance.

¿Qué es la huella de carbono y por qué se mide?

Las evaluaciones de los múltiples estudios existentes indican con un 99.9% de certeza que el planeta se está calentando (IPCC, 2013), es decir, el calentamiento global es inequívoco. Lo que constituye un problema no es el calentamiento en sí, si no que los cambios se están dando de forma sumamente acelerada si se compara con las tendencias a lo largo de cientos de miles de años. Dicho fenómeno es resultado de la intensificación del efecto invernadero por efecto por las concentraciones cada vez más altas de los denominados Gases de Efecto Invernadero (GEI), que guardan una relación estrecha con las actividades humanas, en particular desde la revolución industrial (IPCC, 2014). Por tal razón, las negociaciones y acciones internacionales han enfocado su atención en reducir las emisiones de los GEI o en fijar el dióxido de carbono contenido en la atmósfera y así, mitigar el cambio climático.

Entre los conceptos que han surgido para conocer las fuentes de emisión de GEI y enfocar esfuerzos de mitigación, está la huella de carbono. Ésta consiste en



un recuento de las emisiones de GEI que son liberadas directa o indirectamente por las actividades de un individuo, organización, evento o elaboración de un producto, siguiendo procedimientos internacionales aprobados (Bosques PROcarbono UACH, 2015; Carbon Trust, 2014; Myhre et al., 2013). El concepto es considerado una herramienta útil para el desarrollo de estrategias y políticas para la reducción de emisiones de dichos gases (MARN, 2012).

La unidad básica para expresar la huella de carbono y los inventarios de gases de efecto invernadero es el dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Los distintos gases de efecto invernadero se expresan en función del potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) tomando como base la molécula de CO₂, que tiene el valor más bajo. Por ejemplo, de los dos gases más comunes en liberarse por actividades humanas, una molécula de metano (CH₄) equivale a 28 CO₂eq y una molécula de óxido nitroso (N₂O) equivale a 265 CO₂eq (Myhre et al., 2013). De esta forma, a las emisiones de CO₂ se suman las emisiones de los otros gases convertidos a CO₂eq. El total se divide dentro del peso o volumen del producto generado para obtener la huella de carbono expresada en gramos (g), kilogramos (kg) o toneladas (t) de CO₂eq por litro (l), o bien, por la misma dimensional en peso de producto. Por ejemplo, en el presente artículo se presenta la huella de carbono en kg de CO₂eq/kg de azúcar.

En el caso de Guatemala, se han generado inventarios nacionales como parte de los compromisos adquiridos a través de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). El más reciente es llamado Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de GEI, Año Base: 2005 (MARN, 2012). Según este documento, las fuentes principales de emisiones son la generación de energía, procesos industriales, la agricultura, el cambio de uso y cobertura de la tierra (especialmente la deforestación), los desechos y la quema de biomasa (uso de leña). El total de emisiones de los principales gases (CO₂, CH₄ y N₂O) expresadas en toneladas de CO₂eq es de 43,013,509 mientras las

absorciones, en su mayoría por los bosques, es de 24,492,060 (MARN, 2012). El desarrollo de estos inventarios para distintos sectores productivos cobra mayor importancia a partir de la publicación y entrada en vigencia de la "Ley Marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero (Decreto 7-2013 del Congreso de la República).

La huella de carbono es un dato que cada vez más países, empresas y esquemas de certificación exigen, por lo que estimarla es importante como un elemento de acceso a mercados y competitividad. En el caso del azúcar (y el etanol producido a partir de la caña), la huella es muy pequeña comparada con otros alimentos y combustibles (Rein, 2011), lo cual es una ventaja.

En cuanto al azúcar de Guatemala, se han elaborado varios estudios sobre los gases de efecto invernadero asociados a su producción. Boshell (2010) elaboró el primero y se enfocó en el cultivo de la caña, es decir, abordó solamente una parte de todo el ciclo de vida. Los estudios del Instituto de Cambio Climático (ICC), por otra parte, han estimado el inventario de GEI para todo el ciclo en las zafras 2010-2011, 2012-2013 y 2013-2014. Sin embargo, los resultados no son completamente comparables entre sí puesto que cada año se ha afinado la metodología y la recolección de datos ha sido más completa. Dichos estudios han estimado que las emisiones han estado entre las 588,000 toneladas de CO₂eq y las 894,000 (ICC, 2012; ICC, 2014; ICC, 2015). Si se comparan con las cifras a nivel nacional mencionadas arriba, éstas representarían alrededor del 2%. La huella de carbono como tal, solamente se ha estimado para las dos últimas zafras, dando el mismo resultado, 0.32g de CO₂eq por cada gramo de azúcar. Aparte de las emisiones, se han estimado las fijaciones y las emisiones evitadas por la producción del azúcar. El estudio de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en este sector resulta importante como un estudio de caso porque combina agricultura e industria.

Metodología

Para realizar el inventario de emisiones de GEI de la producción del azúcar durante la zafra 2013-2014, se utilizaron las "Directrices del IPCC¹ de 2006 para los Inventarios Nacionales de GEI". Se tomaron en consideración las siguientes categorías: quema y requema en campos de caña de azúcar, emisiones directas e indirectas por fertilización nitrogenada², uso de combustibles para las diferentes operaciones relacionadas al manejo del cultivo, la energía producida a través de todos los combustibles para consumo interno en las fábricas y una primera estimación sobre las emisiones producidas por las aguas residuales industriales. Las fuentes de emisiones tomadas en cuenta y también las fuentes de fijación de carbono y de emisiones evitadas, se presentan en la siguiente figura 1.

Los gases reportados en este inventario incluyen el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso como gases de efecto invernadero directos. Tanto las emisiones de metano como las de óxido nitroso se multiplicaron por los valores de potencial de calentamiento global que aparecen en el Quinto Informe del IPCC para manejar una misma unidad (t CO₂ eq) (IPCC, 2013).

Esta aproximación no consideró ninguna cantidad de CO₂ emitida por combustión de biomasa ni en campo ni en las calderas de la fábrica puesto que la caña de azúcar es un cultivo de crecimiento anual que fija carbono. Este es el caso para cualquier cultivo en que se queme biomasa (Myhre et al., 2013).

Se asumió que las emisiones evitadas correspondieron a las emisiones que hubieran sido generadas si en lugar de utilizar el bagazo de caña de azúcar, se hubiera utilizado algún combustible fósil (búnker o carbón mineral) para la generación de energía para consumo

interno de los ingenios azucareros y para la venta al sistema nacional interconectado. Asimismo, se estimaron como emisiones evitadas las que no se generaron al realizar la cosecha en verde (manual y mecanizada)³.

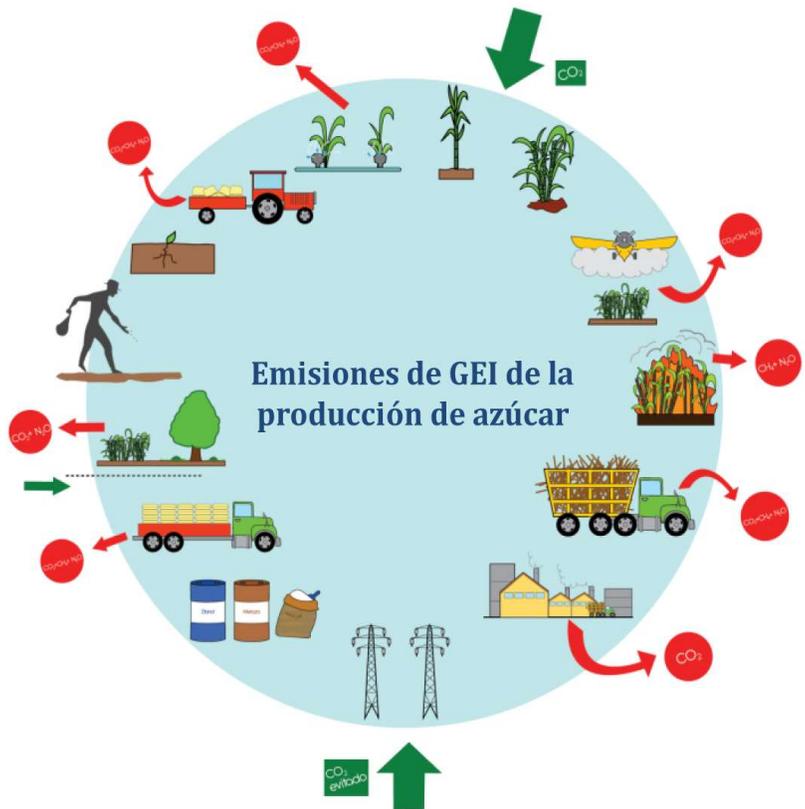


Figura 1. Ciclo de vida de la producción de azúcar utilizado para la estimación del inventario de gases de efecto invernadero (GEI).

Resultados y discusión

Para el período 2013-2014, las estimaciones totales de la AIA fueron de 894,094 tCO₂eq (ver cuadro 1). Como se observa en la figura 2, el 49% corresponde a las emisiones producidas por el uso de combustibles fósiles en las operaciones de manejo del cultivo y transporte, 28% al uso de fertilizantes nitrogenados, el 10% por cambio de uso y cobertura de la tierra y 12% a las quemaduras de biomasa de caña en el campo. Las emisiones correspondientes a los combustibles para la producción de energía para las fábricas fueron del 1%.

