



Atagua

Octubre • Diciembre 2016

ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA



2017 Cronograma de actividades 2017

Act. Deportiva	Act. Cultural	Act. Técnica	Fecha
Campeonato de basquetbol			Febrero-marzo
	Concurso de Fotografía		Marzo
		XIV CONGRESO DE TECNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA	Agosto
	Obra de Teatro		Septiembre
Carrera del Azúcar			Octubre
		Concurso Mejor Artículo	Noviembre
	Asamblea Genral y Convivio Navideño		Diciembre
		Edición de revistas	Marzo • Junio Septiembre • Dic.

Revista
Atagua

Anúnciate Aquí

Nuestro Objetivo es informar a todos nuestros técnicos azucareros sobre los avances tecnológicos de la productividad de la Agroindustria Azucarera Guatemalteca, así como también dar a conocer aspectos culturales, sociales y deportivos.

Para más información comunicarse a:

(502) 5517-3978 • 5436-3490

adminatagua@cengican.org

secreatagua@cengican.org

www.atagua.org

ARTICULO CAMPO

IDENTIFICACIÓN EXPLORATORIA DE LA MADUREZ INDUSTRIAL EN CAÑA DE AZÚCAR UTILIZANDO EL NDVI

4

ARTICULO FABRICA

PÉRDIDAS DE AZÚCAR POR LAVADO DE CAÑA EN INGENIOS GUATEMALTECOS DURANTE LA ZAFRA 2015-2016

13

29 CARRERA DEL AZUCAR

19

ATAGUA CELEBRA SU ASAMBLEA GENERAL Y CONVIVIO NAVIDEÑO

22

ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA**JUNTA DIRECTIVA 2016**

Nombre	Cargo
Dr. Luis Molina CENGICAÑA	Presidente
Ing. Omar Escobar Ingenio La Unión	Vicepresidente I
Ing. Luis Ampudia Ingenio Palo Gordo	Vicepresidente II
Ing. José Miguel Lemus Ingenio Magdalena	Tesorero
Ing. Oscarrené Villagrán Ingenio San Diego	Secretario
Lic. Danilo Maldonado Ingenio Pantaleón	Vocal I
Lic. Luis Carlos Arroyo Ingenio Santa Ana	Vocal II
Ing. Luis Lima Ingenio Magdalena	Vocal III
Ing. Mónica López Ingenio Pantaleón	Vocal IV
Ing. Sergio Rodríguez Ingenio La Unión	Vocal V
Ing. Antonio Roldán Ingenio San Diego	Vocal VI

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

EDITORIAL

Dr. Luis Molina

Legamos de nuevo a la época de zafra, con la emoción de estar cosechando lo que con tanto esfuerzo hemos cultivado y todo apunta a que la productividad será ligeramente menor que las dos últimas. Esto es en parte consecuencia de la menor disponibilidad de agua para riego que se ha tenido y sin embargo, los resultados reflejan la calidad del trabajo realizado.

En la presente edición cubrimos dos temas relevantes con sendos artículos, el primero de ellos describe la identificación exploratoria de la madurez industrial en caña de azúcar, usando el índice NDVI. La novedad tecnológica se encuentra en el uso de imágenes satelitales que pueden facilitarnos varias tareas, entre ellas, el monitoreo e identificación de la madurez industrial del cultivo. El otro artículo aborda el interesante tema de la identificación de pérdidas por lavado de caña en el proceso de fábrica, lo que nos puede ayudar en la toma de decisiones tendientes a la mejora continua. Esperamos que los encuentren interesantes y útiles.

En este trimestre también se realizó la tradicional Carrera del Azúcar, la cual, como ya es costumbre, fue todo un éxito gracias a la participación del gremio azucarero. En esta que fue la 29ª. edición de la carrera participaron alrededor de ochocientos atletas de los diferentes ingenios, lo que nos motiva en ATAGUA para seguir trabajando en la organización de eventos que contribuyan a la superación personal de nuestro gremio. Una superación integral que incluye aspectos técnicos, deportivos, culturales y sociales. De parte de la Junta Directiva y personal de ATAGUA, un agradecimiento para todos los colaboradores que mediante su trabajo organizativo hicieron posible la carrera: maestras, cuerpos médicos de los ingenios, agentes de seguridad, bomberos voluntarios, PMT, PNC, personal administrativo y especialmente al licenciado Fredy Pappa por su labor de coordinación.

En el mes de diciembre se realizó también el ya famoso y esperado convivio navideño, con el que nos deseamos paz, y tranquilidad en nuestros hogares, armonía y mucha felicidad para el año nuevo. En esa ocasión se realizó también nuestra Asamblea General en la que se informó sobre los eventos desarrollados a lo largo del 2016 y del balance financiero de nuestra asociación, además de elegirse ocho nuevos miembros de la Junta Directiva y despedir y agradecer el trabajo de los salientes. En lo personal, considero saludable dar oportunidad a nuevos profesionales para que se involucre en nuestra asociación, por lo que me retiro de la directiva con la satisfacción de haber contribuido a ella en la medida de mis posibilidades, de la amistad y fraternidad con los demás integrantes y de haber compartido con todos ustedes. Gracias.

Fotografía de portada:

Primer lugar, Concurso de Fotografía 2016

Productos de mayor valor agregado, alcohol neutro y azúcar refino

Ing. Víctor Alvarado

Ingenio Concepción

Identificación exploratoria de la madurez industrial en caña de azúcar utilizando el NDVI



Joel Morales 1
Braulio Villatoro 2
Gerardo Espinoza 1

RESUMEN

El objetivo del trabajo, es determinar la relación del índice de vegetación de diferencias normalizadas (NDVI) y la concentración de azúcar, como también la evolución de dicho índice en las distintas etapas fenológicas del cultivo. Se generaron modelos ($R^2=0.95$) del comportamiento del NDVI, en función de la edad del cultivo, utilizando para esto la base de productividad de CENGICAÑA, analizando los lotes de producción de los Ingenios La Unión y Santa Ana, del año 2013 al 2015, y agregando los valores estimados del NDVI, con base a las imágenes obtenidas del satélite Landsat8. Se comparó con modelos generados a partir de imágenes tomadas con dron, utilizando las bandas azul e infrarrojo, para el cálculo del NDVI; observándose semejanza en el comportamiento del modelo en ambos casos. Los modelos ($R^2=0.67$) que relacionan el NDVI y el contenido de azúcar, días antes del corte, expresan una asociación negativa, relacionando valores de NDVI mayores a 0.5 con menores concentraciones de azúcar. Sugiriendo que este puede ser un índice, que permita entender la probabilidad de respuesta al madurador.

Palabras Clave: NDVI, madurante, caña de azúcar

1 Especialistas en malezas y madurantes

2 Especialista en agricultura de precisión de CENGICAÑA.

1 Km 92.5 carretera a Santa Lucia Cotz. Escuintla, Guatemala.

1 jmorales@cengicana.org

INTRODUCCIÓN

El índice de vegetación de diferencias normalizada (NDVI), es una tecnología, que posee el potencial, de generar herramientas de gestión, para labores agrícolas en caña de azúcar. Se han hecho esfuerzos, para aplicarlo en la estimación de la producción, como lo indica Inman-Bamber *et al.* (2005), pero no han representado herramientas de gran precisión, para dicha finalidad, evidenciándose en los resultados de Bappel *et al.* (2005), al generar modelos que ajustaron en un 41 y 66% con la biomasa real. Explorando otras aplicaciones del NDVI en caña, Bégué *et al.* (2010), encontrando modelos que ajustan un 75% el contenido de azúcar con el NDVI, sugiriendo que este puede ser un índice, que permita programar de mejor forma la cosecha. Y considerando que en Guatemala, el uso de glifosato como madurante, es una herramienta, que no siempre presenta los resultados esperados, al incrementar la concentración de azúcar, principalmente en el segundo y tercer tercio de cosecha como lo indica Morales y Espinoza (2014), es importante utilizar indicadores como el NDVI, que apoyen el entendimiento de las fases fenológicas de la planta, principalmente, respecto al avance del estado de maduración del cultivo, concentración de azúcar y la posible respuesta positiva al uso de madurante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo consistió en cuatro etapas: a) generación de modelos del comportamiento del NDVI en función de la edad del cultivo, utilizando imágenes del satélite Landsat8, b) generación de modelos del comportamiento del NDVI en función de la edad del cultivo, utilizando imágenes multi espectrales tomadas con dron, c) creación de modelos, relacionando NDVI y contenido de azúcar al momento de la cosecha, utilizando imágenes del satélite Landsat8 y d) comparación de las curvas de maduración entre caña

aplicada con madurante (glifosato) y testigo absoluto, y la curva de NDVI en estas semanas de maduración, utilizando imágenes multi espectrales tomadas con dron.

- a) Se empleó la base de productividad de CENGICAÑA, seleccionando los lotes de producción de los Ingenios Santa Ana y La Unión, de las zafras 2013-14 y 2014-15. Para cada lote de producción, se estimó el valor promedio de NDVI, en las distintas fechas que se obtuvo las imágenes (del 27 de junio del 2013 al 20 de agosto del 2015), las cuales fueron 43 en total. El cálculo del NDVI, consistió en la relación de la reflectancia de la longitud de onda roja con infrarroja cercana, en base a la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{(Infrarrojo\ cercano - rojo)}{(Infrarrojo\ cercano + rojo)}$$

Las imágenes son multi espectrales, obtenidas del satélite Landsat8, las cuales son tomadas con una periodicidad de 15 días. Del análisis se retiraron los lotes, que fueron afectados en el valor del NDVI, debido a efectos de nubes o sombras. Los lotes fueron clasificados, respecto a la variedad, analizando un total de 16,557 observaciones para la variedad CP72-2086 y 12,026 observaciones para la CP73-1547. Para la elaboración del modelo, los lotes se agrupados por edad del cultivo (en días), en intervalos de diez días, con un rango que fue de 5 a 425 días después de corte o siembra (no se hizo distinción respecto a esta característica), promediándose el valor del NDVI, de los lotes dentro de cada rango de edad.

