



Atagua

Abril • Junio 2016

ASOCIACIÓN DE TÉCNICOS AZUCAREROS DE GUATEMALA



- Fabricante líder en productos post-patentes para la protección de cultivos.
- Con el portafolio más amplio y robusto de herbicidas, insecticidas y reguladores de crecimiento en caña de azúcar. Con más de 60 productos registrados.
- 5 plantas de última tecnología en China, 1 planta en Argentina y una nueva planta en Panamá.
- Formulaciones innovadoras de mayor eficacia asegurando competitividad y la mejor calidad.

Prueba nuestros nuevos productos:

DIMAXINE PRO 80 SG: 2,4-D en formulación SG de alta concentración, con dosis más bajas, baja volatilidad y mayor eficacia en campo.

ATRAPAX PLUS 88 WG: Control novedoso de malezas de hoja ancha resistente a los herbicidas tradicionales, con mayor espectro y días de control.

RESPEKT PRO 75 WG: Innovadora formulación de alta concentración, dosis bajas y potente control contra insectos chupadores como chinche salivosa.

¡Innovando con calidad Rainbow!



@rainbowagrocience

Tel: +502 2485-4111

E-mail: atencion-cac@rainbowchem.com

www.rainbowchem.com

Dr. Luis Molina

ARTICULO CAMPO

Análisis de las posibles causas de la mortandad de peces en la laguna Mesá, Santa Cruz Muluá, Retalhuleu

4

ARTICULO FÁBRICA

Cálculo de la Eficiencia de una Bomba Centrífuga en Planta Productora de Etanol

12

CURSO AVANZADO DE EXTRACCIÓN Y EFICIENCIA DE MOLINOS, CRISTALIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE AZÚCAR

18

PERSONAJES DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

Lic. Jorge Armando Flores Castro

19

GIRA DE FÁBRICA

20

OBRA DE TEATRO

Las mujeres los prefieren Feos

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
Ing. 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

Iniciamos un nuevo ciclo en el cultivo de caña de azúcar con el propósito de ser más productivos que antes, mientras en fábrica se le da mantenimiento a los equipos en preparación para la nueva zafra, también con el fin de obtener mayor recuperación de sacarosa. Entre tanto, en ATAGUA seguimos organizando actividades que contribuyen a mejorar las capacidades técnicas de nuestros asociados y otras que nos acercan a la cultura, esparcimiento y convivencia.

Durante este trimestre realizamos la gira de fábrica, que abordó el tema: Administración del agua para uso industrial y control de pérdidas de sacarosa en efluentes. Esta actividad tuvo mucha aceptación, considerando la relevancia que este tema cobró en días recientes y fue de mucha utilidad gracias a los avances tecnológicos que en la materia ha implementado Ingenio La Unión, a cuyas autoridades agradecemos por el apoyo que siempre nos brindan al abrir sus puertas y recibirnos amablemente.

En este período también organizamos y trajimos desde la ciudad de Guatemala al grupo Los Comediantes, liderados por el famoso artista nacional Jairon Salguero, quienes con su gran talento nos deleitaron con la obra: Las mujeres los prefieren feos. Incontables risas y carcajadas ayudaron a disipar las preocupaciones diarias, en el fino escenario del auditorio de Cengicaña y en la agradable compañía de colegas y amigos.

En la presente edición de la revista ATAGUA, se presentan dos temas novedosos, el primero se relaciona con el ambiente y es de gran importancia dado el compromiso de realizar una agricultura sostenible. Es refrescante conocer un poco sobre lo que nuestra agroindustria realiza en este campo, que directa o indirectamente nos compete a todos. El segundo artículo es una valiosa contribución que calcula y analiza la eficiencia de una bomba centrífuga en planta productora de etanol para establecer opciones de mejora en caso de ser necesario.

Nuestro personaje de la agroindustria en esta edición es el Licenciado Jorge Armando Flores, Superintendente de Fábrica de Ingenio Magdalena, de quienes ustedes conocerán un poco a través de la entrevista que nos brindara. Esperamos que disfrute la lectura.

Fotografía de Portada:
Tercer lugar, concurso de fotografía 2016
Siembra de caña en fajas y asocio con crotalaria.
Ing. Fernando Díaz Erazo
Ingenio Concepción

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

Análisis de las posibles causas de la mortandad de peces en la laguna Mesá, Santa Cruz Muluá, Retalhuleu

Alex Guerra, Gonzalo López,
Luis Reyes, Brayan Cujcuj y Gabriel Rivas
Instituto Privado de Investigación
sobre Cambio Climático (ICC)

La contaminación del agua en los ríos y lagos ha cobrado importancia en la opinión pública en Guatemala. Algunos de los casos más importantes en medios de comunicación y redes sociales han sido aquellos en donde ha ocurrido una mortandad alta de peces, especialmente a raíz del caso del río La Pasión en el 2015. Es común que se saquen conclusiones y se hagan señalamientos sin fundamentos contra las empresas, lo cual contribuye a acrecentar la conflictividad socio-ambiental que ha florecido en el país. El objetivo del estudio que aquí se presenta es aportar al análisis de las causas de la muerte de peces acontecida a partir del 21 de octubre del 2015 en la laguna Mesá. Más allá de comprobar o descartar la responsabilidad del sector azucarero en el hecho, la finalidad del estudio fue identificar las posibles causas para poder evitar que ocurra un evento parecido en el futuro. El documento inicia con información general sobre la laguna para orientar al lector sobre su ubicación geográfica y características. Luego se presenta la metodología de toma de muestras de agua en la laguna y observaciones en campo, continuando con los resultados, discusión y conclusiones del estudio.

Aparte de la información recolectada y generada justo después del hecho, el análisis se basa en datos y el informe detallado del estado de las microcuencas del río Bolas, laguna Mesá y el río Oc, elaborado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en 2013.

Información general sobre la laguna Mesá

La laguna Mesá es un cuerpo de agua alimentado por el río Mesá, que desemboca en el río Samalá. Su cuenca se ubica en el municipio de Santa Cruz Muluá, Retalhuleu, a una altitud entre 100 y 300 metros sobre el nivel del mar (ver Figura 1). El territorio que alimenta al río, y por ende a la laguna, tiene una extensión de 2,451 hectáreas (24,51 km²) y se encuentra entre las coordenadas de latitud norte 14°23'58,11" y N14°30'39,31" y longitud oeste 91°40'50,60" y 91°36'48,24" (MARN, 2013).

Seis centros poblados se encuentran en la cuenca, Finca Buena Vista Grande, Caserío Santa Lucía, Aldea la Lolita, Parcelamiento la Lolita, Finca Buena Vista Chica y Caserío Mangales. Todos los poblados pertenecen al municipio de Santa Cruz Muluá. El uso

de la tierra es eminentemente agrícola (87%), lo cual responde a la capacidad de uso, de la cual la agricultura sin limitaciones tiene casi 61% del territorio y la agricultura con mejoras tiene el 37%, sumando entonces 98% de capacidad de uso agrícola. Los cultivos que predominan son caña de azúcar y hule,

aunque también se encuentra maíz y ajonjolí cultivado en las comunidades. Según la caracterización de la microcuenca Mesá (MARN, 2013) hay pesca artesanal en la laguna y también existen múltiples jaulas para la producción de tilapia (Ver Figura 2).