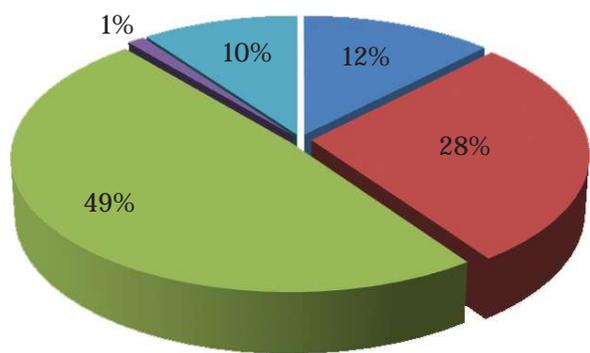
¹ Panel Intergubernamental de Cambio Climático - IPCC (por sus siglas en inglés).

² Dentro de esta actividad se estimaron las emisiones directas por fertilización e indirectas por volatilización y lixiviación, así como por la utilización de urea.

³ Para esta actividad se estimaron las emisiones generadas por el uso de combustible fósil de la maquinaria que se utiliza para la cosecha, dentro del uso de combustibles para las diferentes operaciones del cultivo y transporte.

Cuadro 1. Total de emisiones de GEI estimadas por actividad, zafra 2013-2014.

No.	Fuentes de emisión	Emisiones (tCO ₂ eq)
1	Quemas de biomasa de caña en campo	110,609.74
2	Utilización de fertilizantes nitrogenados	248,670.03
3	Combustibles para actividades agrícolas y transporte (combustión móvil)	434,907.76
4	Generación de electricidad para consumo interno	10,124.59
5	Cambio de uso y cobertura de la tierra (forestal a caña de azúcar)	89,782.00
	Total	894,094.11



- Quemas de biomasa de caña en campo
- Utilización de fertilizantes nitrogenados
- Combustible para actividades agrícolas y de transporte
- Generación de electricidad para consumo interno
- Cambio de uso y cobertura de la tierra

Figura 2. Porcentaje de emisiones de CO₂eq por actividad evaluada en la producción del azúcar de la AIA durante la zafra 2013-2014.

Las emisiones evitadas se estimaron entre 649,220 y 795,011 tCO₂eq, que resultarían de la combustión de búnker o carbón mineral, respectivamente, para la generación de energía eléctrica utilizada para la producción de azúcar y la que se vende al sistema nacional interconectado, si no se utilizara el bagazo de la caña, que es un combustible renovable. Además, se estimó que al no quemar la caña de azúcar y realizar la cosecha en verde (sin quemar), se evita la emisión de 20,550 tCO₂ eq.

Según estos datos y tomando la producción total de azúcar de la zafra (según datos de ASAZGUA), la huella de carbono del azúcar de Guatemala para la zafra 2013-2014 se estimó en 0.32 gCO₂eq/g de azúcar producido (figura 3).



Figura 3. Huella de carbono del azúcar de Guatemala, zafra 2013-2014.

¿Cómo se compara la huella de carbono del azúcar de Guatemala con la huella del azúcar de otros países?

Como se aprecia en el cuadro 2, el azúcar de Guatemala se encuentra entre las que tienen una huella de carbono baja en relación a otras. Sin embargo, la comparación entre los distintos tipos de azúcar contenidos en la tabla no debe hacerse de forma directa. En primer lugar, probablemente haya variaciones a causa de utilizar distintas metodologías para las estimaciones. En segundo lugar, la delimitación del sistema produce diferencias importantes, particularmente si se incluye el transporte hasta el lugar de venta al consumidor final. Esta es la razón por la cual el azúcar de caña que se pueda

encontrar en la Unión Europea (tercera fila del cuadro) tiene una huella dos veces mayor que el azúcar de caña en los países productores. En dicho caso no solo se incluyen las emisiones relacionadas al transporte del azúcar crudo sino también el proceso de refinación.

Una diferencia importante entre la huella de carbono del azúcar de caña y el azúcar de remolacha es que, en el caso de la primera, es común que la fábrica opere con electricidad generada a partir del bagazo de la misma caña. La remolacha, en cambio, no cuenta con biomasa que se pueda utilizar de esa forma y, entonces, si la electricidad que utilizan es generada a partir de combustibles fósiles, la huella de carbono es mucho más grande. En el caso del azúcar de remolacha británica, las emisiones en fábrica por uso de combustibles fósiles son responsables del 57% de la huella de carbono (Carbon Trust, 2008, en British Sugar, 2010).

Cuadro 2. Huella de carbono del azúcar en distintos países y regiones.

kgCO ₂ eq/ kg azúcar	Tipo	País/región	Fuente
1.16	Remolacha	Estados Unidos	Taylor & Koo, 2010
0.64-0.76	Caña, refino	Unión Europea	CEFS, 2012
0.24-0.77	Remolacha	Unión Europea	CEFS, 2012
0.60	Remolacha	Reino Unido	Carbon Trust, 2008, en British Sugar, 2010.
0.57	Caña	Estados Unidos	Taylor & Koo, 2010
0.55	Caña	Tailandia oriental	Yuttitham et al, 2011
0.32	Caña	Guatemala	ICC, 2014
0.24	Caña	Sur de Brasil	de Figueiredo et al, 2010

En el caso de Guatemala, toda la electricidad utilizada en las fábricas (ingenios) es generada utilizando el bagazo y, además, se produce un excedente que se vende al Sistema Nacional Interconectado. Este excedente conforma alrededor del 70% de la electricidad generada.

Tendencia de la huella de carbono en Guatemala

Como se mencionó anteriormente, a pesar de que el ICC ha realizado tres estudios para estimar el inventario de gases de efecto invernadero, los resultados no son completamente comparables entre sí puesto que cada año se ha afinado la metodología y la recolección de datos ha sido más completa. Durante la elaboración de dichos estudios se han identificado varios factores que han influido en que la huella de carbono del presente sea menor que la huella en el pasado, a saber: 1) el aumento en eficiencia de utilización de fertilizantes nitrogenados, 2) el aumento de la cosecha en verde implementada por varios ingenios, 3) la utilización de la mayoría de las aguas residuales para riego de las áreas cultivadas en lugar de descargarlas a los cuerpos de agua, 4) la reubicación de dos fábricas para acortar las distancias de transporte de caña, 5) la construcción de una red de caminos dentro de las fincas cañeras que ha reducido considerablemente las distancias de transporte de caña hacia las fábricas por ser rutas más directas que las carreteras nacionales, y 6) la utilización del bagazo para generar electricidad, lo cual inició a ponerse en práctica desde la década de los 90s. Aún no se ha estimado en qué proporción ha bajado la huella de carbono por dichos factores pero son temas que figuran en la lista de investigaciones a realizar en un futuro cercano.

Fijación y almacenamiento de carbono, emisiones evitadas y el balance del carbono

Hasta ahora se han presentado datos solamente sobre las emisiones de GEI asociados a la producción de azúcar. Sin embargo, como en cualquier sistema, existen



también factores positivos como la fijación de carbono y procesos con los cuales se evitan emisiones adicionales. En primer lugar, es importante notar que la caña de azúcar es una planta sumamente eficiente en la fijación del carbono, en parte por tener un mecanismo de fotosíntesis C4. La caña se cosecha una vez al año en Guatemala, por lo que el promedio de 102.7 toneladas de caña por hectárea (CENGICAÑA, 2014) crece (y se fija) en ese periodo de tiempo. De esa cantidad, aproximadamente la mitad es agua, una fracción constituye la biomasa que se quema o que queda en el campo, otra parte se convierte en los desechos o residuos del proceso industrial (bagazo, cachaza, melaza, vinaza) y otra fracción la componen los productos finales como el etanol y el azúcar. De este último, el promedio para Guatemala es de 10.3 toneladas por hectárea (CENGICAÑA, 2014), que contiene gran parte del carbono fijado por la caña. Aunque prácticamente todos estos materiales contienen carbono que regresa a la atmósfera, el crecimiento de la caña hace que el ciclo sea cerrado y las emisiones netas sean neutras, lo cual es reconocido científicamente (IPCC, 2013).

Cuadro 3. Fijación y almacenamiento de carbono y emisiones evitadas anualmente

No.	Fuentes de fijación, almacenamiento o emisiones evitadas	tCO ₂ eq
1	Carbono contenido en bosques naturales del sector azucarero*	1,415,591
2	Cambio de cobertura de la tierra (caña a forestal) – dato anual	24,938
3	Plantaciones forestales del sector azucarero – dato anual	132,635
4	Generación de electricidad a partir de bagazo**	649,220 a 795,011
5	Cosecha de la caña en verde – dato anual	20,550
6	Carbono almacenado (temporalmente) en el azúcar	4,313,612

* No es cifra anual sino total, con datos de áreas de bosque natural reportadas a noviembre de 2012.

** Emisiones evitadas al no utilizar búnker o carbón mineral para general la misma electricidad.

Cuadro 4. Balance de emisiones de tCO₂eq por año

Total de emisiones estimadas	894,094
Total de fijaciones o emisiones evitadas, directamente relacionadas a la producción de azúcar	4,068,806
Balance (a favor)	3,174,712

Para la suma de las fijaciones y emisiones evitadas del Cuadro 4 se hicieron las siguientes consideraciones: 1) Sólo se consideraron aquellas actividades directamente relacionadas a la producción de azúcar, por lo que no se tomó en cuenta el carbono contenido en los bosques naturales ni en las plantaciones forestales que son propiedad de los ingenios; 2) En las emisiones evitadas por generación de electricidad con bagazo de caña, se tomó el dato mayor puesto que corresponden al carbón mineral y éste es el combustible fósil más utilizado en la época del estudio; 3) Se tomó en cuenta el 74.84% del carbono contenido en el azúcar por ser el porcentaje de las exportaciones (datos de ASAZGUA, 2014) y las que se toman en cuenta, de acuerdo a Nayamuth & Cheeroo-Nayamuth (2005).