- b) Se utilizaron dos ensayos de campo, cuyo diseño consistió en la siembra de 18 variedades de interés, en los distintos meses de zafra (noviembre a abril). El primer ensayo se ubicó en finca San Bonifacio

(segunda soca), en suelo franco, en el estrato medio y el segundo en finca Santa Elisa (primera soca), en suelo franco arenoso, estrato litoral, ambos con riego. Utilizando un dron, se tomaron dos imágenes multi espectrales, en sendos ensayos (agosto y noviembre del 2015). En la primera imagen se registró cultivo de edad de cuatro a nueve meses y en la segunda edad de siete a doce meses. El cálculo del NDVI se estimó utilizando la ecuación anterior, con la variante que el valor de reflectancia de la banda roja fue sustituida por la banda azul.

- c) Se utilizó la misma base de datos del inciso a, pero se agregó la variable concentración de azúcar de cada lote, expresada en porcentaje, el cual al multiplicarlo por el factor 10, se tiene kilogramos de azúcar por tonelada de caña (kg Az/TC). Se utilizó los lotes cosechados, entre tres y nueve días después de haberse tomado la imagen de satélite. Para la variedad CP72-2086 se utilizaron 905 observaciones y en la CP73-1547 un total de 496 observaciones, para construir los modelos.
- d) Se utilizó el ensayo de respuesta de 5 variedades a dos madurantes (glifosato y trinexapac-etil), el cual tenía un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, ubicado en finca Ilusiones, con suelo franco arenoso, cosechado en marzo, y contó con riego. Se generaron las curvas de maduración, luego de aplicado el madurantes, utilizando la concentración de azúcar, monitoreado cada semana, hasta completar ocho semanas. y también se tomaron tres imágenes multi espectrales, utilizando dron, las cuales fueron tomadas en tres fechas distintas, distribuidas cada 15 días, después de aplicado el madurante. El cálculo del NDVI se realizó como se describe en el inciso b.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento del NDVI en las etapas fenológicas

En la Figura 1, tanto la variedad CP72-2086 como CP73-1547 se pueden diferenciar tres etapas, que coinciden con las etapas fenológicas del cultivo, según son explicadas por Castro (2012). La fase inicial (macollamiento), que presenta un incremento rápido del NDVI, hasta llegar a su valor máximo cercano a 0.8. A continuación, inicia la fase de elongación, manteniéndose el valor del NDVI estable (plateau), que corresponde a la fase I de elongación y de mayor demanda hídrica ($k_c=0.9$), luego existe un punto de inflexión donde empieza a decrecer el NDVI, correspondiendo a la fase II de elongación y donde Inman-Bamber y Smith (2005), reportan los mayores índices de área foliar y Castro (2012) reporta una reducción en la tasa de crecimiento. Por último, una fase de maduración, donde la tasa de decremento del NDVI se reduce más (menor pendiente), deteniéndose en valores cercanos a 0.5. En cañaverales mayores a 375 días, se observa de nuevo un incremento de NDVI, donde Espinoza (2012), habla de presencia de brotes laterales (lals), como características de deterioro de azúcar, en la etapa avanzada de maduración.

En la Figura 1, se pueden diferenciar las variedades por dos características; la primera radica en el tiempo para alcanzar los valores máximos del NDVI, pues en la CP72-2086 es menor que en la CP73-1547; este valor máximo se mantiene sostenido en la fase de elongación en esta segunda variedad, a diferencia de la CP72-2086 que mantiene un decremento conforme avanza esta etapa. La segunda característica, es el tiempo que tarda, para que en la etapa de maduración, el valor del NDVI llegue al valor mínimo y posteriormente este comience a crecer de nuevo; en la CP73-1547 el tiempo es menor para que estos procesos ocurran, comparado con la CP72-2086.

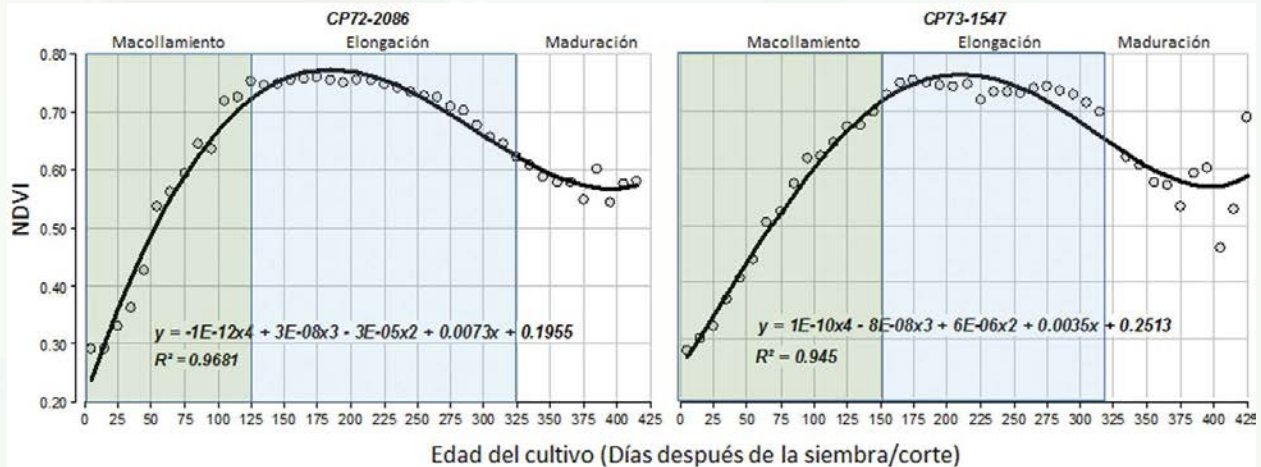


Figura 1: Comportamiento del NDVI (banda roja e infrarroja), en dos variedades de caña de azúcar en función de la edad del cultivo.

Los modelos de las Figuras 1,2 y 3, muestran cambios del NDVI, en función del cambio de la edad del cultivo. Estos resultados concuerdan con Bégué *et al.* (2010), quienes indican; que la variación del NDVI se debe a dos factores: 1) La fenología del cultivo y 2) El ambiente. Este último puede generar variaciones verticales, respecto al valor pronosticado por el modelo, en una edad específica, por ejemplo: para la variedad CP72-2086, a la edad de 75 días después de corte, el valor promedio esperado del NDVI es de 0.6 (según el modelo de la Figura 1), pero de los datos analizados, se encuentran lotes con variaciones por arriba y debajo de dicho valor, y el factor que causa esta variación es el ambiente, pues un riego (o lluvia) o una fertilización, días antes a ser tomada la imagen puede subir los valores respecto al 0.6 esperado, y lo anterior es reportado por Fiorio *et al.* (2015), al mostrar cambios en el porcentaje de reflectancia, principalmente en las longitudes de ondas verde e infrarrojo, a distintas dosis de nitrógeno. Pero variaciones por debajo de 0.6, pueden representar problemas como estrés hídrico, problemas de plagas o enfermedades o déficit nutricional o incluso fitotoxicidad por herbicidas.

Respecto a las variaciones horizontales, Bégué *et al.* (2010), mencionan que son debidas a la fenología del cultivo, la cual se puede observar en la Figuras 1,2 y3, y esta se debe a la variación en el metabolismo y morfología de la planta. Por ejemplo: en la Figura 1, el valor del NDVI, según el modelo, a los 75 días después del corte, para la variedad CP72-2086 es de 0.6, como ya se mencionó, pero para la CP73-1547, es de 0.5, debido a las diferencias fenológicas entre variedades. Los mismos autores, mencionan que los valores de NDVI menores a 0.2, se deben a los restos de la cosecha, y que los valores máximos alcanzados corresponden a 0.7-0.8, a los 4-6 meses de edad, corroborado en la Figura 1, 2 y 3. Lo anterior corresponde, con los meses donde la planta, es más activa, y donde Castro (2012), reporta las mayores tasas de crecimiento por día (2.34cm), y las mayores demandas hídricas ($kc=0.9$), coincidiendo con Inman-Bamber y Smith (2005), al citar a otros autores, indicando que en la fase de elongación, existe mayor respuesta al riego, expresándose en mayor biomasa. Castro (2012), habla del punto de inflexión, dentro de la fase de elongación, donde la tasa de crecimiento

por día disminuye (0.77cm), y donde Inman-Bamber y Smith (2005), reportan los mayores valores de índices foliares, lo que difiere con lo mencionado por Bégué *et al.* (2010), al indicar que los mayores valores del NDVI se dan entre el 4-6 mes, y que en este momento los índices de la lámina foliar son mayores.

Por otro lado Yang *et al.* (1997) encontraron una correlación negativa entre temperatura de hoja y NDVI, generando una hipótesis que validaron experimental y conceptualmente: indicando que la reducción de la

temperatura de la hoja es debido a una refrigeración ocasionada por la transpiración de la planta, lo que corresponde a un mayor NDVI, y considerando lo indicado por Alexander (1972), al mencionar que una mayor transpiración de la hoja corresponde a una mayor tasa de respiración y actividad metabólica de la planta, se puede concluir que existe correspondencia del NDVI, con la tasa de respiración y la tasa de alta actividad metabólica en las etapas de mayor elongación de la planta.