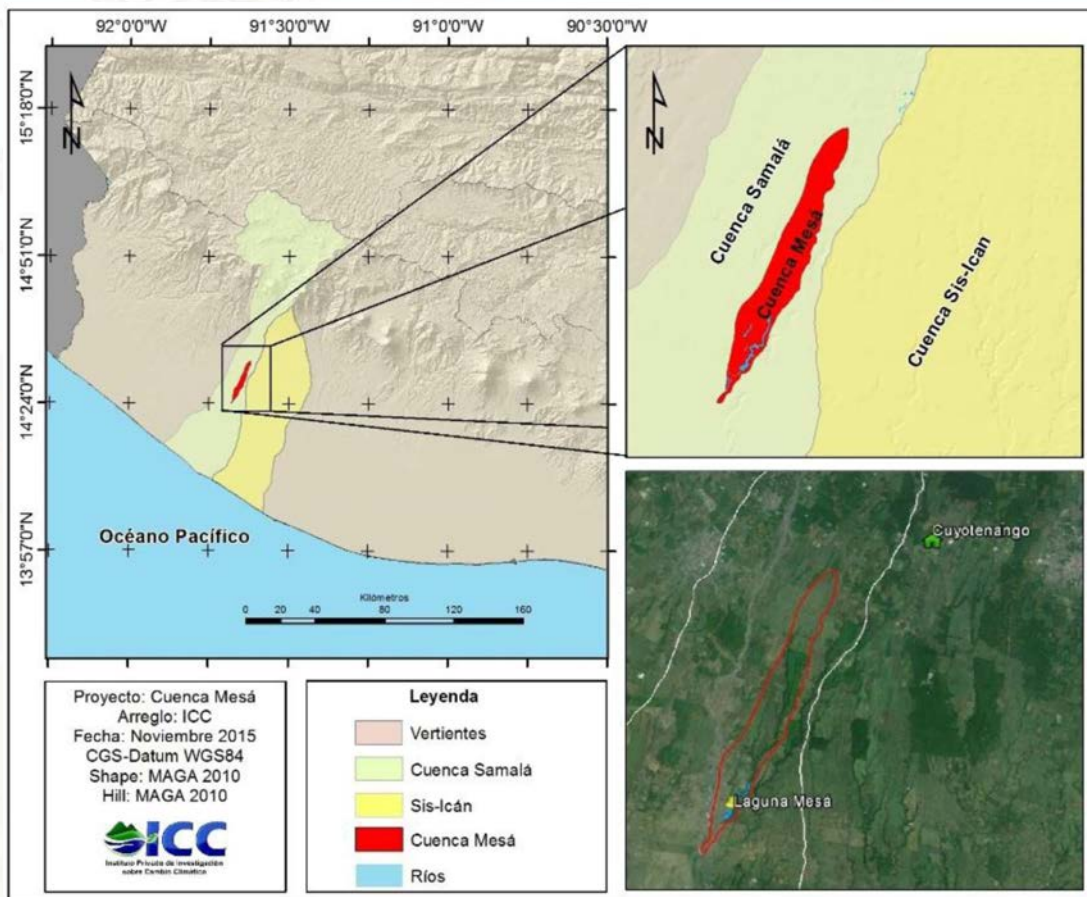


Figura 1. Ubicación de la laguna y de la cuenca del río Mesá, que la alimenta.



Figura 2. Imágenes de satélite de marzo 2015 en donde se visualizan las jaulas para producción de tilapia en la laguna Mesá (izquierda: parte media de la laguna con unas 50 jaulas; derecha: parte sur con aproximadamente 100 jaulas).

Metodología

Se tomaron muestras de agua para evaluar su calidad en dos puntos importantes de la laguna. El primer punto corresponde a la entrada principal de la laguna (formada por la unión de dos corrientes principales en un puente de hamaca). El segundo punto se ubica al final de la laguna, en donde sale el río de nuevo para unirse al río Samalá.

Se utilizó equipo de medición en campo de los parámetros de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno, temperatura, sólidos disueltos totales, salinidad y conductividad eléctrica en agua.

Se tomaron las muestras respectivas en campo el martes 27 de octubre, de acuerdo a lo estipulado por el protocolo dado por ECOQUIMSA (laboratorio certificado) para muestras de calidad de agua. El laboratorio siguió la metodología de *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22nd Edition 2012*.

Observaciones y resultados

En el punto 1 de muestreo, que corresponde a la entrada de las corrientes superficiales a la laguna Mesá, se observó una alta cantidad de sólidos disueltos en la corriente superficial, así como un color grisáceo de la misma. Este punto corresponde a la unión de las dos corrientes principales que abastecen la laguna (Mesá 1 y Mesá 2). Es un cañón formado por la erosión del punto y que se evidencia que la misma ha ido disminuyendo en profundidad, dando espacio para que los pobladores del lugar la ocupen para cultivos, principalmente banano y plátano.

En el segundo punto de muestreo (en la salida de la laguna) había un potrero para ganado y se observó que la cantidad de materia orgánica presente en el agua era alta debido a la coloración café claro. En este punto se observó la presencia de pescadores artesanales del lugar, quienes estaban en sus labores de pesca y argumentaron que 3 días atrás hubo una gran crecida y provocó la muerte de los peces en cultivo así como de gran cantidad de peces nativos y que, por la cantidad de lluvia de los dos días previos al muestreo, éstos habían sido lavados (no se observó presencia de peces muertos al momento de hacer el muestreo).

CUADRO 1. Resultados de análisis de muestras de agua en campo.

Punto muestreo	X	Y	TDS (mg/l)	SALINIDAD	TEMP (C°)	Cond. Electr. μ S/CM	M Ω CM	OXIGENO DISUELTO (mg/l)	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (mg/l)
Punto 1 (entrada a la laguna)	375435	1597079	148	0	27.3	149.7	6.78	8	5.6
Punto 2 (salida de la laguna)	373915	1594316	127	0	28.8	125	8	5	4.6

CUADRO 2. Resultados de análisis de laboratorio.

ANÁLISIS	Dimensional	Límite de detección	Resultado muestra 15-2806-1	Resultado muestra 15-2806-2
Amonio	mg/L – NH ₄ ⁺	0.01	<0.01	0.15
Cloro residual	mg/L – Cl ₂	0.05	<0.05	<0.05
Color	u Pt-Co	1	57	47
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L – O ₂	10	<10	<10
Demanda química de oxígeno	mg/L – O ₂	5	<5	<5
Relación DQO/DBO	-	-	<5	<5
Fósforo total	mg/L - P	0.15	<15	<15
Grasas y aceites	mg/L	5	<5	<5
Materia flotante	-	Presente/ausente	Ausente	Ausente
Nitratos	mg/L – NO ₃ ⁻	0.9	7.53	7.08
Nitritos	mg/L – NO ₂ ⁻	0.010	<0.010	<0.010
Nitrógeno total	mg/L – N	0.25	2.31	2.33
pH	-	0.01	6.95	6.87
Sólidos sedimentables	mL/L	0.1	<0.1	<0.1
Sólidos suspendidos	mg/L	10	<10	18
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.8	92,000	540,000
Coliformes totales	NMP/100mL	1.8	240,000	1,300,000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	1.8	9,200	92,000

mg/L = ppm; NMP/100mL = número más probable por 100 mililitros

Análisis y discusión

La laguna Mesá es un cuerpo de agua bastante pequeño (7.7 hectáreas según MARN - 2013) de forma alargada y poca profundidad (se estiman 12 metros en su punto más profundo, pero la mayoría tiene mucho menos). Como todo cuerpo de agua dulce, sufre un proceso de *eutrofización* que consiste en el enriquecimiento con nutrientes inorgánicos (nitrato y fosfato) que aumentan el crecimiento de las algas. A medida que éstas se mueren y se descomponen, disminuye el oxígeno disuelto en el agua, causando la muerte de otros organismos. El incremento de los sedimentos causa que se eleve el fondo del lago o río hasta el punto de convertirse en pantano o tierra seca (Lawrence et al. 1998; Art, 1993). Es un proceso natural pero que se acelera por actividades humanas. Por ser una laguna pequeña, el proceso se presenta a mayor velocidad. Según las observaciones en campo, se observa una pérdida de profundidad y secamiento de algunas áreas (de las que algunas son utilizadas para cultivos), lo cual evidencia el proceso antes mencionado.