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados aquí mostrados indican que la producción de azúcar en Guatemala es responsable de alrededor del 2% de las emisiones del país. La huella de carbono (0.32gCO₂eq/g de azúcar) es baja comparada con el azúcar de otros países y, en general, mucho más baja que la huella del azúcar elaborada a partir de remolacha. La razón principal por la que la huella es baja es la generación de electricidad a partir del bagazo de la misma caña, que es una fuente renovable. Esto representa un ejemplo de buenas prácticas ambientales también puesto que se utilizó un desecho que de otra manera sería contaminante.

Las estimaciones presentadas sobre fijación y almacenamiento de carbono y emisiones evitadas de otros gases indican que el proceso de producción del

azúcar tiene efectos positivos, los cuales son significativos. Sin embargo, el cálculo del balance está sujeto a las reglas de los mercados de carbono y también dependen del contexto en que se analicen (nivel de empresa, país o a nivel global). Podría haber argumentos para incluir o no los rubros que fueron incluidos en el presente artículo, posiblemente siendo uno de los más discutidos la inclusión del carbono contenido en el azúcar.

Existen varias oportunidades para aumentar la precisión de las estimaciones de estudios como éste. Entre ellas está la estimación de factores de emisión de los fertilizantes nitrogenados según las condiciones de Guatemala y la determinación de las emisiones (y fijaciones) del cambio de uso y cobertura de la tierra de forma anual. No obstante, los estudios han ayudado a identificar las fuentes y factores principales en la temática y pueden ser el punto de partida para promover acciones que contribuyan a la reducción de emisiones en éste y otros sectores productivos, a la vez que favorecen a disminuir costos por aumento en la eficiencia en la utilización de insumos o por el aprovechamiento de residuos.

Literatura citada

- ASAZGUA, 2014. Detalle de Producción por tipo y calidad al 8 de junio 2014. Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA), Ciudad de Guatemala.
- Boshell, F., 2010. Inventario de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala, zafra 2006-2007. Simposio XV "Análisis de la zafra 2009-2010, Campo y Transporte", CENGICAÑA.
- Bosques PROcarbono UACH. 2015. Huella de Carbono. Consultado en: http://www.uach.cl/procarbono/huella_de_carbono.html, en febrero de 2015.
- British Sugar, 2010. Corporate Sustainability Report 2009/10. British Sugar UK & Ireland.
- Carbon Trust. 2014. Carbon footprinting guide. Tools, guides & reports. Consultado en: <http://www.carbontrust.com/resources/guides/carbon-footprinting-and-reporting/carbon-footprinting>, en junio de 2014.
- CEFS, 2012. The Product Carbon Footprint of EU Beet Sugar. Klenk, I., B. Landquist and O. Ruiz de Imaña. Sugar Industry Journal, Issue 137 (62) March-April 2012.
- CENGICAÑA. 2014. XIX Simposio Análisis de la Zafra 2013/2014. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Agosto de 2014.
- de Figueiredo, A., R. Panosso, R. Romão and N. La Scala Jr, 2010. Greenhouse gas emission associated with sugar production in southern Brazil. Carbon Balance and Management Journal, 5:3.
- ICC, 2015. Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la producción de azúcar en Guatemala. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), elaborado por O. González y A. Guerra. Santa Lucía Cotzumalguapa. 22 p.
- ICC, 2014. Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la producción de azúcar en Guatemala, Zafra 2012-2013. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), elaborado por A. Hernández. Santa Lucía Cotzumalguapa. 21 p.
- ICC, 2012. Inventario de emisiones y fijaciones de Gases de Efecto Invernadero de la producción de azúcar en Guatemala, Zafra 2010-2011. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), elaborado por A. Hernández. Santa Lucía Cotzumalguapa. 19 p.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp
- MARN, 2012. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero Año Base: 2005. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. MARN-PNUD-GEF Guatemala. 35 p.
- Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nayamuth, A.R.H. and B.F. Cheeroo-Nayamuth, 2005. Contribution of sugar cane industry in alleviating greenhouse gas emissions. Proc. ISSCT, 25: 57-63.
- Rein, P. 2011. Sustainable Production of Raw and Refined Sugar. SIT Conference, Montreal.
- Taylor, R. & W. Koo, 2010. Impacts of Greenhouse Gas Emission Regulations on the U.S. Sugar Industry. Center for Agricultural Policy and Trade Studies, North Dakota University, Fargo. 14p.
- Yuttitham, M., Shabbir H. Gheewala and A. Chidthaisong, 2011. Carbon footprint of sugar produced from sugarcane in eastern Thailand. Journal of Cleaner Production 19: 2119-2127.

Experiencias en la selección de clones de eucalipto de alta productividad

Roberto Del Cid, Jefe Forestal, Pantaleón

Pantaleón inició su proyecto forestal en el año 2000. Inicialmente el enfoque estaba en utilizar integralmente las fincas agrícolas, estableciendo plantaciones forestales maderables en áreas en las que existían limitantes para la siembra de caña (por ejemplo, falta de agua, pendiente, presencia de piedra, entre otros). Con este enfoque se establecieron 1,200 hectáreas utilizando varias especies, tales como: pino, palo blanco, cedro, caoba, teca, melina. Con el aumento del precio de los combustibles fósiles, en el 2004 cambia la orientación del proyecto forestal, buscando una fuente renovable para el búnker (Fuel Oil #6) que era utilizado como combustible para la generación de energía y se determina que la mejor opción para sustituir este combustible es utilizar madera proveniente de plantaciones forestales de rápido crecimiento. Y es así como se establecen ensayos con 8 especies de eucalipto para definir la especie con mayores rendimientos dentro de las fincas de la empresa. Para el 2005 inicia la siembra comercial de 320 ha/año de plantaciones energéticas utilizando principalmente *Eucalyptus urophylla* x *grandis* y *Eucalyptus grandis* en menor escala.

Las primeras plantaciones energéticas fueron establecidas con semilla procedente de Colombia, Brasil

y Costa Rica. Los rendimientos obtenidos con estas plantaciones han sido en promedio un incremento medio anual –IMA- de 30 m³/ha/año. Según asesores de la empresa, con la calidad de sitio que poseen las fincas forestales de Pantaleón, era posible lograr rendimientos superiores a este IMA si se utilizaban clones adaptados a estas condiciones. Es así como surge el programa de investigación de clones de eucalipto para encontrar los mejores individuos que permitan incrementar la productividad del proyecto forestal energético.



Figura 1. Plantación clonal de eucalipto de 4 años.

El proceso de clonación de eucalipto consiste en la selección de los mejores árboles en campo, su corte, recolección de rebrotes, enraizamiento de rebrotes en invernadero.

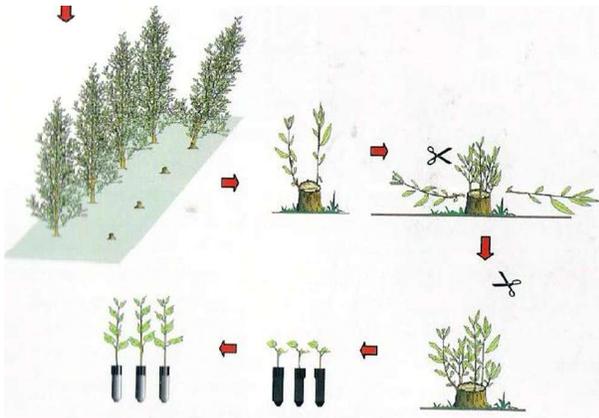


Figura 2. Proceso de clonación de eucalipto (Couto et. Al. 2009)

A partir del 2008, Pantaleón en conjunto con Pilonés de Antigua y la Asociación de Silvicultores del Sur –ASILSUR-, inicia el programa de clonación de eucalipto. Inicialmente se seleccionaron los árboles plus dentro de las plantaciones existentes, en total se identificaron 200 individuos con características deseables (altura, diámetro, forma, sanidad, conformación de ramas y copa). Estos árboles fueron identificados con coordenadas, se les asignó un código y se cosecharon para promover el crecimiento de los rebrotes (cada rebrote es una copia genética del árbol padre). Los rebrotes fueron enraizados y reproducidos en el vivero de Pilonés de Antigua.



Figura 3. Etapa de sol en vivero clonal de eucalipto.

Utilizando los 200 ejemplares seleccionados se realizó un ensayo en el 2009 en la Finca Las Delicias, Santa Lucía Cotzumalguapa. La metodología para evaluar cada clon ha sido realizar mediciones cuantitativas y cualitativas cada año, en el mes de agosto. Las variables cuantitativas que se evalúan son: diámetro a la altura de pecho, altura total y comercial, área basal, volumen individual y total.