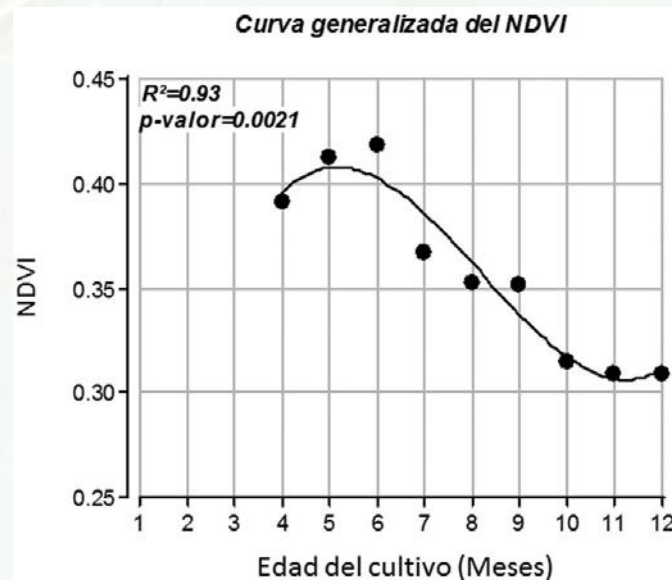


Figura 2: Comportamiento del NDVI (banda azul e infrarroja), en función de la edad del cultivo (promedio de 18 variedades). Cada punto corresponde a la media de dos localidades entre los meses de noviembre a abril.

Tanto en la Figura 2 (modelo general $Y=0.07+0.16x-0.08x^2+0.0009x^3$), como en la Figura 3 (ver modelos en Cuadro 1), observamos el comportamiento del NDVI, estimado con imágenes tomadas con dron y relacionando la banda de luz azul con infrarrojo, donde se observa un comportamiento semejante a la Figura 1. Lo que resalta en la Figura 3, es que existen pequeñas variantes por variedad, donde ciertas

variedades alcanzan mayores valores de NDVI en la fase I de elongación (meses 4-6) y en la etapa de madurez, algunas variedades precoces, comienzan a incrementar su NDVI, luego de alcanzar el punto más bajo, antes que las variedades tardías. Lo anterior nos puede dar una idea del deterioro del cultivo como ya se mencionó.

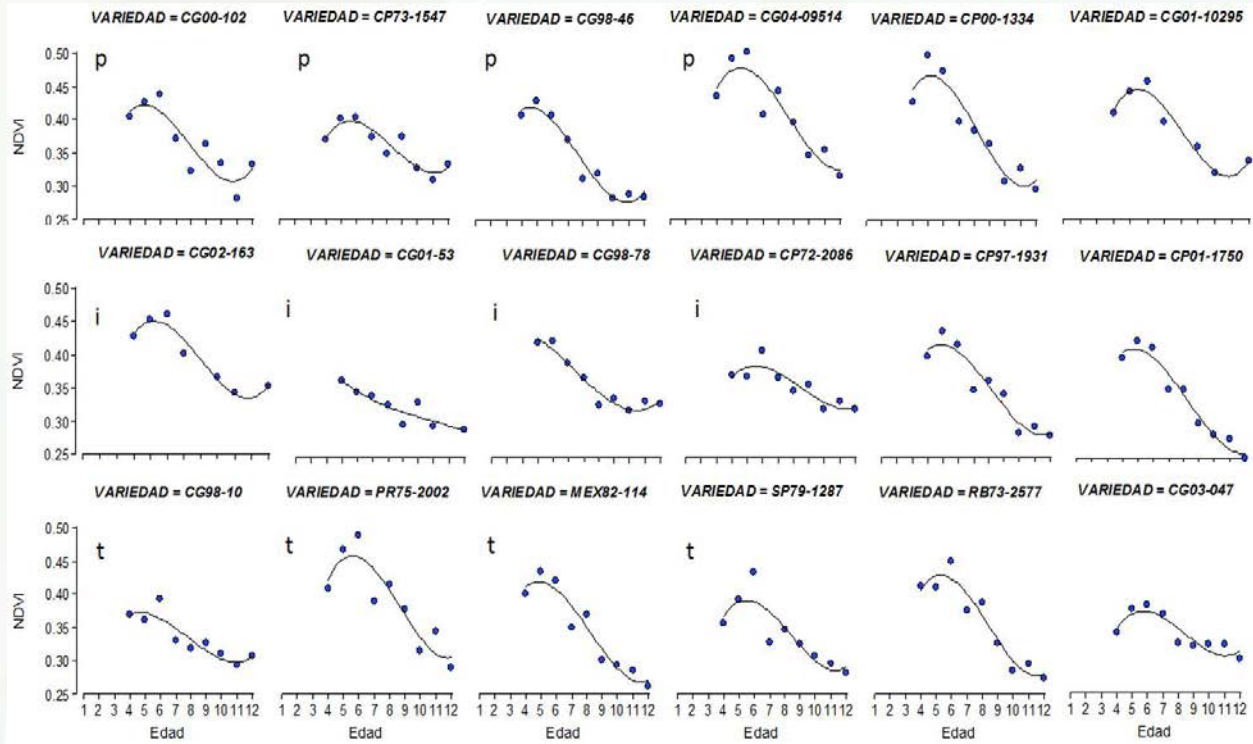


Figura 3: Comportamiento del NDVI en distintas variedades en función de la edad (meses), utilizando imágenes tomadas con la relación de banda azul e infrarroja. p=variedades precoces, i=variedades intermedias, t=variedades tardías, las que no indican ninguna literal es debido a que aún no están clasificadas.

Valores del NDVI y contenido de azúcar

En la etapa de maduración existe una reducción lenta del valor del NDVI, hasta llegar a valores cercanos a 0,5 como se ve en la Figura 1 y como lo indica Bégué *et al.* (2010), mencionando que en lugares con buena humedad en el suelo, este valor se mantiene en toda la etapa de maduración, pero en localidades donde el

estrés hídrico (por déficit), es fuerte y el follaje del cultivo presenta senescencia, los valores pueden llegar hasta 0,25, lo cual está relacionado con un estado muy avanzado de madurez y desecación. El mismo autor, explorando mayores aplicaciones al NDVI, lo correlacionó con contenido de azúcar (%Brix), tomados desde 10 meses antes de la cosecha, generando modelos que ajustan en un 75%.

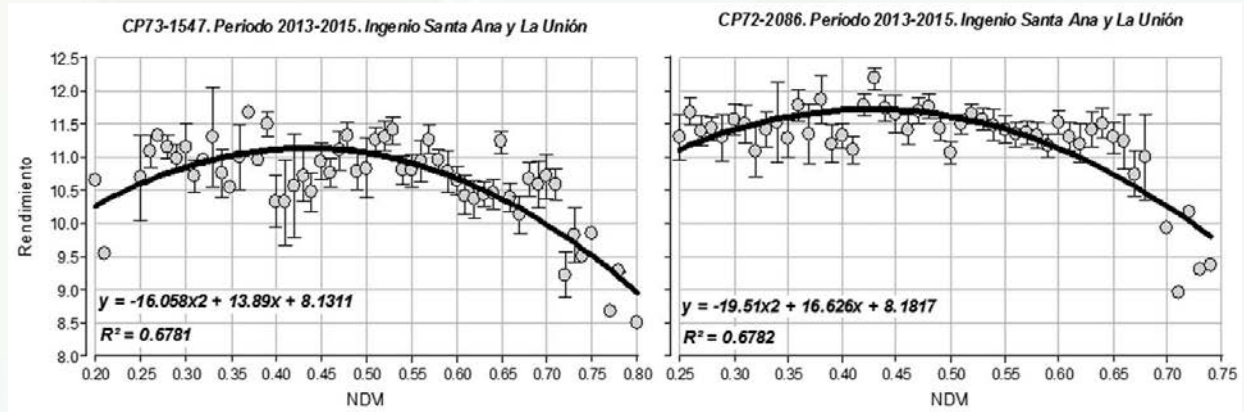


Figura 3: Relación del NDVI (rojo e infrarrojo) y el rendimiento de azúcar (%) de lotes comerciales, cercanos a cosecha.

En la figura 4, se observa la tendencia de los modelos en ambas variedades con ajustes del 68%, donde podemos ver que valores mayores a 0.5 del NDVI corresponde a menores concentraciones (rendimiento) de azúcar en el momento de la cosecha y valores menores a 0.5 corresponde a los mayores valores de concentración. Valores menores a 0.3, principalmente en la variedad CP73-1547, indican menores valores de concentración, provocado seguramente por deterioro del azúcar, debido a senescencia de la planta como lo menciona Bégué *et al.* (2010). Por lo que puede sugerir, que cañaverales con valores menores a 0.5 a los 10 meses (valores estimados con Landsat), pueden tener menor probabilidad de respuesta, a la aplicación de madurante, que si el NDVI es mayor a 0.5, en el momento de toma de decisión de la práctica, debido a lo mencionado por Morales y Espinoza (2014), al presentar diferencias mínimas o nulas (kg de azúcar por tonelada de caña), entre el testigo absoluto y el aplicado con glifosato, cuando las condiciones ambientales, favorecen para que ocurra una maduración natural.