Un informe del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales publicado en 2013, que sirvió de fuente para mucha de la información aquí presentada, muestra un análisis más detallado de la calidad del agua del río y de la laguna. La conclusión general fue que todos los parámetros físicos y químicos se encontraban muy por debajo de los límites establecidos de calidad de agua para descargas. Sin embargo, el problema principal que se detectó fue la contaminación biológica, que sí se encontraba encima de los límites permisibles. Dicha contaminación es resultado de la falta de tratamiento de las aguas residuales domiciliarias. No obstante, este tipo de bacterias no causan mortandad en peces.

Debido a que no hay industrias en el territorio que alimenta al río y a la laguna (cuenca), debe descartarse como un factor que haya causado la mortandad de peces. Lo anterior se apoya de los análisis de muestras debido a que los niveles de contaminación (incluyendo metales pesados) en la distintas fechas de muestreo

(noviembre 2013, abril 2014 y octubre 2015) son sumamente bajos, incluso por debajo de los límites detectables.

Los resultados del análisis de las muestras de agua llevados a cabo el 27 de octubre muestran dos problemas principales. El primero es la presencia de sólidos suspendidos en el agua, como se apreció en campo y se reflejó en el resultado del análisis indicado en el cuadro 2. Según la información proporcionada por un habitante local, el problema surgió cuando el río (Mesá) creció debido a las abundantes lluvias registradas en la región días antes, especialmente el lunes 19 de octubre, con lluvias de 53mm y 102mm en las estaciones meteorológicas más cercanas¹. Es probable que el caudal aportara grandes cantidades de sedimento a la laguna y que también haya movido los sedimentos del fondo de la misma, causando un problema mayor. Varios días después todavía era evidente el nivel de turbidez del agua.

El segundo problema es el nivel bajo de oxígeno disuelto en el agua, que es una causa común de la muerte masiva de peces (Willis, 2006). Hay relación entre estos dos parámetros puesto que cuando hay niveles altos de sólidos suspendidos y disueltos, disminuye el oxígeno disuelto en el agua (Wetzel, 2001).

En aguas poco profundas, los peces necesitan niveles de oxígeno disuelto (DO) entre 4 y 15mg/l, aunque depende de cada especie. Los niveles entre 1 y 6 mg/l son considerados bajos y son adecuados para fauna como cangrejos, almejas, lombrices y peces de fondo (Osmond et al., 1995, en Fondriest Environmental, 2015). En el caso de la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*), la especie que se cultiva en la laguna Mesá pero que es nativa de África, el requerimiento de oxígeno disuelto es de 4.0 - 9 mg/l². Los niveles encontrados en las muestras están dentro de este rango (5 y 8 mg/l, en Cuadro 1). Aunque en algunos lugares se reporta (Abdel-Tawwab et al., 2015) que

la tilapia puede tolerar niveles bajos de DO (0.1 a 1.5mg/l), al tener una densidad alta de peces en las jaulas de la laguna Mesá (se reportan 2,000 por jaula de 4x4metros), el efecto de la reducción del oxígeno disuelto puede ser más dañino puesto que los niveles requeridos son mucho mayores que para los peces que están en aguas libres (Rakocy et al., 2015). Las jaulas también afectan la mortandad al no permitir la movilidad de los peces, que en estado libre pueden dirigirse a zonas con más oxígeno disuelto. Siendo un cuerpo de agua pequeño, la presencia de entre unas 150 jaulas (ver Figura 2) con alta densidad de tilapia es uno de los factores que más pudo influenciar la baja en oxígeno disuelto e incidir en la muerte de los peces.

Un factor que pudo haber disminuido considerablemente el nivel de oxígeno disuelto es el movimiento de los sedimentos de la laguna. En la capa inferior de los cuerpos de agua con poca corriente se lleva a cabo la descomposición de la materia orgánica que se acumula, tanto la transportada por el río como la que se crea en la misma laguna, que en este caso puede incluir los desechos de alimento y excremento de las tilapias. Dicho proceso consume el oxígeno y pueden quedar niveles muy bajos para que sobrevivan los organismos (Wetzel, 2001). Al moverse los sedimentos, como pudo haber ocurrido en la laguna Mesá por el crecimiento del río el 19 y 20 de octubre, los niveles de oxígeno pudieron haber caído repentinamente. A pesar de que éste sea el suceso más probable, con la información disponible no se puede aseverar que se haya dado así.

Un indicador del alto grado de contaminación por aguas residuales domiciliarias es la presencia de bacterias. Como se aprecia en el Cuadro 2, los niveles de coliformes fecales, coliformes totales y *E. coli* son sumamente altos. En el caso del punto de salida de la laguna, el nivel está muy por encima de los niveles permisibles incluso para aguas residuales (540,000

¹ Estación Tumulá y estación Naranjales, respectivamente, de la Red Meteorológica ICC

² <http://www.funprover.org/formatos/cursos/Manual%20Buenas%20Practicas%20Acuicolas.pdf>

NML/100ml, comparado con 100,000 de coliformes fecales). Llama la atención el hecho que estos niveles son significativamente mayores que los niveles encontrados en las muestras tomadas en noviembre 2013 y abril 2014 (350 y 700 NML/100ml, respectivamente, de coliformes fecales).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se refiere al oxígeno consumido en 5 días a una temperatura constante de 20°C en la oscuridad, en determinado cuerpo de agua³. Esto ocurre por la descomposición microbológica de la materia orgánica contenida. Los niveles altos de DBO pueden acelerar el crecimiento bacteriano y el consumo del nivel de oxígeno en un río (Fafioye, 2011 en Oyebamiji y Adebajo, 2013).

Los niveles iniciales detectados (Cuadro 1) coinciden con los resultados del análisis de muestras en laboratorio. Estos niveles son bajos y sugieren una presencia reducida de materia orgánica, lo cual es contradictorio con los niveles de bacterias encontrados. Sin embargo, lo que sí indican es que aumenta la demanda bioquímica de oxígeno si se comparan los datos del final de la laguna con los datos del inicio de la misma.

La temperatura también afecta los niveles de oxígeno disuelto, mientras mayor sea, menor es la capacidad del agua de mantenerlos (Wetzel, 2001). Según se aprecia en el Cuadro 1, la temperatura de la laguna es alta (entre 27 y 28.8°C), lo cual sugiere que se esperan niveles bajos de DO puesto que los procesos de descomposición se aceleran.