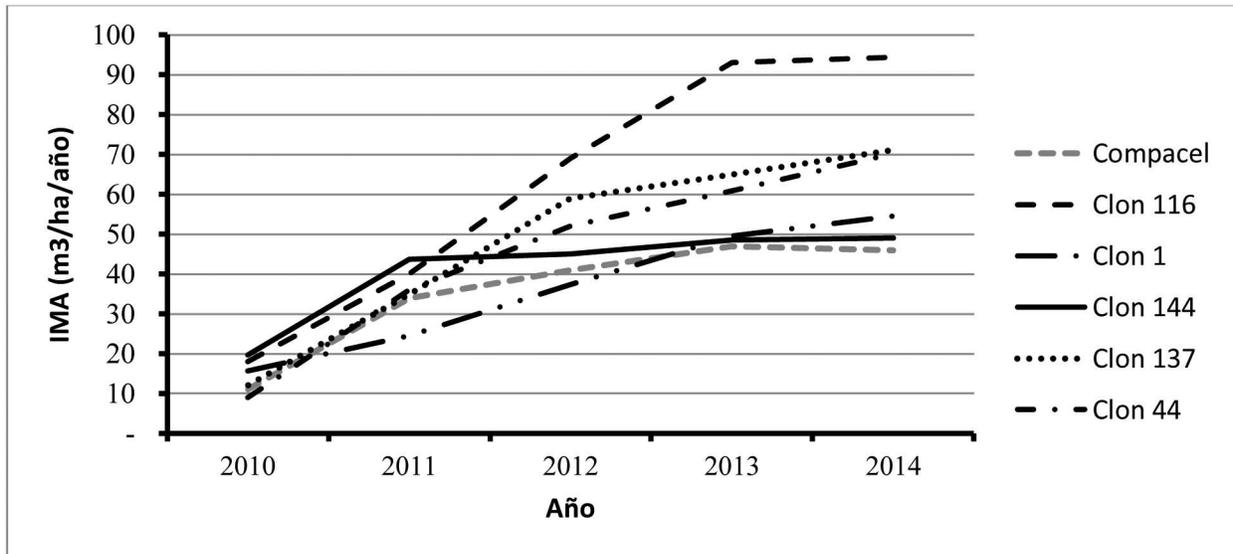
Las variables cualitativas evaluadas son: calidad de fuste (torceduras, bifurcaciones), daño por enfermedades o plagas y resistencia al viento.

Cuadro 1. Resultados de 5 clones superiores

CLON ID	Área Basal (m ² /ha)	IMA Volumen (m ³ /ha/año)	H (m)	DAP (cm)	Volumen (m ³ /ha)	Plagas y enfermedades	Forma del fuste
Clon 52	3947	79.10	2345	19.19	395.52	Sin presencia	Recto
Clon 137	3749	71.12	2194	18.75	355.59	Sin presencia	Recto
Clon 44	36.22	70.41	22.71	18.45	352.05	Sin presencia	Recto
Clon 212	3749	79.28	24.64	18.81	396.40	Sin presencia	Recto
Clon 116	40.27	94.46	27.52	19.51	472.31	Sin presencia	Recto

De momento ya se completaron las mediciones de campo durante 5 años consecutivos, lo cual se muestra en Cuadro 1 y Gráfica 1. Se puede observar que en los primeros años del ensayo hubo clones que mostraron gran desarrollo y luego fueron alcanzados y superados por otros clones (ver clon 144 versus clon 116). Asimismo, durante el tiempo que lleva el ensayo varios clones han sufrido daños por viento y mostraron menor adaptación a la deficiencia de boro.

Esto comprueba que en el proceso de selección de clones, deben de evaluarse los materiales al menos durante 4 años, ya que hay varias características que no pueden identificarse en los primeros años y pueden llevar a realizar selecciones incorrectas.



Gráfica 1. Productividad de clones de eucalipto durante los años 2010 - 2014 de Ingenio Pantaleón con relación a la Empresa Compacel

Luego del quinto año de medición del ensayo en Finca las Delicias, de los 200 clones iniciales se identificaron los 5 mejores, los cuales poseen IMAs mucho mayores a los obtenidos en las siembras iniciales, además poseen mayor resistencia al viento y no muestran síntomas de plagas, enfermedades ni deficiencias de micronutrientes.

En la Gráfica 1, se comparan los mejores clones evaluados con la productividad de los ejemplares de la empresa brasileña Compacel, y se puede observar que en todos los casos los clones seleccionados son más productivos.

Los resultados han sido satisfactorios ya que con el clon 116, al quinto año se cuenta con un volumen de 472 m³/ha, cuando en las primeras plantaciones energéticas de la empresa se llegó a volúmenes de 180 m³/ha al final de 6 años. Es muy importante mencionar que estos resultados se han logrado obtener (adicional a la calidad del material genético) debido a la calidad del sitio de esta finca (suelo franco arenoso profundo, con precipitaciones de 4000 mm/año) y a las labores de manejo ejecutadas a tiempo. En condiciones diferentes de clima, suelo y manejo es muy probable que estos clones no tengan los mismos resultados.

A partir de estos resultados se empezarán a utilizar de forma comercial los clones identificados en las fincas que poseen condiciones similares a la del ensayo. Asimismo, se replicará este ensayo en otras fincas forestales de la empresa que poseen condiciones diferentes de suelo. Se seguirán identificando los mejores ejemplares plantaciones existentes para contar a futuro con nuevos y mejores materiales genéticos.

Literatura citada:

2009. Couto A., Valverde E., Gonçalves R. y T. De Assis. Clonagem e Doenças do Eucalipto. 2ª Edición. Editora Universidad Federal de Viçosa. 500 pags.



Determinación de Pérdidas de Azúcar por Arrastre en Condensadores Barométricos de Evaporadores

Byron de Jesús López Maldonado
Coordinador de Investigación Industrial, CENGICAÑA

Resumen

Se utilizó el sistema de cálculo de Rein (2012), para conocer la cantidad de agua que se utiliza en los condensadores barométricos de los últimos efectos de evaporación, de 4 ingenios de Guatemala. Esto con el fin de conocer la cantidad de azúcares que puede perderse por arrastres desde los evaporadores mencionados. Se utilizó un método de análisis de trazas de azúcar por medio de fenol-ácido sulfúrico y HPLC. Se hizo un sistema de cálculo a partir de conocer la densidad Brix y galonaje por minuto de jugo claro y los valores de densidad Brix, a la salida del cuarto efecto de evaporación y de cada uno de los evaporadores que funcionan como quinto efecto, tomando en cuenta un probable tiempo de retención para tratar de tomar muestra de lotes cercanos de sólidos. Al tomar las temperaturas de agua de inyección, vapor saliendo de los evaporadores y agua de la pierna barométrica, además de conocer la cantidad de vapor de cada último efecto, se logró calcular la cantidad total de agua en la pierna y la cantidad de azúcares presente en dicha muestra de agua en kg/día. Se encontró que en los ingenios que recirculan agua de inyección, es difícil y

poco exacto calcular si existen arrastres y que en los ingenios donde no recirculan, que es más exacto y que pueden llegar las pérdidas a ser hasta 0.1% con respecto al total de azúcar producido en el ingenio.

Introducción

Los evaporadores más utilizados en Guatemala, son los de película ascendente tipo Roberts. Estos tienen como una de sus características, el espacio de gran altura, que se encuentra encima de la calandria y que se denomina cuerpo. La altura del cuerpo tiene el fin de dificultar que pequeñas gotas de líquido azucarado puedan fugarse con el vapor y contaminar los condensados en caso que no sean último efecto, o perderse con el agua denominada de inyección, que se utiliza para producir la presión de vacío, a la cual trabajan los últimos efectos de evaporación.

Los evaporadores Roberts incluyen en la parte de la cúpula, disposiciones de lámina que se llaman separadores y cuya función es detener las partículas de líquido que pueda acarrear el vapor y devolverlas por



medio de tubos a la calandria, sin embargo a lo largo de los años, se han tenido métodos cualitativos que han identificado la presencia de azúcares por medio de la prueba con alfa naftol, y aparte de la cromatografía, con el alto costo de estos equipos, no se tenía forma de determinar las cantidades de azúcar presentes en las aguas industriales.

Actualmente, y sobre todo para la zafra 2013-2014, se verificó que muchos ingenios estaban utilizando tanto cromatografía líquida (HPLC) y los métodos fenol-ácido y Antrona, basados estos dos últimos, en una lectura espectrofotométrica, para hacer las determinaciones en partes por millón de la cantidad de azúcares o carbohidratos presentes en las aguas industriales y con dicha tecnología, se podía proceder a utilizar el cálculo para conocer la cantidad de agua que podía pasar por las piernas barométricas y con el conocimiento del porcentaje de azúcar en dichas aguas, las pérdidas de azúcar. El valor de la cantidad de agua en las piernas barométricas es muy variable y depende de lo que evaporen los aparatos, de la presión de vacío que se pretende obtener y de la temperatura del agua de inyección. Con esto se determina que no basta con conocer las partes por millón de azúcares presentes en el agua, pues no dan una cantidad en kg/h o kg/día o por temporada que podrían estarse perdiendo, sino es necesario conocer efectivamente estos valores para conocer si se deben calcular los flujos de agua saliendo de las piernas barométricas, que ayudarían tanto en la recuperación como en evitar la contaminación de las aguas.

Arrastres en Evaporadores

Los arrastres en evaporadores son referidos como las pequeñas gotas de jugo o meladura que acompañan la corriente de vapor que abandona el evaporador. Los arrastres pueden tener carácter intermitente por cambios bruscos en el vacío o bien pueden ser en forma de una remoción continua desde el aparato⁽⁴⁾.