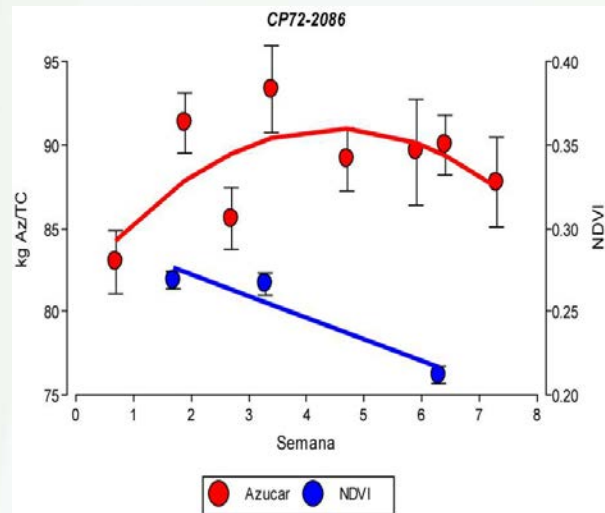


Figura 5: Comportamiento del NDVI (bandas azul e infrarrojo) y concentración de azúcar luego de aplicado el madurante. Ensayo de maduradores.

En la Figura 5 se observa el comportamiento del valor del NDVI, respecto a la curva de maduración del cultivo, después de haberse aplicado el madurante químico (Glifosato), apreciándose una relación negativa, pues al aumentar la concentración de azúcar, baja el valor del NDVI, relacionando como ya se mencionó que a menor valor del NDVI, en la etapa de maduración, la concentración de azúcar es mayor. Alexander (1972), indica: que a medida que el estado de maduración avanza, la tasa de respiración disminuye, asociado a la baja actividad de las invertasas ácidas, lo que evita que la sacarosa sea desdoblada y utilizada en biosíntesis y respiración, lo anterior validado también

por van Heerden *et al.* (2014), los autores indican que la concentración de azúcar, responde a una relación simple entre la energía química producida por la planta y la energía almacenada, consumida en respiración y biosíntesis. Larrahondo (2014), menciona que glifosato influye en la actividad de la invertasa ácida, por lo que la acumulación de azúcar aumenta, respecto al testigo absoluto, en condiciones de alta humedad en el suelo. Lo anterior sugiere, que valores bajos de NDVI, pueden estar correlacionados a una mayor concentración de azúcar, debido a la disminución de la tasa de respiración, efecto de haberse aplicado el madurante (glifosato).

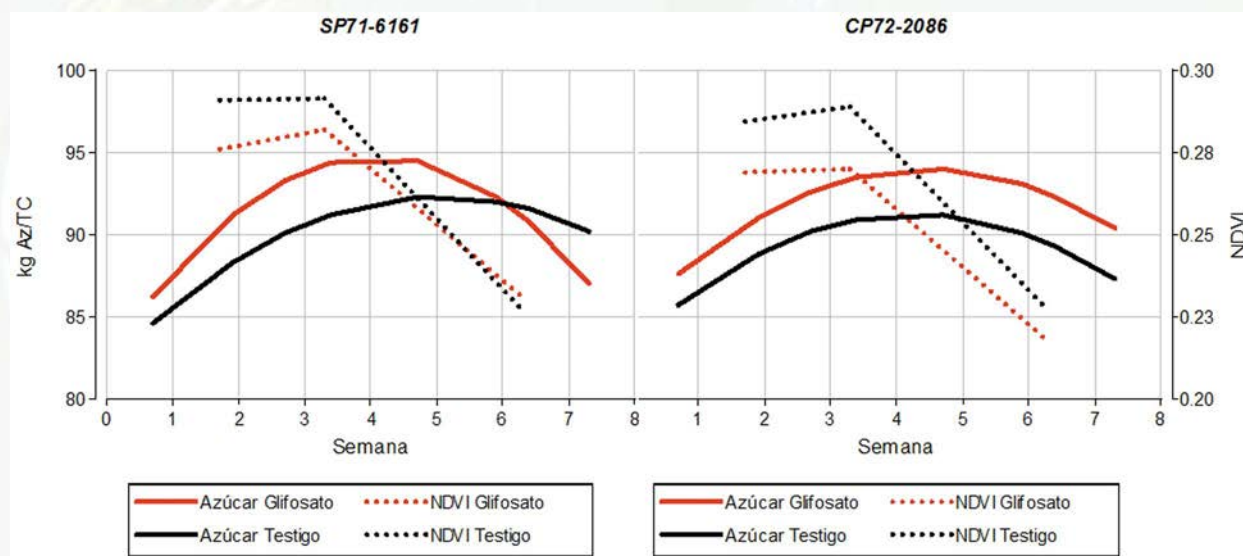


Figura 5: Relación del NDVI (bandas azul e infrarrojo) y la concentración de azúcar (kg Az/TC) entre el testigo absoluto y el aplicado con madurante (glifosato), en dos variedades.

La Figura 6, muestra el comportamiento de las variedades evaluadas: una que no respondió a la aplicación de madurante (SP71-6161), al no dar más azúcar al momento del corte respecto al tratamiento absoluto (no existió diferencia estadística en azúcar), y una que si respondió a la aplicación de madurante (CP72-2086), al presentar mayor contenido de azúcar, comparado con el testigo (si presentó diferencia estadística en concentración de azúcar), como lo indica

Morales *et al.* (2015). En la figura se observa, que la SP71-6161 al inicio presentó diferencial entre el NDVI con madurante sobre el no aplicado, pero al avanzar las semanas, los valores fueron similares, correspondiendo con una leve respuesta inicial del madurante sobre la concentración, pero luego presentó decremento de la curva alcanzando valores semejantes de azúcar con el testigo. A diferencia de la variedad CP72-2086, que a lo largo de las semanas de

maduración, se observa un diferencial constante entre el aplicado con madurante y el testigo, al igual que el diferencial del NDVI entre tratamientos, donde los valores mayores de NDVI, corresponden al tratamiento testigo y los menores al tratamiento aplicado. Reforzando lo ya mencionado, respecto al efecto del glifosato sobre la respiración, al citar a Larrahondo (2014), donde asocia el efecto del glifosato sobre las invertasas ácidas.

CONCLUSIÓN

El valor del NDVI en función de la edad del cultivo es explicado por un modelo, caracterizándose por tres etapas que corresponden a la fenología del cultivo. En la etapa de maduración, el NDVI correlaciona de forma negativa con la concentración de azúcar, observándose valores menores de NDVI en donde se aplicó madurante y este influyó en mayor concentración de azúcar, por lo que el uso del NDVI se visualiza como una **tecnología promisoría**, que puede ser empleada, como un índice complementario en la toma de decisión de aplicación de madurantes, respecto a la probabilidad de respuesta del mismo.

RECOMENDACIONES

Continuar con la validación de la tecnología, como un índice que permita mejorar la toma de decisiones, respecto a la probabilidad de respuesta del madurante. Para lo que se deben de seleccionar lotes con valores de NDVI diversos y aplicar madurante y comprar la concentración de azúcar, con un lote adyacente no aplicado, a lo largo de la zafra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ingenio Magdalena, por la ayuda en la planeación y ejecución de ensayos, que en parte fueron utilizados en el presente trabajo. También agradecen a la empresa Aerobots, por la donación de imágenes multi espectrales, tomadas con dron.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, A. 1973. Sugarcane physiology. Agricultural experiment station, University of Puerto Rico. p 441-455.
- Bappel, E, Bégué, A, Martiné, J, Pellegrino, A, Siegmund, B, 2005. Assimilation of a biophysical parameter estimated by remote sensing using spot 4&5 data into a sugarcane yield forecasting model. https://www.researchgate.net/publication/292731543_Assimilation_of_biophysical_parameter_estimated_by_remote_sensing_using_SPOT_45_data_into_a_sugarcane_yield_forecasting_model
- Bégué, A, Lebourgeois, V, Bappel, E, Todoroff, P, Pellegrino, A, Baillarin, F, 2010. Spatio-temporal variability of sugarcane fields and recommendations for yield forecast using NDVI, International Journal of Remote Sensing. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160903349057>
- Castro, O. 2012. El riego en el cultivo de la caña de azúcar. In M. Melgar, A. Meneses, H. Orozco, O. Pérez y R. Espinosa (ed.), El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Artemis Edinter. p 177-202.
- Espinoza, J. 2012. Maduración de la caña de azúcar. In M. Melgar, A. Meneses, H. Orozco, O. Pérez y R. Espinosa (ed.), El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Artemis Edinter. p 260-281.
- Inman-Bamber, N, Bonnett, G, Smith, D, Thorburn, P. 2005. Sugarcane physiology: Integrating from cell to crop to advance sugarcane production. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429005000249>
- Inman-Bamber, N, y Smith, D. 2005. Water relations in sugarcane and response to water deficits. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429005000304>
- Morales, J, y Espinoza, J. 2014. Inducción química de la maduración en caña de azúcar en la costa sur de Guatemala. In A. Meneses (ed.) Memoria presentación de resultados de investigación de zafra 2013-2014. CENGICANA. Guatemala. [http://dx.doi.org/10.1080/014311697219196](http://www.cengicana.org/es/publicaciones/memorias/memorias/Memoria-Presentaci%C3%B3n-de-Resultados-de-Investigaci%C3%B3n-2013-2014/4.-Agronom%C3%ADa/Madurantes/Inducci%C3%B3n-Qu%C3%ADmica-de-la-Maduraci%C3%B3n-en-Ca%C3%B1a-de-Az%C3%BAcar/Larrahondo,J.2014.Sacarosa:conceptosfundamentalesenlaindustriaazucareraysucroquímica.SantiagodeCali,EditorialCatorse.p51.VanHeerden,P,Eggleston,GandDonaldson,R.2014.Ripeningandpostharvestdeterioration.InP.MooreandF.Botha(ed.)Sugarcanephysiologybiochemistryandfunctionalbiology.WileyBlackwell.p55-83.Yang,X,Zhou,O,Melville,M.1997.Estimatinglocal sugarcane evapotranspiration using Landsat TM image and a VITT concept. International Journal of Remote Sensing. <a href=)

ANEXOS

Cuadro 1: Modelos por variedad del NDVI en función de la edad del cultivo. NDVI estimado con imágenes multi espectrales captadas con dron, relacionando la banda azul con infrarrojo.