Los niveles de conductividad eléctrica (149.7 y 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Cuadro 1) son bastante bajos e indican alta calidad (química) del agua. Este parámetro es uno de los que indicaría contaminación por productos agroquímicos puesto que los iones presentes en el agua ayudan a conducir la electricidad. Los niveles en los que se encuentran los cuerpos de agua dulce van

entre los 100 a los 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Fink, 2005; Hickin, 1995). Por lo tanto, los niveles encontrados en la laguna Mesá sugieren niveles de contaminación baja en este parámetro.

Los nitratos son una de las moléculas derivadas de la producción agrícola, especialmente por el uso de fertilizantes. Sin embargo, no es particularmente tóxica para los peces (Alken Murray, 2006). El mismo autor indica que es un parámetro común para medir la calidad del agua y que se considera para un lago que los niveles que exceden los 50mg/l no son sanos. Una publicación que revisó distintos estudios (Camargo et al., 2005) indica que los niveles de nitratos arriba de 10mg/l pueden afectar a algunas especies de fauna, incluyendo a peces. Como se vio en el Cuadro 2, los niveles encontrados en las muestras son de 7.53 y 7.08 mg/l, los cuales están por debajo de dichos niveles y, así, se puede descartar a este tipo de contaminación como una causa probable de la mortandad de los peces.

Conclusiones y recomendaciones

- Debido a que no hay industrias en el territorio que alimenta al río y a la laguna (cuenca), la contaminación industrial debe descartarse como un factor que haya causado la mortandad de peces. Lo anterior se apoya de los análisis de muestras puesto que los niveles de contaminación (incluyendo metales pesados) en la distintas fechas de muestreo (noviembre 2013, abril 2014 y octubre 2015) son sumamente bajos, incluso menores a los límites detectables.
- Los niveles de nitratos y conductividad eléctrica encontrados están por debajo de los límites a los que podría afectar a los peces en una laguna. Al ser estos algunos de los indicadores de la contaminación por agroquímicos, se descartan como una de las causas de la mortandad de peces observada.

³ http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/methodology_sheets/freshwater/biochemical_oxygen_demand.pdf

- Las causas más probables de la mortandad fueron los altos niveles de sólidos disueltos y suspendidos en el agua, así como los bajos niveles de oxígeno disuelto, esto aunado a la alta densidad de peces contenida en las numerosas (alrededor de 150) jaulas de producción. Lo anterior es más probable si los sedimentos de la laguna fueron revueltos por la fuerte corriente del río luego de las intensas lluvias registradas el 19 de octubre.
- Los niveles sumamente altos de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* evidencian contaminación por aguas residuales domiciliarias. Si bien dichas bacterias no causan mortandad en peces, sí son evidencia de materia orgánica en el agua.
- Se recomienda establecer un programa de monitoreo de la calidad del agua de la laguna a lo largo del año para conocer mejor los cambios estacionales y estudiar las posibles fuentes de contaminación.
- Otra recomendación es evaluar las condiciones del cultivo de tilapia de la laguna a fin de mejorar su manejo y disminuir el posible deterioro en la calidad del agua de la laguna y las pérdidas por mortandad de peces en el futuro.
- Podría ser de beneficio estudiar la erosión de suelo en la cuenca para detectar posibles puntos que aporten sedimentos a la laguna. De esta forma se pueden tomar medidas que desaceleren la pérdida de espejo de agua.
- El tratamiento de aguas residuales ayudaría a reducir la carga de materia orgánica que recibe la laguna y que acelera su eutroficación. Asimismo, es una medida que incidiría en mejorar la salud de la población vecina.

Kohinor 35 SC,[®] efectivo control del salivazo



El insecticida Kohinor 35 SC es eficaz en el manejo preventivo y curativo del salivazo causado por *Aenolamia sp.* en el cultivo de caña de Azúcar.

ADAMA

Fuentes citadas

Abdel-Tawwab, M., A. Hagra, H. Allah, M. Elbaghdady & M. Monier. 2015. Effects of dissolved oxygen and fish size on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.): growth performance, whole-body composition, and innate immunity. *Aquaculture International*: Oct 2015, Vol 23, Issue 5, pp 1261-1274.

Alken Murray, 2006. Interpreting Water Analysis Test Results. Consultado el 4/nov/2015 en <http://www.alken-murray.com/TESTS01.htm>

Art, H.W., 1993, Eutrophication, in Art, H.W., ed., A dictionary of ecology and environmental science (1st ed.): New York, New York, Henry Holt and Company, p. 196.

Camargo, J., A. Alonso, A. Salamanca. 2005. Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. *Chemosphere*: 2005 Mar58(9):1255-67.

Fink, J. C. 2005. ESTABLISHING A RELATIONSHIP BETWEEN SEDIMENT CONCENTRATIONS AND TURBIDITY . In The Effects of Urbanization on Baird Creek, Green Bay, WI (Thesis). Consultado el 4/nov/2015 en <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds/#cond15>

Fondriest Environmental Inc. 2015. Dissolved oxygen. Fundamentals of Environmental Measurements. Consultado el 4/nov/2015 en <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen/>

Hickin, E. J. (Ed.). 1995. River Geomorphology. Chichester: Wiley. Consultado el 4/nov/2015 en <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds/#cond15>

Lawrence, E., Jackson, A.R.W., and Jackson, J.M., 1998, Eutrophication, in Longman Dictionary of Environmental Science: London, England, Addison Wesley Longman Limited, p. 144-145.

MARN. 2013. Informe del Estado de las Microcuencas de los ríos Bolas, Mesá y Oc. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala. 116p.

Oyebamiji, F. & A. Damilare. 2013. Water parameters and biochemical composition of two fish species (*Tilapia niloticus* and *Sardinella aurita*) obtained from Azikwe River, Nigeria. *Academia Journal of Scientific Research* 1(1): 010-015, February 2013.

Osmond, D.L., D.E. Line, J.A. Gale, R.W. Gannon, C.B. Knott, K.A. Bartenhagen, M.H. Turner, S.W. Coffey, J. Spooner, J. Wells, J.C. Walker, L.L. Hargrove, M.A. Foster, P.D. Robillard, and D.W. Lehning. (1995). Turbidity. In WATERSHEDSS: Water, Soil and Hydro-Environmental Decision Support System, <http://h2osparc.wq.ncsu.edu>. Consultado en <http://www.water.ncsu.edu/watershedss/info/turbid.html>

Rakocy, J., Donald S. Bailey, John M. Martin and R. Charlie Shultz. 2015. TILAPIA PRODUCTION SYSTEMS FOR THE LESSER ANTILLES AND OTHER RESOURCE-LIMITED TROPICAL AREAS. University of the Virgin Islands. Consultado el 4/nov/2015 en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y4921e/y4921e03.pdf>

Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems (3rd ed.). San Diego, CA: Academic Press.

Willis, D. (2006, October). Winter Oxygen and Your Fish. In Pond Boss. Consultado en <http://www.sdstate.edu/nrm/outreach/pond/upload/Winter-Oxygen-and-Your-Fish-Sep-Oct-2006.pdf>



Kohinor 35 SC,[®]
efectivo
control del
salivazo

ADAMA

El efecto residual del Kohinor 35 SC para el control de *Aenolamia sp.* tiene una duración mínima de 45 días después de la aplicación, nuestros resultados son similares a otros insecticidas granulados a base de imidacloprid en cuanto a días control, y en algunos casos éste efecto podría durar hasta 60 dda.