En el caso de los últimos efectos, se pensaría que la mejor operación sería la estabilidad en la presión de vacío, mientras que en los otros efectos de la evaporación, disturbios en el flujo pueden ser causados por el arranque o paro de los evaporadores a los cuales le entregan vapor. Entonces los arrastres pueden ser detectados en los condensados en el caso de los efectos primero a penúltimo y en el final de la pierna barométrica. Según el libro de Hulleys sugar Limited, los evaporadores deberían ser diseñados con suficiente espacio arriba de los tubos y con un eficiente separador y con respecto a la evaporación en los evaporadores, repentinos cambios en el vacío o presión del espacio de vapor deberían ser evitados y los niveles de jugo deberían ser mantenidos en el óptimo entre 30% y 40% de la altura del tubo, con el fin de reducir los arrastres sino incrementar la capacidad de los evaporadores. Según Rein (2012), hay 5 causas de arrastres, algunas de las cuales ya se mencionaron pero de importancia también es el bloqueo de las tuberías de retorno de arrastres recolectados por el separador y arrastre de pequeñas gotas con menor velocidad que la corriente de vapor producido.

Todos los evaporadores tienen separadores de arrastres y los evaporadores que son los usados en Guatemala, en general tienen por diseño, separadores tipo por reversión de flujo, y al consultar con los jefes de fábrica de los ingenios de Guatemala, solo dos comentaron que sus evaporadores contaban con separadores de placas tipo chevron. En Payne(1982) se comenta que el jugo es expelido desde la parte alta de los tubos con velocidad suficiente para atomizar el líquido y proyectar pequeñas gotas a una distancia vertical considerable. Además comenta que esta velocidad se incrementa de efecto en efecto, alcanzando un máximo en el último efecto por los que allí se requiere un separador más eficiente. La separación, en su mayor parte funciona efectuando el choque de las gotas sobre una superficie para que el líquido sea devuelto a la calandria, y cuando aún las gotas son muy pequeñas, lograrán caer hasta que logren un tamaño que las permita precipitarse.

Es esencial que la operación de los separadores se mantenga al evitar las incrustaciones limpiando regularmente o verificando, que donde existen tubos que retornan el líquido, no se obstruyan. No se ha observado que los evaporadores Roberts de Guatemala tengan alguna mirilla que permita ver el sello de líquido comentado en Rein (2012 pag. 354) que ayude a verificar que tampoco existe un taponamiento. En Chen y Chou (1993) se comenta que los evaporadores por reversión de flujo son ineficientes a altos flujos de vapor aunque no hace mención de ningún flujo máximo.

Los otros tipos de separadores utilizados son: tipo centrífugo, separadores de malla de alambre y separadores de placas Chevron (figura 1). Todos requieren del conocimiento de áreas, velocidades de vapor, flujos de vapor para ser escogidos de acuerdo a lo que se requiere.

Los separadores pueden ser instalados con respecto al flujo vertical o bien en flujo horizontal en los tubos que llevan vapor hacia los condensadores barométricos en caso de que sea último efecto (figura 2 y 3).

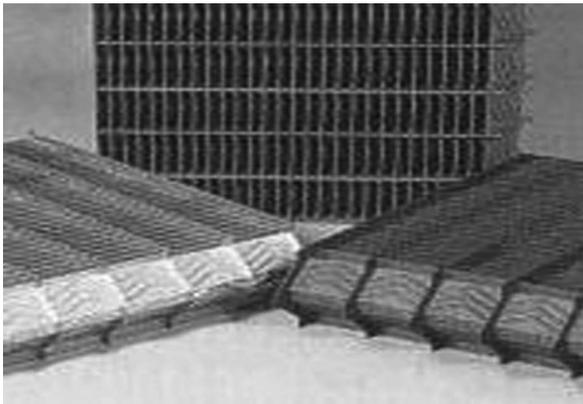


Figura 1. Separadores de arrastres de placas Chevron
Fuente: Munters Mist eliminators

En Chen y Chou (1993) no se menciona que los arrastres en evaporadores sean de alta significancia con respecto a las pérdidas totales, aunque sí mencionan reducciones superiores al 90% en las pérdidas por arrastres al utilizar algún separador extra al catch-all de diseño del evaporador.

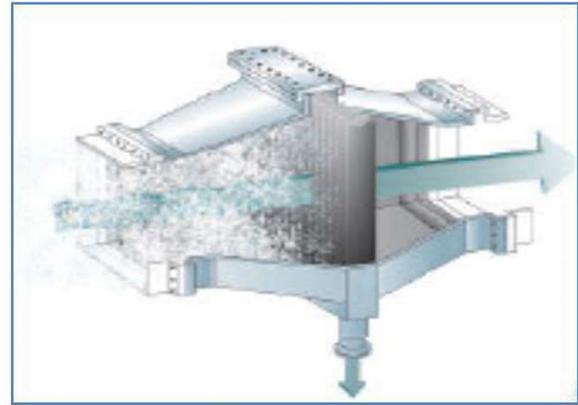


Figura 2. Disposición horizontal de separador de arrastres.
Fuente: Munters Mist eliminators



Figura 3. Separador de arrastres horizontal y mirilla de observación de meladura separada.
Fuente: Elaboración propia

Las velocidades de vapor son un factor importante para que los separadores ejerzan su función de modo que la cantidad de azúcar perdida sea mínima. El efecto de la velocidad de vapor y los arrastres se muestra en la Figura 4 para la aplicación de separadores de malla de alambre

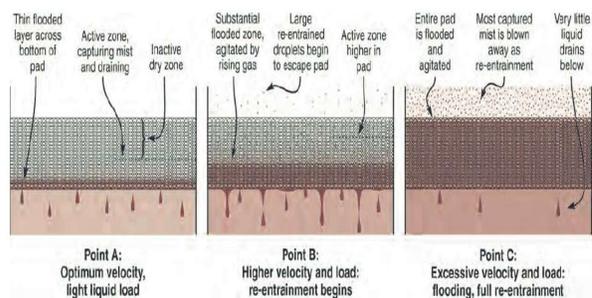


Figura 4. Previendo etapas en el desempeño del separador de alambre.
Fuente: AMISTCO, Mesh and vane mist eliminators



En el punto A de la figura 4, se observa el funcionamiento de un separador de malla de alambre a la velocidad óptima, que retiene y evita los arrastres, mientras que en los puntos B y C se observa que a una mayor velocidad y carga, se sigue produciendo el arrastre. La ecuación de diseño de los separadores de arrastres, es la ecuación de Souders-Brown modificada.

Materiales y métodos

Para este estudio se llevaron a cabo análisis de trazas, en aguas de efluentes provenientes de los condensadores barométricos de los últimos efectos, por medio de las metodologías de fenol-ácido y cromatografía líquida.

El análisis por medio de fenol-ácido, es un método que además utiliza equipo espectrofotométrico y determina la cantidad de carbohidratos en una muestra. Previamente se debe haber hecho una serie de soluciones de azúcar en partes por millón, y para la lectura, se puede tener como ayuda el método cualitativo de λ -naftol para determinar si la traza es leve o es fuerte, en cuyo caso se deberá hacer una dilución extra en relación 100:1 y luego se multiplicará el resultado por cien.

Las siguientes ecuaciones fueron utilizadas para los casos de traza leve y fuerte :

$$\text{Traza de azúcar (ppm)} = \text{Abs. corregida} * 109.7093 + 5.039 \quad (1)$$

Donde:

$$\text{Abs.corregida} = \text{Abs.muestra} - \text{Abs. blanco}$$

Y

$$\text{Traza de azúcar (ppm)} = (\text{Abs. corregida} * 109.7093 + 5.039 * 100) \quad (2)$$

Donde

$$\text{Abs.corregida} = \text{Abs.muestra} - \text{Abs. blanco}$$

El otro método utilizado fue el de HPLC, utilizando un equipo Agilent de inyección manual en el cual se introdujo una muestra diluida y filtrada para determinar las partes por millón de azúcares en la muestra.

Método Experimental

Se trabajó en 4 ingenios de Guatemala y se pretendía conocer los valores de arrastre en ingenios que dijeron tener separadores independientes a los del catch-all de los evaporadores, comentando los ingenios que los tenían, que eran separadores de placas Chevron. Solo un ingenio con separadores independientes tenía instalación apropiada para tomar muestra de la pierna barométrica, los otros tres ingenios dijeron no contar con separadores independientes. Fue de suma importancia para hacer el estudio, contar con válvulas para tomar muestra del jugo claro, de la salida del último 4to efecto y de cada uno de los evaporadores que funcionan como último efecto, en vista que para conocer la cantidad de agua en la pierna barométrica, se debe conocer la cantidad de agua evaporada en cada evaporador de último efecto y también, esto se debe conocer en base a la cantidad de jugo claro ingresando a la evaporación.

De las muestras de jugo claro y de cada uno de los evaporadores mencionados, se analizaron los sólidos disueltos Brix y se midieron o anotaron los valores de temperaturas, del vapor abandonando los últimos efectos, del agua de inyección y de la piernas barométricas, en vista que con esto valores se puede llegar a conocer por medio de un cálculo la cantidad de agua de inyección utilizada y el agua total en la pierna barométrica. Dos de los ingenios, incluyendo el que tiene separadores de placa con Chevron, recirculan el agua que sale de las piernas barométricas y la enfrían en torres de enfriamiento, por cuestiones de falta de agua fría cercana y sobre todo por razones ambientales. Este factor se pensó que daría problemas para este tipo de estudios, debido a que los arrastres que se pudieran dar, podían concentrar el contenido de azúcar con el tiempo y dificultar el determinar si están existiendo arrastres o no.