Variedad	Modelo	R2	p-valor
CG00-102	$y = -0.02 + 0.19x - 0.03x^2 + 0.0012x^3$	0.79	0.0395
CG01-10295	$y = -0.22 + 0.3x - 0.04x^2 + 0.0017x^3$	0.95	0.0204
CG01-53	$y = -0.48 - 0.04x - 0.003x^2 + 0.00013x^3$	0.83	0.0497
CG02-163	$y = -0.05 + 0.23x - 0.03x^2 + 0.0014x^3$	0.95	0.0213
CG03-047	$y = -0.02 + 0.17x - 0.02x^2 + 0.00088x^3$	0.80	0.0318
CG04-09514	$y = -0.06 + 0.23x - 0.02x^2 + 0.00088x^3$	0.86	0.0138
CG98-10	$y = 0.18 + 0.09x - 0.01x^2 + 0.00061x^3$	0.81	0.0311
CG98-46	$y = 0.09 + 0.17x - 0.03x^2 + 0.0011x^3$	0.95	0.0009
CG98-78	$y = 0.41 + 0.03x - 0.01x^2 + 0.00045x^3$	0.94	0.0019
CP00-1334	$y = -0.1 + 0.26x - 0.04x^2 + 0.0015x^3$	0.90	0.0055
CP01-1750	$y = 0.12 + 0.15x - 0.02x^2 + 0.00087x^3$	0.96	0.0008
CP72-2086	$y = 0.1 + 0.12x - 0.02x^2 + 0.00065x^3$	0.78	0.0417
CP73-1547	$y = -0.01 + 0.18x - 0.02x^2 + 0.00094x^3$	0.83	0.0217
CP97-1931	$y = 0.09 + 0.16x - 0.02x^2 + 0.00094x^3$	0.91	0.0053
MEX82-114	$y = -0.06 + 0.17x - 0.02x^2 + 0.0001x^3$	0.92	0.0031
PR75-2002	$y = -0.15 + 0.26x - 0.03x^2 + 0.0013x^3$	0.84	0.0209
RB73-2577	$y = -0.07 + 0.23x - 0.03x^2 + 0.0012x^3$	0.92	0.0035
SP79-1287	$y = -0.07 + 0.2x - 0.03x^2 + 0.0011x^3$	0.75	0.0552

Pérdidas de Azúcar por Lavado de Caña en ingenios guatemaltecos durante la ZAFRA 2015-2016



Byron López

RESUMEN

Se realizó un estudio de pérdidas de Pol, carbohidratos y sacarosa por lavado de caña en cuatro ingenios guatemaltecos. Se utilizaron tres tecnologías distintas para determinar concentración y se midieron caudales con molinete, flotador y con el valor de un canal Parshall. Se observó que algunos ingenios no cuentan con la instalación adecuada para poder medir caudal y que algunos determinan la pérdida por lavado pero no la integran al balance de Pol del reporte. La pérdida se determinó en un rango entre 1.4 y 2.53 kg Pol/TC, 1.18 y 2.37 kg carbohidratos/TC y 1.18 y 2.21 kg sacarosa/TC. Se determinó que los métodos de polarimetría y espectrofotometría UV con ácido sulfúrico generan valores confiables y son de fácil y económico uso, hallándose aceptables correlaciones con los valores de sacarosa por HPLC.

Palabras Clave: *Lavado de caña, Polarimetría, Carbohidratos, pérdidas indeterminadas de azúcar, cromatografía, espectrofotometría.*

INTRODUCCIÓN

Durante la zafra 2014-2015, el Programa de Investigación Industrial de CENGICAÑA hizo un sondeo sobre métodos para determinar Pol o carbohidratos en efluentes de ingenios y también un diagnóstico sobre cuánta pérdida de Pol o carbohidratos, como expresión de azúcar, podría registrarse debido al lavado

de caña con agua, proveniente en su gran mayoría de condensadores barométricos operados con agua de ríos cercanos. El diagnóstico realizado, reveló que: 1) Hay suficientes métodos cuantitativos que pueden dar una determinación de la concentración de sacarosa, Pol o carbohidratos en los efluentes; 2) Que hay métodos como la polarimetría que son de fácil uso y muy bajo costo y que pueden permitir hacer un perfil

de pérdida confiable; 3) algunos ingenios no tienen los medios (molinete para medición de velocidad de flujo), ni las adaptaciones de canales donde se pueda medir la velocidad o que por su conformación puedan dar un caudal en base a una altura; 4) el diagnóstico indicó que podría existir rentabilidad en la instalación de sistemas de limpieza de caña en seco.

El lavado de caña se hace en varios ingenios de Guatemala siendo estos Santa Ana, Concepción, Tululá, Palo Gordo, Madre Tierra, mientras que los ingenios La Unión, Magdalena, Trinidad y Pantaleón (Tandem A) cuentan con limpieza en seco con un sistema de rodillos vibratorios.

Los objetivos del presente estudio son: evaluar tres tecnologías para determinación de concentración de sacarosa o sacarosa más otros compuestos, obtener correlaciones con el método de HPLC como el más exacto, determinar la pérdida de pol, carbohidratos o sacarosa por unidad de tiempo y tonelada de caña molida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos y materiales para análisis

Ácido sulfúrico concentrado, Octapol, papel filtro Whatman 91, filtros Whatman de 0.26m de poro y 4mm de diámetro, filtro Whatman de 0.20µgm de poro y 45mm de diámetro, beakers plásticos de 250 ml, embudos plásticos, tubo de ensayo de vidrio de 15 ml, espátula de acero inoxidable, bomba de vacío, kit de filtración al vacío, balones aforados de 100 ml, pipeta automática de 5 ml, pipeta automática de 1 ml, equipo Vortex.

Equipos

Espectrofotómetros marca Génesis, Cary, Hach; polarímetro marca schmidt + haensch; cromatógrafo líquido de alto desempeño marca agilent. molinete marca swoffer para medición de velocidad de flujos en canales abiertos.

Métodos

Método Horne para lectura con polarimetría, se utilizó Octapol para la clarificación de las muestras, lectura polarimétrica se multiplicó por 2600 (Birkett, 2004) para obtener el valor de concentración en ppm de Pol.

Nuevo método de espectrofotometría UV y ácido sulfúrico para determinación de carbohidratos (Albalasmeh, 2013).

Método para determinación de trazas con cromatografía líquida de alto desempeño en rango de 100 – 1500 ppm de sacarosa en cromatógrafo marca Agilent.

Determinación de velocidad de flujo en canal abierto a profundidad media en ingenio 05 utilizando molinete marca Swoffer modelo 3000.

Se buscó el valor de 30 muestras como mínimo para tener significancia estadística. A las muestras tomadas se les agregó bactericida de tipo carbamato. La Figura 1 muestra puntos de muestreo y mediciones para ingenios 01 (fotos 1 y 2) y 05 (fotos 3 y 4).

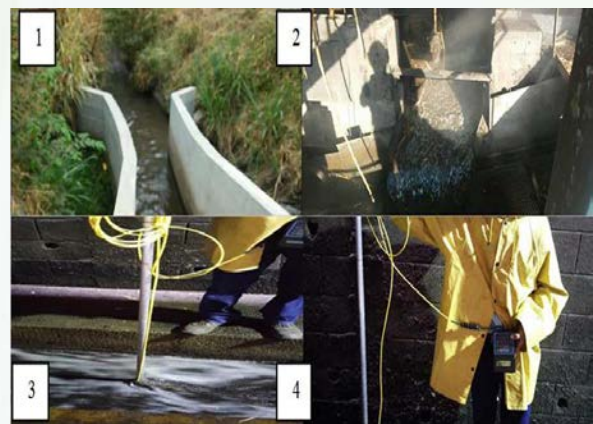


Figura 1:

Canal parshall en ingenio 01.

2) Efluente de lavado de tandem A Ingenio 01.

3) Aforo de caudal de lavado de caña en ingenio 05.