Descripción:

-Tanto para el manejo preventivo como curativo de la plaga *Aenolamia sp.* en el cultivo de caña de azúcar la dosis de Kohinor 35 SC recomendada va desde 0,75 a 1,0 l/ha.

Beneficios:

-Permite proteger la planta por muchos días (alto poder residual al aplicar al suelo).
-Controla las plagas de insectos chupadores; su amplio espectro le permite ahorrar al no tener que hacer muchas mezclas de insecticidas.

Cultivos:

Caña de Azúcar

Principales plagas:

Salivazo (*Aenolamia spp.*,
Prosapia spp.)

Distribuido por:



Cálculo de la Eficiencia de una Bomba Centrífuga en Planta Productora de Etanol

Ing. Oscar Rene Taracena
Ingenio Concepción

INTRODUCCIÓN

El uso de bombas centrífugas en las industrias es indispensable y su importancia en los ingenios azucareros es vital. En general, se estima que el 80% de las bombas utilizadas en las industrias son centrífugas (Saldarriaga, 2007). Asimismo, se estima que el 40% del consumo energético global de las bombas pueden ser economizados ya que cerca de un cuarto de estas están sobredimensionados en un más de 20% (Ministerio de Economía y Tecnología de Alemania, 2010). Es por esta razón que conviene realizar diagnósticos periódicos de las mismas, principalmente al hacer cambios en las condiciones de operación.

El siguiente trabajo conlleva un diagnóstico en la eficiencia de una bomba centrífuga de alta criticidad para una planta destiladora de alcohol. El sistema analizado se observa en la Figura 1. La bomba P-1 es un dispositivo que transporta etanol al 34% v/v de la columna 1 hacia la columna 2, pasando por los intercambiadores de calor E-1, E-2 y E-3. La descarga

de la bomba P-2 se une a la línea de succión de P-1, inmediatamente después de que el etanol abandone el tanque TK-1.

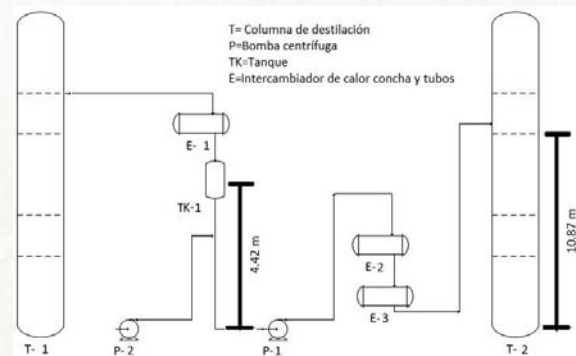


Figura 1. Sistema analizado (no a escala)

Los objetivos del estudio fueron determinar la eficiencia de la bomba en la planta destiladora de alcohol, determinar en cuanto está sobredimensionada la bomba y establecer opciones de mejoras en caso de ser necesario.

Para poder determinar la eficiencia de la bomba, fue necesario estimar el caudal promedio del fluido y la

cabeza total del sistema. El caudal se define como un determinado volumen de fluido que circula en un conducto en cierto tiempo (Towler y Sinnott, 2013). Ese valor es posible conocerlo utilizando transmisores de flujo. Por otro lado, para calcular la cabeza total se necesitan de varios datos, como temperatura del fluido, diámetro y largo de la tubería, cantidad de accesorios, entre otras.

Para el cálculo de la cabeza total es necesario hacer un balance de energía, en donde se involucra la presión, la velocidad del fluido, la altura y la fricción en la tubería. Esto se representa en la ecuación de Bernoulli como sigue:

$$\frac{p_a}{\rho} + gZ_a + \frac{\bar{V}_a^2}{2} = \frac{p_b}{\rho} + gZ_b + \frac{\bar{V}_b^2}{2} + h_f$$

Donde p es la presión superficial, ρ es la densidad del fluido, g es la gravedad en la Tierra, Z es la altura desde la bomba, \bar{V} es la velocidad promedio del fluido en la tubería y h_f representa la pérdida por fricción. Los subíndices "a" y "b" indican si los términos son de la succión o descarga del sistema. Cada uno de los términos de la ecuación anterior se conoce como cabeza. La cabeza total del sistema es la diferencia entre la cabeza de descarga y la de succión (McCabe et al, 2007).

En resumen, la cabeza total está formada por la cabeza de altura, presión, velocidad y pérdidas por fricción. Al dividir todos los términos por la cabeza de velocidad, quedan las otras tres cabezas en términos de la misma velocidad, cuyas dimensionales son "m/s" en el Sistema Internacional (SI). La cabeza de altura es la distancia vertical de la superficie del líquido en el tanque de succión sobre la línea central de la bomba. La cabeza de presión es la fuerza por unidad de área que se ejerce sobre el fluido (American Association of Drilling Engineers, 1999). Las pérdidas por fricción en la tubería (h_f) se deben al movimiento del fluido y está dado por la siguiente ecuación:

$$h_f = \left(4f \frac{L}{D} + K_c + K_e + K_f \right) \frac{\bar{V}^2}{2}$$

Donde f es el factor de fricción obtenida en un gráfico (o Diagrama de Moody), L es el largo y D el diámetro de la tubería, K_c el factor debido a contracciones, K_e el factor debido a expansiones, K_f el factor debido a válvulas y accesorios y \bar{V} es la velocidad promedio del fluido en la tubería (McCabe et al, 2007).

La curva característica es una curva de la capacidad de carga de bomba y son dadas usualmente por el fabricante. Permiten relacionar velocidades de flujo, cargas totales, eficiencia y potencia requerida (McCabe et al, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo entre Noviembre 2014 a Mayo del 2015, en Bioetanol S. A., recabándose información del transmisor de flujo, de tuberías, accesorios, temperaturas y presiones.

Los datos del caudal fueron tomados por registros dados por el transmisor de flujo Rosemount-Fisher tipo vórtice colocado en la línea de descarga de la bomba. Se analizaron todos los datos diarios de la zafra 2014-2015.

El largo de las tuberías y cantidad de accesorios e instrumentos de medición colocados en las líneas de succión y descarga se determinaron por medio de observación en la planta. Ver Cuadro 1 y Cuadro 2.

Para determinar la temperatura del fluido, se tomaron mediciones periódicas durante la zafra a un manómetro tipo Bourdon marca Ashcroft de 255-422±1.8K colocado en la descarga de la bomba (no tenía transmisor).

Cuadro 1. Datos utilizados para determinar cabeza de succión.

Descripción	Valor	Dimensional
Tubo 6"	55.25	m
Codo 90° 6"	1	unidad
TEE 6" (recto)	1	unidad
Brida 6"	3	unidades
Reductor 6"x2"	1	unidad
Válvula de mariposa 6"	1	unidad
Brida 2"	2	unidades
Caída de presión E-1 lado coraza	0.827	kPa
Presión superficial salida columna 1	142.8	kPa

Cuadro 2. Datos utilizados para determinar cabeza de descarga.