El muestreo consistió en tomar una muestra de jugo claro y los galones por minuto de jugo claro que se

estaban alimentando a la evaporación, en ese instante, luego, con conocimiento de los tiempos de retención entre efectos, se tomó muestra de jugo a la salida del evaporador fungiendo como último evaporador del penúltimo efecto, con el fin de conocer la cantidad de jugo estaba al último efecto de evaporación. En Guatemala, la mayoría de ingenios utilizan más de un evaporador como último efecto y para el estudio se trabajó en un ingenio que utiliza cuatro evaporadores como último efecto y en tres que utilizan dos evaporadores para esa función. La ecuación 3 se utilizó para transformar los galones por minuto de jugo a libras por hora

$$\text{Lb/hr jugoBx} = \text{gpmjcl} \cdot ((0.0002 \cdot \text{Brix}^2) + (0.0308 \cdot \text{Brix}) + 8.3272) \cdot 60 \quad (3)$$

Donde :

Lb/hr jugoBx	Libras por hora de jugo siendo bombeado a determinado valor de sólidos Brix.
gpmjcl	Galones por minuto de jugo claro
Brix	Contenido de sólidos disueltos en una solución azucarada

Luego de tomar las muestras del penúltimo efecto de evaporación, se tomaron muestras de jugo saliendo de cada evaporador de último efecto y del agua saliendo de cada pierna barométrica (Cuadro 1). En el cuadro 1 se identifican las 4 corridas realizadas en el ingenio que utiliza 4 evaporadores como último efecto, sin

separadores independientes y con agua de inyección sin recirculación.

Cuadro 1. Datos de gpm de jugo claro y concentración Brix para cálculo de agua evaporada en evaporadores de último efecto de ingenio 1.

CORRIDA	HORA	GPM JUGO CLARO	BRIX JUGO	BRIX SALIDA	BRIX SALIDA	BRIX SALIDA	BRIX SALIDA	BRIX SALIDA
				4TO EFECTO	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4
1	11:35	5411	13.1	51.6	58.8	65.9	73.1	77.5
2	12:35	5221	13.1	48.5	55.5	61.9	65.1	65.8
3	14:35	5053.1	13.8	53.2	57.5	62.2	69.6	75
4	15:35	4819.7	12.2	48.6	54.5	60.3	61.7	64.3

A la vez, se obtuvieron los valores de temperatura del vapor saliendo de cada evaporador de último efecto, de la temperatura del agua de la pierna barométrica y del agua de inyección (Cuadro 2). El hecho de seguir este procedimiento, es para tener una aproximación para tomar muestra del mismo lote, para lo cual es muy útil conocer los tiempos de retención por efecto de evaporación, lo cual, era conocido para el ingenio que se está ejemplificando.

Cuadro 2. Temperaturas (°C) requeridas para calcular agua de inyección utilizada para condensar vapor de meladores de ingenio 1.

CORRIDA	TEMPERATURA MELADORES (°C)				TEMPERATURAS AGUA PIERNAS BAROMÉTRICAS(°C)				TEMPERATURA AGUA INYECCIÓN(°C)			
	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4
1	65.6	62.4	61.3	57.4	47.2	46.7	43.3	52.2	23.9	23.9	23.9	23.9
2	66.2	62.2	61.5	61.3	51.1	46.7	48.9	52.8	23.9	23.9	23.9	23.9
3	66.4	63.4	61.1	57.0	50.0	48.9	46.9	47.2	26.9	26.9	26.9	26.9
4	67.4	63.3	60.5	56.9	50.8	50.8	49.7	55.6	26.9	26.9	26.9	26.9

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



El cálculo del agua de inyección utilizada para condensar el vapor que sale de los últimos efectos, está dado por la fórmula 4, dada en Rein (2012):

$$m_w = m_v (h_v - C_{pw} \cdot t_o) / C_{pw} (t_o - t_i) \quad (4)$$

Dónde:

- m_w Flujo de agua de enfriamiento en kg/h
- m_v Flujo de vapor extraído del evaporador de último efecto en kg/h
- h_v Entalpía del vapor extraído del evaporador de último efecto en kJ/kg
- C_{pw} Capacidad calorífica del agua de inyección en KJ/kg.°C
- t_o Temperatura del agua de la pierna barométric en °C
- t_i Temperatura del agua de inyección en °C

Los valores de entalpía del vapor extraído del evaporador de último efecto y capacidades caloríficas o calores

específicos del agua de inyección, se muestran en el cuadro 3, siendo obtenidos a partir de las ecuaciones 5 y 6 respectivamente, de donde se obtuvieron los valores del Cuadro 3 para las cuatro corridas realizadas:

$$h_v = -2E-07t_{vs}^4 + 0.0001t_{vs}^3 - 0.0252t_{vs}^2 + 3.4065t_{vs} + 2480.8 \quad (5)$$

Dónde:

- h_v Entalpía del vapor extraído del evaporador de último efecto en kJ/kg
- t_{vs} Temperatura de vapor saturado saliendo del último efecto de evaporación en °C

y

$$C_{pw} = 6E-09t_i^4 - 3E-06t_i^3 + 0.0006t_i^2 - 0.0344t_i + 4.5941 \quad (6)$$

Donde

- C_{pw} Capacidad calorífica del agua de inyección en KJ/kg.°C
- t_i Temperatura del agua de inyección en °C

CUADRO 3. Valores de entalpía de vapor de evaporador de último efecto y capacidad calorífica de agua de inyección de ingenio 1.

CORRIDA	Entalpía de Vapor del Melador(kJ/kg)				Capacidad Calorífica del Agua de Inyección(kJ/kg.oC)			
	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
1	2620.3	2616.5	2615.1	2610.0	4.08	4.08	4.08	4.08
2	2621.1	2616.3	2615.4	2615.1	4.08	4.08	4.08	4.08
3	2621.2	2617.8	2614.9	2609.5	4.05	4.05	4.05	4.05
4	2622.4	2617.6	2614.1	2609.4	4.05	4.05	4.05	4.05

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Con los valores del Cuadro 1, se procedió a calcular la cantidad de agua evaporada en cada evaporador de último efecto y luego, con este dato, ya se pudo usar la Ecuación 4, para obtener la cantidad de agua fría utilizada

para condensar el vapor y la cantidad total de agua que fluye por las piernas barométricas, obteniéndose los valores del Cuadro 4.

CUADRO 4. kg/h de agua evaporada, flujos de agua de inyección y flujo total en piernas barométricas para evaporadores de quinto efecto de ingenio 1.

CORRIDA	KG/HR AGUA EVAPORADA EN QUINTO EFECTO				FLUJO DE AGUA DE INYECCIÓN(KG/HR)				FLUJO TOTAL EN PIERNA(KG/HR)			
	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4
1	40,118.90	30,976.98	25,268.14	13,130.37	959,195.59	757,799.35	727,699.34	254,839.37	999,314.48	788,776.33	752,967.47	267,969.75
2	42,421.20	30,388.97	12,953.82	2,665.70	863,850.14	743,333.44	287,437.01	50,831.70	906,271.35	773,722.41	300,390.84	53,497.40
3	23,446.27	21,919.18	28,511.29	17,254.72	564,763.23	554,733.20	793,213.86	471,870.47	588,209.50	576,652.38	821,725.15	489,125.20
4	31,123.73	24,659.63	5,257.73	9,156.92	722,939.68	571,240.12	127,742.46	174,822.98	754,063.41	595,899.75	133,000.19	183,979.91

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Para hacer las determinaciones de azúcar en el flujo de agua proveniente del condensador, se utilizó el método de fenol-ácido sulfúrico que determinó las partes por millón de carbohidratos, de donde se asume contenidos de sacarosa, fructosa y glucosa, aunque la pérdida de azúcares totales también puede ser tomada como tal, debido a que también la fructosa y glucosa perdidas, serían útiles en la destilería y la relación sacarosa e invertidos es cercana a 15:1. Las trazas de azúcares determinadas para las corridas realizadas, se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Trazas de azúcares en agua de piernas barométricas de ingenio con cuatro quinto efecto en ppm o mg/l de ingenio 1

CORRIDA	Trazas de azúcares mg/L o ppm			
	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4
1	272	23.14	13.05	5704
2	159.29	136.8	59.56	75.69
3	16.89	125.61	13.38	11.29
4	21.39	21.28	13.93	20.29

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Resultados Y Discusión

Los cálculos llevados a cabo se hicieron para determinar la cantidad de agua que pasa por los condensadores barométricos, el cual es un dato que generalmente no se conoce, ni los ingenios se dedican a medir, siendo importante el dato, tanto del flujo utilizado como de las temperaturas de vapor, de agua de inyección y de la pierna barométrica, para optimizar el uso de agua, por ser las bombas de inyección un punto de alto consumo de energía eléctrica.

Los valores obtenidos para el flujo total que pasa por la pierna barométrica y las trazas de azúcar determinadas por el método de fenol-ácido, dieron los resultados que se muestran en el Cuadro 6 en kg/día para el ingenio 1.



Cuadro 6. Azúcares perdidas en kg/día en condensadores de 5to efecto de evaporación de Ingenio 1.