4) Equipo para aforo de caudal en ingenio 05

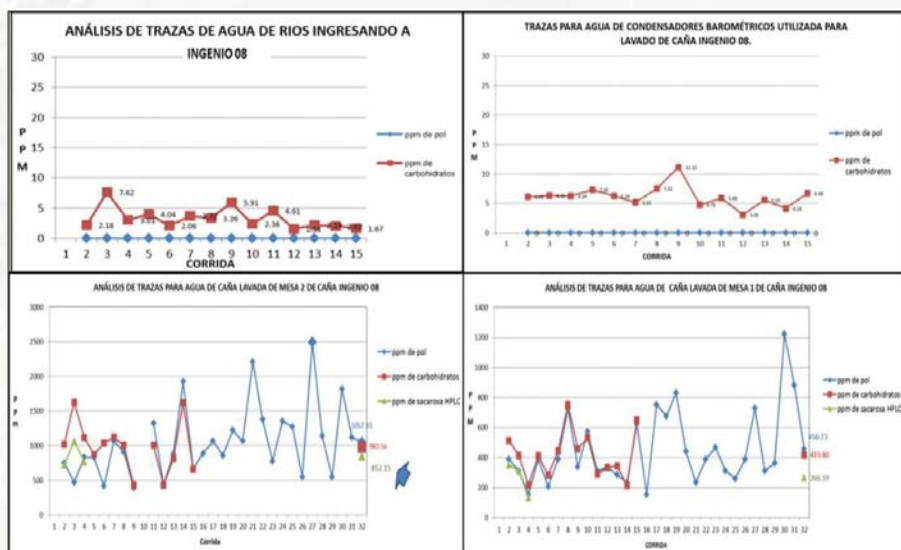
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados en Ingenio 08:

La solicitud de la gerencia era saber si había traza de azúcar en el agua que ingresa de los ríos para uso industrial y luego conocer si existía contaminación desde los condensadores barométricos. En los cuadros superiores de la Figura 2, se muestran los valores para polarimetría y espectrofotometría UV con ácido sulfúrico. La polarimetría no detectó concentración de Pol y los bajos valores (<10ppm) obtenidos con el método espectrofotométrico para carbohidratos, confirmaron que no existía contaminación de azúcares

o similares en el agua entrando al ingenio ni desde los condensadores barométricos.

Para el agua que cae de las dos mesas de caña del ingenio se hicieron determinaciones con polarimetría para todas las muestras y espectrofotometría y cromatografía para algunas muestras iniciales. La mesa 2 tipo "doble deck" dio valores promedio de Pol de 1057 ppm, 981 ppm de Carbohidratos y 852 ppm para tres muestras hechas con HPLC. La mesa 1 que es sencilla tuvo valores promedio de 457 y 420 ppm respectivamente para polarimetría y espectrofotometría mientras los tres datos analizados con HPLC dieron valores muy cercanos y con la misma tendencia que la polarimetría.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Concentración de Pol, carbohidratos y sacarosa en puntos de muestreo de ingenio 08

Cabe notar, como se mencionó anteriormente, que a pesar que las tres tecnologías miden diferentes componentes, al tener conocimiento que la sacarosa debería ser mayoritaria, las tendencias son muy similares y en la mayoría de corridas, la sacarosa presentó valores menores que la Pol y los carbohidratos.

El resumen de las corridas hechas, se presenta en el Cuadro 2, donde están indicadas las pérdidas en valores de Pol y sacarosa; el primero porque los ingenios hacen balance de Pol y el segundo porque es la

indicación de lo que se podría haber realmente envasado y sin embargo se arrastró por el lavado de caña.

El valor promedio para todos los datos en pérdida de Pol en kg/TC fue de 2.53 mientras que para sacarosa fue de 2.21. La relación entre sacarosa y Pol fue de 87 unidades de sacarosa por cada 100 de Pol determinadas. Los tres métodos utilizados para determinar concentraciones tuvieron correlaciones muy aceptables, con valores de muestreo entre 0.924 a 0.941, así mismo los ajustes de los modelos (R^2) sus valores son altos, ver comportamiento de mediciones en Figura 3.

Cuadro 2. Resumen de cálculo de pérdidas de Pol y sacarosa en ingenio 08

FECHA	Caudal (m³/s)	Caudal(gpm)	ppm Pol	ppm sacarosa (HPLC)	Pérdida Pol (kg/día)	Pérdida Pol (kg/TC)	Pérdida sacarosa (kg/día)	Pérdida sacarosa (kg/TC)
07/12/2015	0.72	11460.45	338.00	323.00	20374.41	1.76	19433.56	1.68
08/12/2015	0.76	12037.78	489.67	463.98	31905.55	2.78	30211.23	2.63
09/12/2015	0.82	12924.96	433.33	371.02	30456.69	2.64	26320.23	2.28
17/12/2015	0.77	12249.18	477.45	405.02	31928.73	2.70	26795.98	2.27
18/12/2015	0.77	12138.15	364.00	278.02	23869.08	2.03	18802.63	1.60
PROMEDIO TODOS LOS DATOS	0.77	12270.97	442.87	384.93	29516.12	2.53	25678.24	2.21
DesvEstandar	0.07	1050.36	137.83	115.34	9263.81	0.80	7784.92	0.68

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

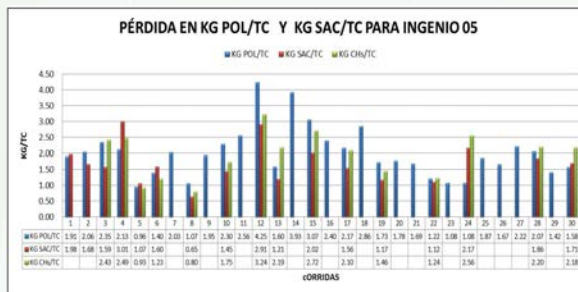
Figura 3: Valores de concentración de Pol, carbohidratos y sacarosa para efluente general en ingenio 08.

Ingenio 05

En el ingenio 05, se tomaron muestras de agua ingresando a la mesa de caña, proveniente de usos en fábrica, principalmente en condensadores barométricos y luego se tomó el agua ya utilizada para el lavado, en el canal debajo del conductor denominado conductor 1 de caña.

El valor de concentración del agua ingresando a las mesas, se restó de la concentración a la salida, para identificar la pérdida propia debida al lavado de caña.

Se obtuvieron los valores de la Figura 4 con las tres tecnologías de medición de concentración para el caudal de agua bajo conductor 1. Al igual que en el ingenio 08, se observa variación entre los valores por corrida y diferencias entre las tecnologías, pero la tendencia siempre es similar. Comportamientos muy similares a los hallados en este estudio fueron encontrados por Birkett y Stein en Luisiana.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Pérdida de Pol, carbohidratos y sacarosa por tonelada de caña para Ingenio 05 calculado para las 30 corridas realizadas.

Como menciona Birkett (Birkett, 2004), la pérdida por lavado tiene como un factor, la calidad del corte de la caña, donde una mayor exposición de sección de entrenudo expuesto al agua, puede generar una mayor pérdida de azúcar.

En el Cuadro 3 se resumen los valores de pérdida de Pol, Sacarosa y Carbohidratos, medidos en ingenio 05. Dichos valores se consideran bajos.

Cuadro 3. Resumen de pérdidas en kg/TC y Ton/Zafra de Pol, Sscarosa y carbohidratos para estudios de pérdidas azúcar en ingenio 05

ANÁLISIS DE PERDIDA(BASE:1.5 MILLONES DE TONELADAS DE CAÑA)		
	Kg /TC	Ton/Zafra
POL	1.40	1788.03
SACAROSA	1.18	1501.24
CARBOHIDRATOS	1.37	1747.32

Ya descontado el porcentaje de caña mecanizada del reporte (30,37%)

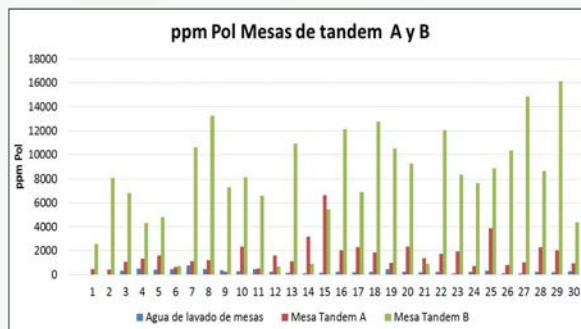
Fuente: Elaboración propia

Ingenio 01

El ingenio 01, cuenta con dos tándems de molinos y por lo tanto, con dos sistemas de mesas de caña de tipo “doble deck”. La caña mecanizada es manejada preferentemente en el tándem B, mientras que la caña de corte manual se descarga en la mesa del tándem A. Los ingenieros del ingenio 01, previamente habían realizado aforos del agua, con que se lava la caña en cada uno de los tándems y se decidió con ellos de utilizar dichos valores de caudal para calcular la pérdida de Pol por tándem.

En la Figura 5 se muestran los valores de concentración de Pol para el agua ingresando a las mesas para lavado de caña y el agua saliendo de cada una de las mesas, para las 30 corridas realizadas durante el estudio. La alta concentración del flujo saliendo de las mesas del tándem B, se debe a un flujo menor en este tándem que en las mesas del tándem A(0.039m³/s en el tándem B y 0.136 m³/s en el tándem A), así como a que se está lavando caña mecanizada. El agua para lavado de caña no presentó valor de Pol en las primeras dos corridas, mientras que el promedio para las 30 corridas fue de 271 ppm, por lo que este valor se tuvo que descontar de la concentración saliendo de las mesas. Las altas concentraciones de Pol saliendo de las mesas del tándem B coincidieron con valores obtenidos por el laboratorio del ingenio 01. Este lavado a caña mecanizada se justifica en vista que la caña se nota con una gran cantidad de impureza

mineral. El promedio de concentración de Pol para el tándem A estuvo en 1664 ppm mientras que para el tándem B fue de 7826 ppm.