Descripción	Valor	Dimensional
Tubo 3"	46.95	m
Codo 90° 3"	10	unidades
Brida 3"	13	unidades
Válvula de cheque 3"	1	unidad
Reductor 3x1"	1	unidad
Reductor 3x2"	6	unidades
TEE 3"	3	unidades
Válvula de mariposa 3"	4	unidades
Brida 1.5"	1	unidad
Reductor 3x1.5"	1	unidad
Codo 45° 3"	1	unidad
Caída de presión transmisor de flujo	21.51	kPa
Caída de presión E2 y E3 lado tubos	121.4	kPa
Presión superficial entrada columna 2	742.3	kPa

Asimismo, las presiones de las columnas de destilación T1 y T2 se obtuvieron a partir de registros de la empresa a lo largo de toda la zafra 2014-2015. El nivel del tanque TK-1 se consideró como 30% que era el *setpoint* del mismo.

La caída de presión de los intercambiadores de calor E-1, E-2 y E-3, así como del transmisor de flujo se determinaron a partir de especificaciones proporcionados en las fichas técnicas de los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizó una hoja de cálculo para colocar los datos de tuberías y accesorios en succión y descarga, temperatura promedio, datos de presiones, valores K_f para determinar la cabeza dinámica, entre otros.

Se dividió el sistema analizado en succión y descarga para poder facilitar los cálculos de la cabeza total. En el Cuadro 1 se observan los datos utilizados para determinar la cabeza de succión, mientras que en el Cuadro 2 los datos para la cabeza de descarga.

Para la línea de succión, la cabeza de altura se determinó midiendo la distancia desde el centro de la bomba hasta 30% el tanque TK-1 (4.42m). La cabeza de presión superficial se obtuvo con la diferencia de presión de salida de la columna 1 y la caída de presión del intercambiador E-1.

Cuadro 3. Resultados para el cálculo de las pérdidas por fricción.

Descripción	Valor		Dimensional
	Succión	Descarga	
Diámetro	0.154	0.078	m
Área	0.019	4.77×10^{-3}	m ²
Velocidad	0.182	0.713	m ² /s
Re	6.03×10^{-4}	1.19×10^5	
k	4.57×10^{-5}	4.57×10^{-5}	m
k/D	2.97×10^{-4}	5.87×10^{-4}	
f	5.25×10^{-3}	5.00×10^{-3}	
4fL/D	7.53	12.0	
Kf	1.45	12.0	
Kc	0.356	1.99	

Cuadro 4. Resultados de la cabeza total de succión y descarga.

Descripción	Valor		Dimensional
	Succión	Descarga	
Cabeza de altura	4.42	10.87	m
Cabeza de presión	4.71	76.12	m
Cabeza de pérdidas por fricción	0.015	17.64	m
Cabeza Total	9.11	104.63	m

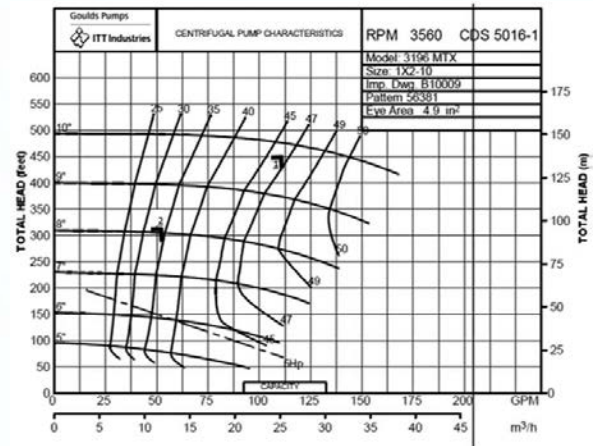


Figura 2. Curva característica de la bomba analizada.

Asimismo, para la cabeza dinámica de succión, cuyos datos se muestran en el Cuadro 3, se determinó todos los coeficientes de fricción debido a tubería y accesorios. Es importante mencionar que este dato se pudo haber despreciado, ya que su valor fue de 0,015m en contraste a 4,42m y 4,71m para las cabezas de altura y presión respectivamente. Sin haber realizado el cálculo, al ver que solo había un codo de 90° en la línea de succión, se pudo haber omitido de inmediato.

Debido a que se busca determinar la cabeza total de la bomba "máxima", se debe de considerar que la bomba P-2 no tiene un impacto apreciable en la línea de succión. Por esta razón, para el análisis no se tomó en cuenta la presión ejercida por la bomba P-2. Si se tomara en cuenta, esta aumentaría la cabeza de succión, cuyo efecto neto sería la reducción de la cabeza total.

Los datos de las propiedades de viscosidad y densidad utilizadas para el cálculo del Número de Reynolds, se obtuvieron a partir de datos proporcionados por el Manual del Ingeniero Químico (Perry y Green, 2008), utilizando como referencia la temperatura promedio del fluido de 345.4 K. Esto es para la succión y descarga.

Para la línea de descarga, la cabeza de altura se determinó midiendo la distancia desde el centro de la bomba hasta un plato superior de la columna T-2 (10.87m). La cabeza de presión superficial en este caso es la presión de entrada al plato de la columna T-2. Para la cabeza dinámica de descarga, cuyos datos y resultados se muestran en el Cuadro 3, se determinaron todos los coeficientes de fricción debido a tubería y accesorios. En esta situación, al observar que hay 10 codos de 90°, dos intercambiadores de calor de concha y tubos con una caída de presión de 121,4kPa y otros accesorios, es de esperarse un valor más alto en la cabeza dinámica de descarga que el encontrado para la succión. El resumen de las cabezas de altura, presión y dinámica se encuentran en el Cuadro 4.

Con la cabeza total de 95,45 m y el caudal promedio de 12,2 m³/h, se calculó la eficiencia de la bomba de marca Goulds. Utilizando el catálogo de bombas del proveedor, fue posible encontrar la curva característica del dispositivo (Figura 2). El punto número 1 es la eficiencia de la bomba en las condiciones de diseño, cuyo valor oscila entre las líneas de 45 y 47%, que al interpolar se obtiene un valor de 46%. Por otro lado, la eficiencia de la bomba a las condiciones actuales oscila entre las líneas de 30 y 35%, que al interpolar resulta en 33%. La disminución de la eficiencia se calculó restando la eficiencia de diseño de la actual y dividiéndola entre la de diseño. Resulta, entonces, una disminución de 28% en la eficiencia de la bomba.

Esta diferencia en la eficiencia de diseño y la actual provoca un aumento de 28% en el consumo de energía de la bomba y por lo tanto es conveniente analizar si el motor asociado a la misma puede proveer semejante potencia.

La cabeza total del sistema de 95,49 m indica que fue sobredimensionada en 40% para obtener un valor de diseño de 137,2 m. Por otro lado, el caudal promedio obtenido en la zafra 2014-2015 de 12,2 m³/h, el cual fue sobredimensionado en más del 100% para obtener el valor de diseño de 24,9 m³/h. En el Cuadro 6 se observan estos valores.

Cuadro 5. Comparación de los datos de diseño y actuales.

Bomba	Cabeza Total en m (ft)	Caudal en $\frac{m^3}{h}$ (gpm)	Eficiencia %
Actual	95.49 (313.30)	12.2 (53.9)	33
Diseño	137.2 (450)	24.9 (110)	46

Cuadro 6. Valores de sobredimensionamiento de la bomba analizada.

Sobre- dimensionamiento cabeza	Sobre- dimensionamiento caudal	Disminución de eficiencia
43.7%	104.1%	28%

CONCLUSIONES

La eficiencia de la bomba analizada es de 33% con los valores de cabeza de 95.45m y caudal de 12.2 m³/h. Además, la cabeza total de la bomba está sobredimensionada en un 43.7% y el caudal en 104.1% respecto a los valores de diseño. Existe un aumento en el consumo energético de la bomba de 28% respecto al de diseño. Se sugiere un análisis del consumo de energía de la bomba y compararla con el que pueda proveer el motor.