CORRIDA	AZUCAR PERDIDA POR DIA(KG/DIA)				
	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4	TOTAL
1	652.35	438.05	235.83	366.84	1693.08
2	3464.64	2540.29	429.39	97.18	6531.50
3	238.44	1738.40	263.87	132.53	2373.24
4	387.11	304.34	44.46	89.59	825.50
PROMEDIO	1185.63	1255.27	243.39	171.54	

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Las corridas se hicieron en un día para tener valores de las variaciones de flujos en los evaporadores de último efecto y se observa en el cuadro 6, que la concentración de azúcares en los condensadores reporta valores superiores a 1500 ppm en algunas corridas de los quintos efectos 1 y 2, y que ya con el cálculo del agua saliendo en la pierna barométrica, da valores superiores a 1500 kg/día (corrida 2 de quinto efecto 1, corridas 2 y 3 de quinto efecto 2).

Estos valores altos, no coincidieron con valores irregulares altos o bajos de nivel de los equipos, aunque el valor de pérdida más alto sí coincidió con la velocidad de vapor más alta de quinto efecto (7.52 m/s en corrida 2 de quinto efecto 1), ver Cuadro 7.

Cuadro 7. Velocidad de vapor saliendo de evaporadores de último efecto (m/s) para ingenio 1.

CORRIDA	Velocidad de flujo de Vapor de evaporadores de quinto(m/s)			
	QUINTO EFECTO 1	QUINTO EFECTO 2	QUINTO EFECTO 3	QUINTO EFECTO 4
1	7.30	4.71	4.30	3.53
2	7.52	4.65	2.18	0.60
3	4.13	3.18	4.88	4.72
4	5.26	3.60	0.93	2.51

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Se hicieron pruebas en otros tres ingenios, los cuales se denominarán con los números 2,3 y 4. Los ingenios 2 y 3 trabajan con agua de recirculación que enfrían en torres de enfriamiento, como fue mencionado. Para estas pruebas se siguió el mismo procedimiento que para el ingenio 1, excepto que se tuvieron que tomar muestras del agua de inyección, para hacer sus determinaciones de trazas de azúcar y restarle este valor a los azúcares determinados en el agua de la pierna o cola barométrica, los resultados de cantidad de azúcares en las piernas barométricas para los ingenios con recirculación de agua de inyección se muestran en los cuadros 8 y 9.

Cuadro 8. Resultados de análisis de trazas de azúcares en kg/hr para ingenio 2.

CORRIDA	AZÚCARES PERDIDAS EN PIERNAS BAROMÉTRICAS (KG/DIA)	
	MEL 11B	MEL 8C
1	-1010.17	-259912.97
2	-438.56	27180.15
3	375.26	-529982.05
4	-282.41	-201869.22

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En el cuadro 8, para las pruebas hechas en el ingenio 2, se observa que en la corrida 3 del quinto efecto designado como Mel 11B se observa un valor positivo de pérdida, al igual que en la corrida 2 de quinto efecto designado como Mel 8C.

En los casos donde existe recirculación de agua de inyección, es muy difícil hacer determinaciones de arrastres de azúcar, debido a la acumulación de trazas que podrían ser mínimas, pero que con el tiempo llegan a ser de una cantidad considerable y que no permitirían conocer si existen problemas en los evaporadores de último efecto. En el cuadro 8, no se podría determinar que existen realmente arrastres, debido también a que la mayoría de valores salieron negativos.

Este ingenio cuenta con separadores independientes. La cantidad de trazas de azúcares que recorre el circuito de agua, es considerable para algunas corridas y se debe verificar de donde provienen o en cuánto tiempo llegaron a esa magnitud.

El ingenio 3, sin embargo, a pesar de tener recirculación de agua de inyección, también mostró valores positivos y valores negativos para las trazas provenientes de arrastres de los últimos efectos, siendo mayoritarios los valores positivos, en dos de las tres corridas hechas para cada aparato.

En los valores de arrastres, se observan cantidades muy grandes pero eso siempre depende de que se haya contado con las muestras correspondientes.

El hecho de contar con mayoría de valores positivos de traza por arrastre, permite pensar que puede haber un problema con los separadores de arrastres de los últimos efectos de este ingenio, por lo que sería apropiado el instalar separadores independientes.

Los arrastres pueden ser significativos probablemente, aunque no de magnitud tan grande.

Cuadro 9. Resultados de análisis se trazas en ingenio 3.

CORRIDA	AZÚCARES PERDIDAS EN PIERNAS BAROMÉTRICAS (KG/DIA)	
	MEL A	MEL B
1	-8489.62	-26156.76
2	3851.68	3232.94
3	52567.25	182007.27

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En el ingenio 4, que no recircula agua de inyección y no tiene separadores independientes, se hicieron los análisis con HPLC, obteniéndose los valores de trazas en kg/día mostrados en el Cuadro 10. En el último efecto designado como Mel A se determinaron trazas en tres de las 6 corridas, mientras que en el Mel B se detectó traza solo en una corrida. Los valores de pérdida no son tan significativos como los del ingenio 1, pero vale la pena verificar por qué en un aparato se registran más trazas que en el otro.

Cuadro 10. Resultados de análisis de trazas en ingenio 4.

CORRIDA	AZÚCARES PERDIDAS EN PIERNAS BAROMÉTRICAS (KG/DIA)	
	MEL A	MEL B
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	270.17	0.00
5	200.97	0.00
6	124.20	298.24

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

El método de cálculo y análisis, fue hecho para cada ingenio en particular y servirá para que los ingenios puedan llevar su control en el tiempo que consideren necesario al tomar los valores de Brix, temperatura y ppm de azúcares en aguas de colas de condensadores.



Conclusiones

1. El método de análisis de trazas por el método de fenol-ácido sulfúrico, es un método acertado y económico para conocer las trazas de azúcares en aguas industriales.
2. El método de cálculo desarrollado debe ser particular para cada ingenio, para que sirva para mantener controles periódicos.
3. La pérdida promedio calculada para el ingenio 1, tomando en cuenta el rendimiento reportado por el ingenio y la cantidad producida de azúcar en un día, puede representar hasta un 0.1% con respecto a la producción total de azúcar.
4. El cálculo de trazas de azúcar en aguas de piernas barométricas requieren de condiciones de muestreo e instrumentos de medición adecuados por parte de los ingenios.
5. El conocimiento de las ppm de trazas de azúcar en piernas de condensadores barométricos no da una indicación acertada de la cantidad de azúcar perdida en ellos.

Recomendaciones

1. Colocar mirillas, como recomienda la literatura, para observar los arrastres recolectados por los separadores de los evaporadores.
2. Instalar un equipo independiente para la separación de arrastres.
3. Llevar un control periódico de la cantidad de azúcar perdida en los condensadores barométricos.
4. Mantener en buen estado los sistemas de toma de muestra de evaporadores en la parte de líquido y en el tanque de sello de la pierna barométrica.

Bibliografía

1. AMISTCO Separation products. 2004. Bulletin 16. United States of America.
2. Baikow V.E. 1982. Manufacture and refining of raw cane sugar. Elsevier. USA. P. 167-170
3. Chen J. and Chung Chi Chou. 1993. Cane sugar handbook. 12th edition. John Wiley and Sons. USA. P. 172-175, 190-196
4. Chen. C.P. James. 1999. Manual del azúcar de caña. Limusa. México. p. 260-265
5. Huletts sugar Limited. 1975. Sugar Technology. Sudáfrica. p. 85-92
6. Payne John H. 1982. Unit operations in cane sugar production. 1th edition. Elsevier. Netherlands. p. 71-80
7. Rein Peter. 2012. Ingeniería de la caña de azúcar. Bartens. Germany. P. 369-374
8. Van del Poel. P.W., H. Schiweck, T. Schwartz. 1998. Sugar Technology. Beet and cane sugar manufacture. Bartens. Germany. p. 531-632

Gonzalo Madrid, Jefe de Zona de Producción Agrícola, de Ingenio Pantaleón



Gracias a ATAGUA por ser una institución de Tecnología y Gracias a Pantaleón por ayudarnos a muchas personas a obtener nuestro trabajo, aprendizaje y prosperidad para nuestras familias.

Inauguramos esta sección de “Personajes” con el fin de conocer un poco más de nuestras raíces y sobre la evolución que ha tenido nuestra Agroindustria Azucarera gracias a los aportes de personas luchadoras y de fuertes principios que iremos conociendo a lo largo de los ejemplares de la revista ATAGUA para el año 2015. Empezamos con un personaje carismático, sonriente y muy luchador, Gonzalo Madrid Rosales, a quien con cariño llamamos “Chalo”. Nuestro amigo nació en la aldea El Ingeniero, Chiquimula el 25 de noviembre de 1955, siendo el segundo de cinco hijos de los esposos Manuel Baltazar Madrid y María Del Carmen Rosales Flores.