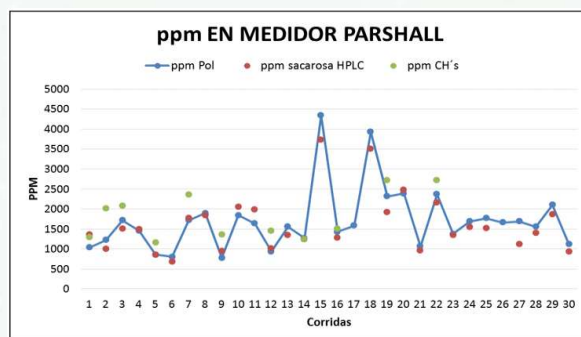


Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Concentración de ppm de Pol para agua de lavado de mesas, mesa tándem A y mesa tándem B en ingenio 01

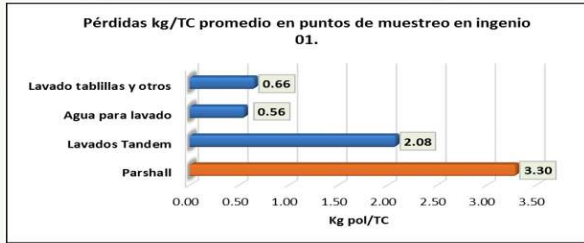
En la Figura 6 se observan las concentraciones de Pol, sacarosa y carbohidratos (CHs) para el efluente en medidor Parshall o helipuerto. En la Figura 6 se muestra la distribución de la pérdida en kg Pol/TC para los puntos muestreados.

La distribución de la pérdida por tándem se puede observar en Figura 7. Según los aforos y los análisis de concentración de Pol, se obtuvo una mayor pérdida de Pol en las mesas del tándem B (64% de la pérdida por lavado y 42,24% del total de la pérdida) que lavan caña mecanizada principalmente. En los aforos realizados por los ingenieros del ingenio 01, los flujos determinados para los tándem A y B fueron de 0.136 y 0.039 m³/s respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

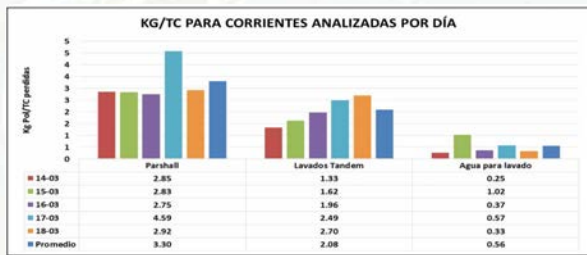
Figura 6: ppm de Pol, sacarosa y carbohidratos(CHs) para efluente en medidor Parshall de helipuerto en ingenio 01.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Cálculo de las pérdidas de Pol en kg/TC en puntos analizados para ingenio 01.

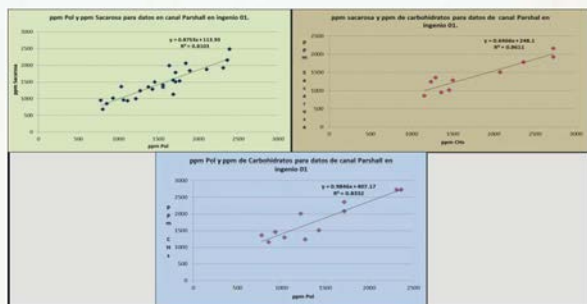
La Figura 8 muestra la distribución de la pérdida de Pol por día para las corrientes conocidas. Conocer si la pérdida es mayor cuando el contenido de azúcar en la caña es mayor parece lógico pero es un extremo que se debe analizar. En los reportes de producción, el Pol% caña industrial sí fue mayor para el día 17 de marzo que para los otros días del estudio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Pérdida por día en kg Pol/TC para corrientes con flujo conocido en ingenio 01

La Figura 9 muestra ajustes obtenidos en las regresiones entre los valores de ppm de Pol, carbohidratos y sacarosa para el canal Parshall o efluente de helipuerto. Al tenerse mayor confianza en los valores de cromatografía, se hizo una mayor cantidad de análisis con esta tecnología para demostrar la confiabilidad de las mediciones de Pol y carbohidratos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Correlaciones entre tecnologías de medición para determinar pérdidas de azúcar por lavado de caña en ingenio 01.

CONCLUSIONES

Las tres tecnologías utilizadas en el estudio, mostraron correspondencia entre ellas y son útiles para analizar concentración de Pol, carbohidratos o sacarosa. Los métodos de polarimetría y espectrofotometría UV con ácido sulfúrico mostraron aceptables índices de ajuste entre ellos y con cromatografía líquida de alto desempeño (HPLC). Las pérdidas calculadas dieron valores entre 1.4 y 2.53kg Pol/TC. La pérdida monetaria por lavado de Pol, carbohidratos o sacarosa puede hacer que instalar limpieza en seco de caña sea una inversión (según información de Ingenio La Unión, la pérdida por limpieza en seco puede ser de 0.35kg/TC aproximadamente) con retorno a corto o mediano plazo y de alto impacto social y ambiental positivo. La pérdida por lavado de caña no se puede generalizar ni ser tomada de los textos pues hay muchos factores que pueden provocar variación. No se contempló para este estudio el verificar las pérdidas que se generan por la limpieza en seco aunque en unas muestras analizadas de un ingenio en la zafra 2016-2017, se halló que la tierra separada contenía Pol al prepararla en dilución con agua. Este tema se debe investigar más a fondo para dilucidar cómo debe ser dividida la pérdida por lavado de caña.

BIBLIOGRAFÍA

- Albalasmeh, A. B. (2013). A new method for rapid determination of carbohydrate and total carbon concentrations using UV spectrophotometry. Carbohydrate Polymers, 253-261.
- Baikow, V. (1982). Manufacture and refining of raw cane sugar (Vol. 2). Amsterdam, Netherlands: Elsevier.
- Birkett, H. &. (2004). Cane Washing Losses. LSU College of Agriculture, Baton Rouge, LA.
- Chen, C. a. (1993). Cane Sugar Handbook 12th Edition (12th ed.). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Chen, J. a. (1993). Cane sugar handbook 12th Edition, United States of a: John Wiley and Sons, Inc.
- Esquite, B. (2011). Cuantificación de Pérdidas de Azúcar en los Efluentes del Proceso Industrial de un Ingenio Azucarero. Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala: USAC.
- López, B. (2013). Determinación de factor de corrección para el cálculo de sacarosa en caña por método de prensa hidráulica y DAC vía húmeda. Memoria Presentación de Resultados 2012-2013 CENGICAÑA.
- López, B. (2015). Análisis de Trazas de Sacarosa en Efluentes: Alcance de la Polarimetría y Aplicación del Nuevo Método de Determinación de Carbohidratos con Ácido Sulfúrico. Memoria de Resultados de Investigación 2014-2015 de CENGICAÑA.
- Lux, M. (2010). Medidores de Flujo en Canales Abiertos. Escuela de ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala: USAC.
- Martin, E. (2010). Cómo medir el flujo de agua en los canales de riego a cielo abierto y en las tuberías de compuerta. 1-7.
- Payne, J. (1989). Operações Unitárias na Produção de Açúcar de Cana. (F. Zarpelon, Trad.) Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil: Livraria Nobel S.A.
- Rein, P. (2012). Ingeniería de la Caña de Azúcar. Berlín, Alemania: Bartens.



29^a Carrera DEL AZÚCAR

Con gran entusiasmo el domingo 23 de octubre se llevó a cabo la XXIX carrera del azúcar. Desde tempranas horas se hicieron presentes alrededor de 2,400 atletas al Ingenio Concepción para su respectiva preparación y previo calentamiento.

Gracias a que los ingenios han incentivado a sus colaboradores a practicar el atletismo, nuestros socios y los trabajadores de ingenios se sienten cada vez más identificados con esta carrera, ya que en esta oportunidad el 30% de los participantes fueron de dichas categorías.

Los integrantes de las diferentes comisiones del Comité Organizador se esmeraron en brindar la mejor atención a los corredores. Desde el momento de su registro, orientación, hidratación, servicios médicos, entrega de fruta y por primera vez se contó con el apoyo de una empresa de fisioterapia quienes gustosamente dieron masajes a las personas que lo requerían. Asimismo con el fin de agilizar la entrega de resultados a los corredores, se usaron nuevamente dispositivos electrónicos.

Todos los participantes se hicieron acreedores a su kit, consistente en una playera, azúcar y bolsa deportiva. Al cruzar la meta se les entregó su respectiva medalla, hidratación, un banano y no podía faltar su caña de azúcar.





Los ganadores de las categorías Socios ATAGUA y trabajadores ingenios fueron:

CATEGORIA	LUGAR	NOMBRE	INGENIO
Socios ATAGUA Femenina	Primero	Thelma Flores	Trinidad
	Segundo	Sindy Estrada	ICC
Socios ATAGUA Masculina	Primero	Pedro Lima	Magdalena
	Segundo	Cristopher Ardon	Pantaleón
	Tercero	Ramiro Cifuentes	La Unión
Trabajadores Ingenios Femenina	Primero	Perla Ovalle	La Unión
	Segundo	Judy Hernandez	Magdalena
	Tercero	María Morales	Pantaleón
Trabajadores Ingenios Masculina	Primero	Francisco Mendoza	Pantaleón
	Segundo	Gerónimo Tupul	La Unión
	Tercero	Exel Alvarez	Pantaleón

Por la importancia que esta carrera ha tomado con el paso de los años, los atletas de élite que participan en competencias internacionales siempre se hacen presentes como corredores de las categorías libre y master. En esta edición los ganadores fueron:

CATERGORIA	LUGAR	NOMBRE
Libre Femenina	Primero	Merlin Chali
	Segundo	Heydi Villegas
	Tercero	Blanca Orozco
Libre Masculina	Primero	Mario Pacay
	Segundo	José Raxon
	Tercero	Edilberto Raxon
Master Femenina	Primero	Elsa Ruíz
	Segundo	María López
	Tercero	Bertha Gonzalez
Master Masculina	Primero	Alfredo Arévalo
	Segundo	Santos Pirir
	Tercero	Aurelio Locon

Para la realización de este importante evento deportivo, se contó con el valioso e incondicional apoyo de los siguientes ingenios y casas comerciales relacionadas a la industria azucarera.