RECOMENDACIONES

Se propone realizar el análisis mostrado en todas las bombas críticas de la planta, principalmente si estas han sufrido cambios en tuberías, accesorios o parámetros de operación (temperatura, presión, caudal, entre otros). Asimismo, al tener registros de todas las bombas, es posible determinar si en la misma planta se pueden hacer cambios de bombas a zonas donde puedan mejorar su eficiencia y así reducir el consumo energético, sin incurrir en gastos de adquisiciones de nuevos equipos.

BIBLIOGRAFÍA

American Association of Drilling Engineers. 1999. Shale Shakers and Drilling Fluid Systems: Techniques and Technology for Improving Solids Control Management. Gulf Publishing Company, Estados Unidos. 335pp.

Goulds Pumps. 2006. Goulds Pumps Manual. Estados Unidos. 1380pp.

McCabe, W. et al. 2007. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Séptima edición. Editorial McGraw-Hill, México. 1189pp.

Ministerio Federal de Economía y Tecnología. Eficiencia Energética. 2010. Ministerio Federal de Economía y Tecnología, Alemania. 72pp.

Perry, R. y D. Green. 2008. Perry's Chemical Engineers' Handbook. Octava edición. Editorial McGraw-Hill, Estados Unidos. 2735pp.

Saldarriaga, J. 2007. Hidráulica de Tuberías: Abastecimiento de agua, redes y riegos. Editorial Alfaomega, Colombia. 690pp.

Towler, G. P., & Sinnott, R. K. 2013. Chemical engineering design: principles, practice, and economics of plant and process design. Segunda Edición. MA: Butterworth-Heinemann, Estados Unidos. 1320pp.

CURSO AVANZADO DE

EXTRACCIÓN Y EFICIENCIA DE MOLINOS,
CRISTALIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE AZÚCAR

16
al
18
AGOSTO

EXPOSITORES

Dr. Paulo Delfini



Dr. Fernando Medeiros



COSTOS POR PARTICIPACIÓN

Socio \$ US **325**

No Socio \$ US **375**

Extranjero \$ US **450**

LUGAR

**AUDITORIO
DE CENGICAÑA**



+ INFORMACIÓN



administracion@atagua.org

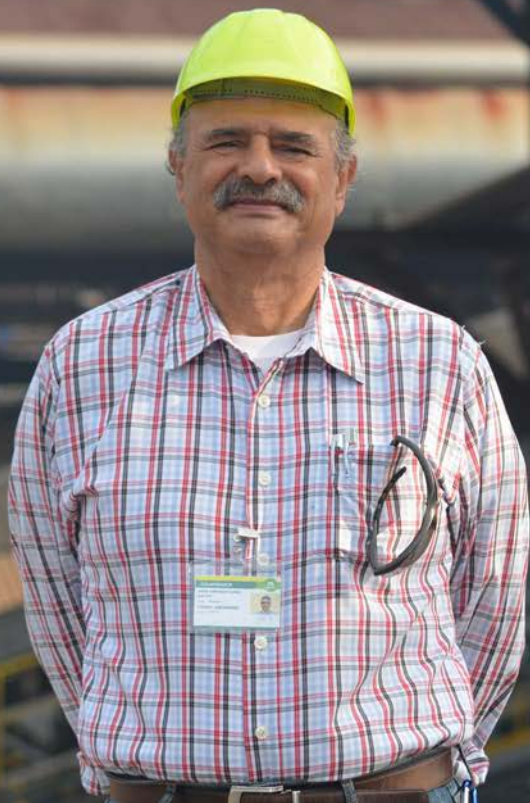


(502) 5517 3978 · (502) 5436 3490



TRADUCCIÓN SIMULTÁNEA DISPONIBLE

www.atagua.org



Lic. Jorge Armando Flores Castro

Nuestro personaje de la presente edición es el Licenciado Jorge Armando Flores Castro, quien por espacio de 33 años ha ocupado el puesto de Superintendente de fábrica de Ingenio Magdalena S.A. Estudió en la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde obtuvo el título de Licenciado en Química. Durante el período 1973-1978, laboró en el Ingenio Pantaleón ocupando el puesto de Jefe de laboratorio y 2 años como jefe de fábrica. Durante los años 1978-1983 laboró en ingenio Santa Ana como Jefe de molinos.

Entrevista

1. ¿Cómo inició su vida en la agroindustria azucarera?

En el año 1973 fui contratado por el Ing. Miguel Fernández de Ingenio Pantaleón para trabajar en dicha empresa.

2. ¿Qué instituciones, en donde ha laborado recuerda con cariño y aprecio?

Con aprecio Ingenio Pantaleón, donde aprendí laboratorio y fabricación, Ingenio Santa Ana donde aprendí a ser jefe de molinos.

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

Una anécdota que contar fue cuando fui jefe de

laboratorio y por dos años llevé la fábrica de Ingenio Pantaleón, que para mí es una anécdota de aprendizaje personal 1973-1978.

4. ¿Cuál es la satisfacción más grande que ha tenido en la industria azucarera?

Lograr la buena educación de mis hijos, tener el apoyo incondicional de mi esposa y la satisfacción personal es de dirigir el ingenio más grande de Guatemala (Ingenio Magdalena)

5. ¿Cómo se visualiza usted en la agroindustria para los próximos años?

En mi empresa, Ingenio Magdalena como consejero del buen trabajo en la fábrica que debe realizar la gente joven que le tocará dirigir esta industria azucarera.

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

Para los ingenieros agrónomos, recomiendo estar en el campo dirigir las buenas prácticas de labor agroindustrial para obtener cosechas de caña en óptimo estado en cuanto a toneladas de azúcar/ha en su mayor rendimiento posible y en cuanto a toneladas de caña /ha en la mayor proporción.

7. ¿Tiene un personaje líder (escritor, filósofo, poeta, político, etc.) que lo ha inspirado para llegar a ser el profesional de éxito?

Es un filósofo cuyo nombre es BARUSH DE ESPINOZA es el filósofo de DIOS.

Gira de Fábrica



Participantes observando el sistema de limpieza en seco.



Ing. Mynor Estrada, impartiendo el tema "Uso del agua industrial en Ingenio La Unión".



Licda. Betsy Oviedo, hablando sobre "Pérdidas de sacarosa en efluentes".

El 4 de mayo en las instalaciones de Ingenio La Unión, se dieron cita 74 profesionales y técnicos de los diferentes ingenios del país, para participar en la gira de fábrica donde se desarrollaron los temas: "Administración del agua para el uso industrial", impartido por el Ing. Mynor Estrada y "Control de pérdidas de sacarosa en efluentes", impartido por la Licda. Betsy Oviedo.

Los temas tratados son de suma importancia desde el punto de vista ambiental, porque evidencia la posibilidad de reducir el consumo de agua, demostrando así las prácticas auto sostenibles que se pueden implementar en los ingenios.

Después de recibir las charlas los participantes realizaron una visita por las instalaciones del ingenio, donde pudieron observar:

- El circuito cerrado de agua de enfriamiento a través de torres
- El sistema de riego con los efluentes disponibles
- El sistema de limpieza de caña en seco
- Las lagunas de sedimentación



Visita a las lagunas de sedimentación.