Chalo recuerda que en su aldea se podía cursar en la escuela hasta 3°. Primaria, luego únicamente podía continuar sus estudios en Chiquimula, hacia donde debía caminar 1 hora en una dirección. Así logró terminar la primaria y después empezó a trabajar en el campo. La familia Madrid Rosales tuvo un reto fuerte, cuando el padre de Chalo falleció, teniendo nuestro amigo tan sólo 16 años, y fue en ese momento cuando, la necesidad de apoyar a su madre y hermanos lo hace buscar trabajo en la Costa Sur cortando algodón y caña. A los 18 años Chalo comenzó a trabajar en la finca ganadera La Petapilla, en Chiquimula, donde su trabajo como peón le dio más recursos para continuar sus estudios de secundaria en la jornada nocturna y, luego en el año de

1978, logró entrar becado a la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

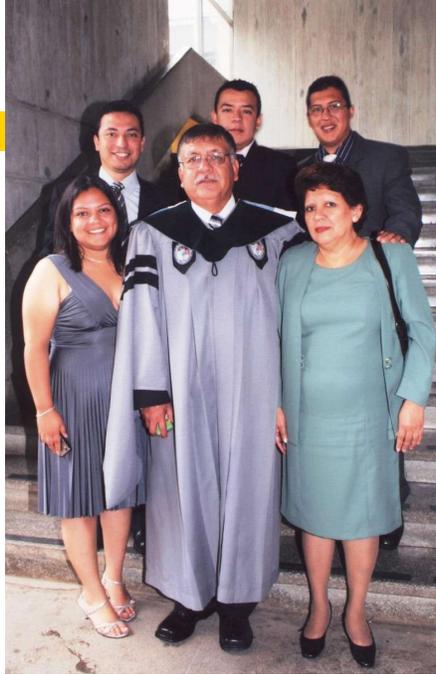
Chalo ha sido perseverante en todo lo que desempeña, durante sus 3 años en la ENCA fue un destacado estudiante y miembro del Consejo Estudiantil, ahí se formó con varios de sus actuales colegas con los que trabaja en el Ingenio Pantaleón. Durante sus vacaciones, Chalo venía a la Costa Sur a trabajar como cortador de algodón, pudiendo visitar a su familia únicamente en las fiestas decembrinas.

El día de su graduación, Chalo recibió un regalo que le cambió la vida, cuando se encontró casualmente al Dr. Emilio Gutiérrez, veterinario que trabajó también en la finca La Petapilla y, que se encontraba inaugurando el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) de Chiquimula. El día 03 de enero de 1981 Chalo comenzó a trabajar en el Ingenio Concepción, contratado por INTECAP para formar a los cortadores en el uso correcto del recientemente introducido machete australiano. Ese trabajo también le dio a Chalo la oportunidad de estudiar en Cali, Colombia el curso de “Instructor de Caña” en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y, durante 4 años se dedicó a formar monitores o caporales en los Ingenios para enseñarles sobre la calidad de las labores de la caña.

Gracias a su visión y perseverancia, Chalo inició sus estudios universitarios en el año de 1982 en Zacapa, donde estudió para Fitotecnista con especialización en riego. El 10 de diciembre de 1984 Chalo ingresó al Ingenio Pantaleón, como Encargado de Capacitación Agrícola y, continuó sus estudios en la Universidad Rafael Landívar de Guatemala, de donde obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo. Luego de 4 años en Pantaleón, ocupó el cargo de Administrador de Finca, donde logró liderar todas las actividades de siembra, manejo de la plantación y cosecha. Luego de una reorganización de la distribución de labores de la empresa, Chalo pasó al área de Cosecha y actualmente, ocupa el puesto de Jefe de Zona Florida, en Pantaleón.

En la vida profesional de Chalo influyó el Ing. Álvaro Ruiz, quien trajo a Pantaleón la tecnología en cosecha, como las alzadoras y cambios al sistema, él fue “nuestro maestro en caña”, nos comenta nuestro amigo; quien ha visto cambiar, modernizarse y tecnificarse cada vez más a la agroindustria azucarera. Chalo pudo apreciar la transición de bueyes a camiones trameros, y posteriormente camiones con jaulas. Recuerda a otros personajes que contribuyeron a la agroindustria azucarera como los ingenieros Héctor Ranero, Mauricio Cabarrús, Miguel Maldonado, Miguel Recinos, Alfredo Gil, Fausto Chicas y René Cifuentes. Comenta Chalo que ATAGUA ha aportado al menos el 50% de la innovación y homologación de prácticas entre Ingenios. Recuerda que fue a través de ATAGUA, que durante su tiempo en INTECAP, con quienes coordinaba el programa capacitaciones con cada Ingenio; también fue ATAGUA la que introdujo el machete australiano a Guatemala y, ha fomentado la innovación.

Además de su exitosa carrera profesional, Chalo recuerda con cariño a su madre, María Del Carmen Rosales Flores, quien siempre lo motivó y apoyó en sus metas personales,



Gonzalo Madrid acompañado por su familia en su graduación de Maestría.

con sus esfuerzos le tenía su cena a las 11 p.m. cuando volvía de estudiar. Doña María del Carmen siempre se sintió orgullosa de sus hijos por sus éxitos a pesar de los sacrificios que pasaron al ella enviudar. Ahora Chalo es un orgulloso padre y, junto con su esposa doña María Consuelo de Madrid, han sacado adelante a sus 4 hijos, profesionales formados para servir a nuestra Guatemala, de quienes Chalo ha sido el honorable padrino de Graduación.

Al preguntarle a Chalo sobre los valores personales que considera que toda persona debe tener y, que le han servido en su vida, menciona la sinceridad, honestidad, humildad, ser auténtico sobre su propia forma de ser y no ponerse límites, así como ser agradecido y entender a la gente de campo con quien uno trabaja y comparte. Chalo nos recomienda a todos los miembros de ATAGUA, seguir participando en ATAGUA, mantener el compañerismo e intercambio de experiencias entre ingenios, ya que esto ha ayudado a que la Agroindustria Azucarera de Guatemala sea reconocida como potencia técnica, científica y tecnológica a nivel internacional. ATAGUA inició liderado por los gerentes de los Ingenios, y luego se fueron incluyendo diferentes técnicos, donde todos han ido aportando mejoras, al compartir experiencias técnicas mediante artículos, conferencias y una relación activa entre los profesionales de los ingenios. Agradecemos a Chalo y a todos los personajes que hemos ido conociendo y, que nos han dado su tiempo para compartir sus experiencias de vida, que nos motivan a sonreírle a la vida, amar nuestro trabajo en la agroindustria azucarera y, valorar los retos que la vida nos presenta para sacar lo mejor de cada uno.

La primera idea de Chalo, al escuchar las siguientes palabras:

PASIÓN – trabajo **CRECIMIENTO** – educación
ATAGUA – tecnología **AZÚCAR** – vida
PERSONAS – amistad.

Palo Gordo Administración Nuevo Campeón de Voleibol



Este año se realizó el XII Campeonato de Voleibol ATAGUA-HORCALSA y como ya es costumbre, se contó con la entusiasta participación de nuestros asociados. Fueron diez los equipos inscritos, los cuales se dividieron en dos grupos:

Grupo A: San Diego, La Unión, UVG, Palo Gordo-Administración y Alión

Grupo B: ICC-Cengicaña, Concepción, Magdalena Tierra Dulce, Palo Gordo-Agrícola y La Reunión.

El nivel técnico de los equipos fue admirable y la mayoría de partidos tuvieron marcadores cerrados debido a la perseverancia y el esfuerzo que pusieron en práctica los jugadores.

Al terminar la fase eliminatoria, los cuatro equipos que lograron pasar a la etapa semifinal fueron: La Unión, Palo Gordo-Administración, ICC-Cengicaña y La Reunión. El partido por el tercer lugar se jugó entre ICC-Cengicaña y La Reunión. El primer set fue ganado por La Reunión y el segundo por ICC-Cengicaña. El tercer y decisivo set fue ganado por la Reunión con el apretado marcador de 15 a 13.

El partido por el primer lugar fue el más emocionante del campeonato y el de mayor nivel técnico, además de haber sido el que más público registró. En un segundo



set muy reñido que finalizó con el marcador 25 a 23 el equipo Palo Gordo-Administración se coronó como el nuevo y flamante campeón de voleibol. La asistencia de jugadores, socios entusiastas y sus familias engalanaron la jornada final del campeonato.

Queremos agradecer el apoyo de la empresa Arysta Lifescience que contribuyó con la refacción ofrecida en la última jornada y como siempre, a la empresa HORCALSA, patrocinador oficial del campeonato, que además le dio un marco de alegría a la jornada final propiciando un ambiente festivo mediante la animación brindada con su unidad móvil y el adorno de la cancha.



CEAS



Autorizado por la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-
Bárcena, Villa Nueva, según acuerdo No. 73-2013

CENTRO DE ESTUDIOS AGRÍCOLAS DEL SUR

Perito Agrónomo Santa Lucía Cotzumalguapa

Servicios que ofrece:

- Formación Moral
- Fincas para prácticas agrícolas y módulos de producción
- Moderno y actualizado Centro de Computación
- Laboratorio de Química y Biología

Uso de los recursos tecnológicos para el desarrollo de contenidos:
Tablet - Salón Interactivo
Internet Wi-Fi



4ta avenida norte 1ra. calle Lotificación el Bilbao • Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

ceassantalucia www.ceas.com.gt • ceassantalucia@hotmail.com

PBX: (502) 7774-6400



IMPLESA, S.A.
Implementos agrícolas y metal mecanica

EL EQUIPO QUE NECESITA AL MEJOR PRECIO

- **Fabricación de Implementos agrícolas**
 - Jaulas
 - Dollys
 - Auto volteo
- **Servicios**
- **Repuestos**
- **Reparaciones y modificaciones**
- **Metal Mecanica**



Merlin[®]
TOTAL[®]

CONTROL TOTAL DE GRAMÍNEAS Y HOJAS ANCHAS

▶▶▶ *hasta 120 días control.*

Bayer CropScience ha desarrollado el innovador herbicida pre-emergente Merlin[®] Total 60 SC para el control de malezas gramíneas y hojas anchas en el cultivo de caña de azúcar, convirtiéndose en la actualidad en **EL ÚNICO HERBICIDA PRE-EMERGENTE QUE SE PUEDE APLICAR EN SECO.**