ATAGUA agradece de manera especial, el tiempo, esfuerzo y dedicación a todos los colaboradores de las diferentes comisiones. La "Carrera más dulce de Guatemala", fue realizada con éxito.



Pantaleon



San Diego



INGENIO PALO GORDO



Arysta
LifeScience



DESARROLLO PARA TODOS



Shell
RIMULA



Atagua celebra su Asamblea General y Convivio Navideño



Para finalizar el año, la Asociación de Técnicos Azucareros celebró su Asamblea General y convivio navideño el 8 de diciembre en las instalaciones del Club Social de Ingenio Concepción.

Alrededor de 300 participantes entre socios y sus esposas, disfrutaron de una noche amena, con una deliciosa cena, la presentación de un cómico y un baile de gala amenizado por el grupo musical Honh's. El Ing. Omar Escobar dio apertura a la Asamblea, dando la bienvenida a todos los participantes, agradeciéndoles la confianza depositada en la Junta Directiva, así como el apoyo recibido de todos los ingenios y empresas que estuvieron presentes en una o varias de las actividades realizadas por la asociación en el transcurso del año.

El Lic. Danilo Maldonado hizo la presentación de todas las actividades con datos concretos de números de participantes, fecha de realización, lugar y varias fotografías de los eventos. Hizo mención que para el mes de septiembre se premió al ganador del concurso al "Mejor artículo", siendo el Ing. Fredy Uber Rosales Longo, de Cengicaña quien escribió el artículo: "Índices de desempeño para su uso en la mejora genética de la caña de azúcar en Guatemala". Como premio se le



otorgó la participación al 10mo. Congreso ATALAC realizado en Boca del Río México del 29 de agosto al 02 de septiembre con todos los gastos pagados.

El Lic. Luis Carlos Arroyo presentó el informe financiero detallando gastos e ingresos que conllevó la realización de cada actividad.

Se procedió a la entrega del premio Portela a los técnicos destacados por sus aportes a la industria azucarera, siendo ellos: el Ing. Marino Mendoza de Ingenio Palo Gordo, galardonado por el área de fábrica y para el área de campo, el Ing. Roberto Mendoza de Ingenio Santa Ana. Ambos con más de 30 años de experiencia en la rama azucarera.



La asamblea finalizó con la elección de la nueva Junta Directiva, la cuál de conformidad con todos los asistentes, quedó integrada de la siguiente manera:

Ing. Omar Escobar	Ingenio La Unión
Ing. Luis Ampudia	Ingenio Palo Gordo
Lic. Luis Carlos Arroyo	Ingenio Santa Ana
Ing. Sergio Rodríguez	Ingenio La Unión
Lic. Danilo Maldonado	Ingenio Pantaleón
Ing. Antonio Roldán	Ingenio Trinidad
Ing. Sergio López	Ingenio Madre Tierra
Ing. Helcer Recinos	Ingenio Magdalena
Ing. Joel Morales	CENGICAÑA
Ing. Luis Lima	Ingenio La Unión
Inga. Martha Luna	Ingenio Pantaleón
Ing. Christian Rodríguez	Ingenio Trinidad
Inga. Miriam Villatoro	Ingenio Concepción
Ing. Marco Palala	Ingenio Santa Ana



En el desarrollo del convivio se entregaron los premios a los ganadores del concurso de fotografía:

Primer lugar: Ing. Víctor Alvarado

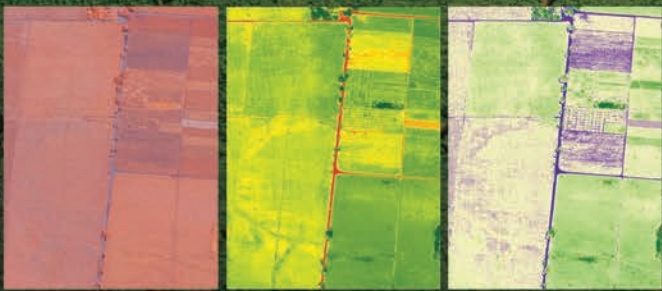
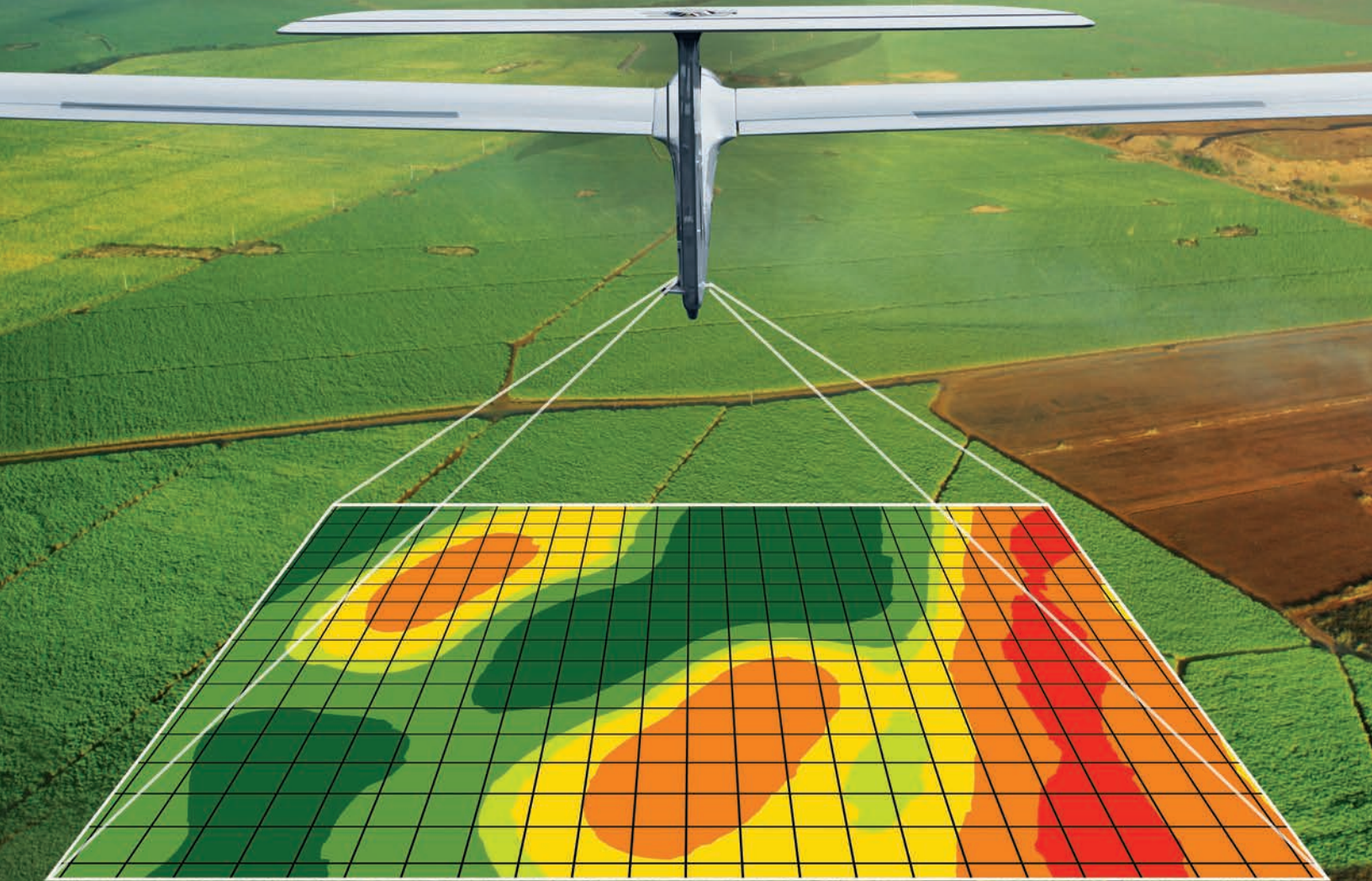
Segundo lugar: Licda. Lorena Marroquín

Tercer lugar: Ing. Fernando Díaz Erazo.

Se agradece de manera muy especial a las empresas: HORCALSA, RAESA, NETCORE y COMERCIALIZADORA INDUSTRIAL, por haber co patrocinado la Cena navideña. ATAGUA agradece de manera muy especial a Ingenio Concepción por el apoyo que siempre nos brinda con las instalaciones del Club.



INNOVACIÓN EN INTELIGENCIA AGRÍCOLA



Somos una empresa guatemalteca pionera a nivel mundial en la operación de vehículos aéreos no tripulados para la obtención e interpretación de información agrícola por medio de fotografía aérea multispectral. Contamos con un equipo de profesionales expertos capaces de apoyar al desarrollo de la agricultura de precisión en la agroindustria guatemalteca.

Tel. +(502) 2300-5600 | www.aerobots.gt | info@aerobots.gt

Via 4 1-30 zona 4, Ed. Campus Tecnológico #305, Guatemala, Guatemala

aerobots