Las tecnologías vistas, representan un gran esfuerzo de Ingenio La Unión por aumentar la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa. Prácticas que deben ser replicadas por el resto de ingenios.

Al finalizar la parte técnica los participantes disfrutaron de un almuerzo y un show artístico presentado por el comediante Jairon Salguero.

Las casas comerciales que apoyaron el evento fueron: Sipesa, ATS y Chemsol.

ATAGUA agradece de manera especial a Ingenio La Unión por abrir sus puertas y dar a conocer los avances en estos temas, así como a las casas comerciales que apoyaron el evento.



Visita a los diferentes stand de casas comerciales



Participantes disfrutando de un delicioso almuerzo.



Elenco de los comediantes en su presentación.

Obra de Teatro

Las mujeres los prefieren Feos

Dentro de las actividades culturales que ATAGUA organizó en este trimestre, estuvo la presentación de la obra de teatro “Las Mujeres los prefieren feos”, dirigida por el artista guatemalteco Jairon Salguero, quien junto a Alfredo Moran, Sergio Luna, Paola Matta y Daphne Aldana, mostraron su talento escénico en esta comedia que hizo reír durante más de una hora al público asistente.

La obra fue presentada el 24 de mayo en el auditorio de Cengicaña, el cual se utilizó a su máxima capacidad con la asistencia de 180 personas, entre técnicos que laboran en los diferentes ingenios acompañados de sus familias. La respuesta de los asociados hacia las actividades que se organizan, nos motivan a seguir trabajando en los objetivos de la Asociación.

Al finalizar la presentación, varios participantes tuvieron la oportunidad de saludar y felicitar a los actores y actrices por su excelente papel dentro de la obra, la cual fue un éxito en la ciudad de Guatemala durante los meses que estuvo en cartelera.

ATAGUA recibió varias felicitaciones de parte de sus asociados, instándola a seguir promoviendo este tipo de eventos que acercan el talento artístico nacional a la costa sur y nos brinda entretenimiento cultural.



Vista del auditorio en su máxima capacidad



Público atentos a la presentación de la obra.

Juntos
cada día.



JOHN DEERE

TODO INICIA AQUÍ

Nueva COSECHADORA DE CAÑA CH570



La nueva cosechadora cuenta con **tecnología superior** en automatización, generando ahorro en sus costos.

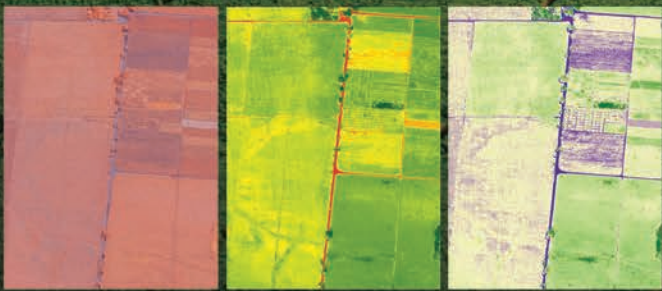
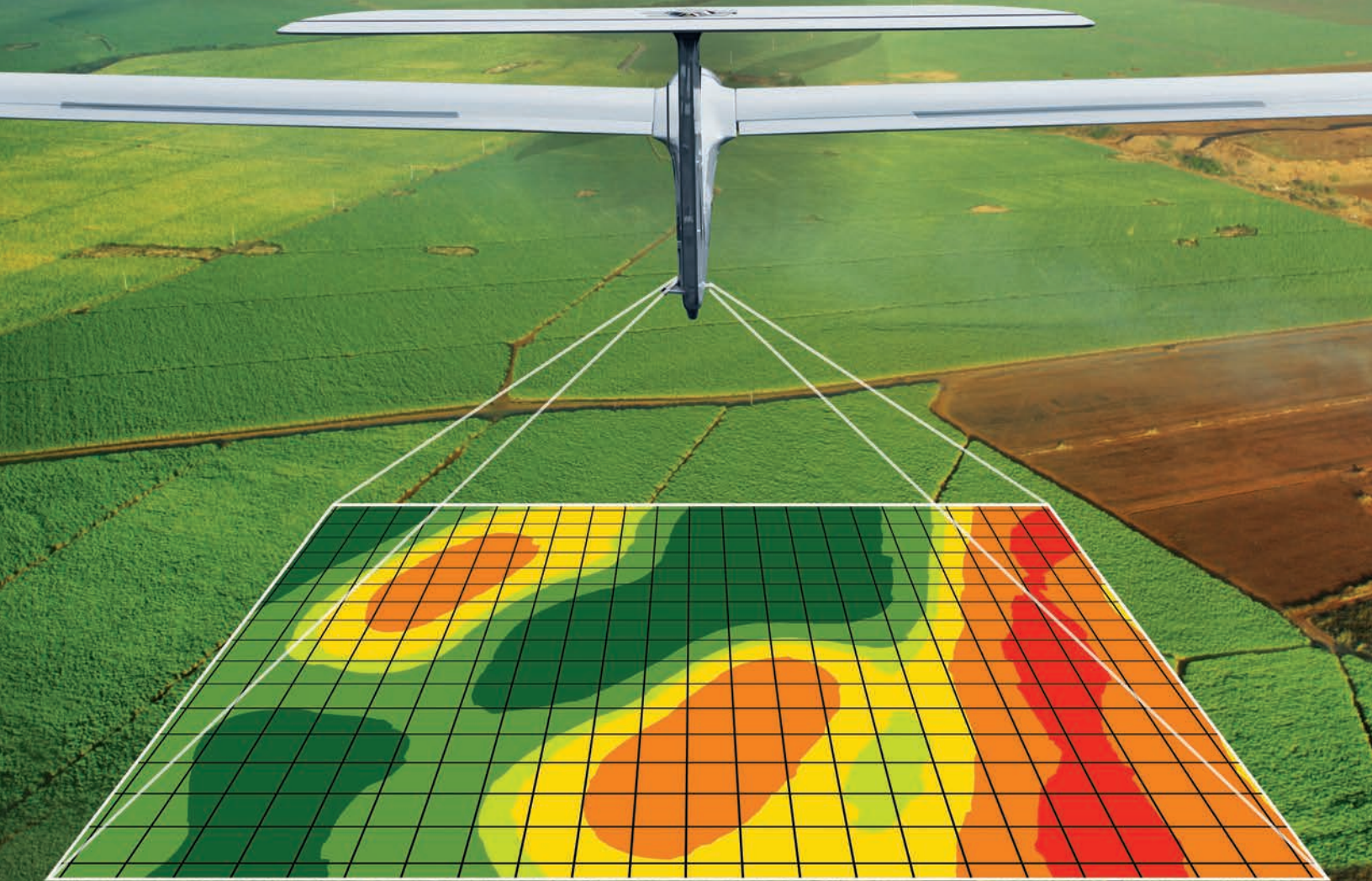


PBX: 2476-0615
Calz. Aguilar Batres 36-01, zona 12
Guatemala, C.A.
www.coguma.com
Síguenos en:  /cogumagt

Zona 9 Guatemala, Ciudad
Tel.: 2360-2157 / 2360-2168
Retalhuleu
Tel.: 7771-0195

Teculután
Tel.: 7934-7149
Petén
Tel.: 7720-7944

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