

Atagua

Octubre-diciembre 2021

Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala

www.atagua.org

ACTIVIDAD	ÁREA	MES
Día de Campo, Ingenio Magdalena (TCH)	Agrícola	Febrero o Marzo
Webinar: Estrategia para la mejora del sistema radicular en caña de Azúcar	Agrícola	Febrero
Gira de Fábrica, Ingenio La Unión (TAH)	Industrial	Marzo
Webinar: "Oportunidad de mejora y conceptualización de las etapas de clarificación del jugo, meladura y licor por fosfatación"	Industrial	24 de marzo
Webinar: Alcohol y destilería	Industrial	Abril
Día de Campo Fincas de Proveedores (TAH)	Agrícola	Abril
Webinar: Cogeneración	Industrial/Agrícola	Mayo
Campeonato de fútbol femenino Inter Ingenios	Todas	Mayo
Webinar de Drenaje de Suelo/Sanidad del Suelo	Agrícola	Mayo
Seminario Gerencial de Gestión de Cambio & la Innovación	Todas	Junio
Almuerzo Ejecutivo a Atilán	Todas	Junio
Gira: Avances del Sistema de		
Mantenimiento Predictivo de Fábrica	Industrial	Julio
Webinar: Avances del Sistema Integrado de Gestión Agrícola (APP Proyecto SIGA)	Agrícola	Julio
Campeonato de Voleibol	Todas	Julio
Seminarios Especiales para Alta Gerencia (Gerenciamiento de la productividad)	Todas	Septiembre
35 Carrera del Azúcar	Todas	Octubre
Webinar Internacional de Campo	Agrícola	Octubre
Convivio Navideño ATAGUA	Todas	Diciembre
Patrocinio de camisas & Sombreros	Todas	Trimestral
Edición de Revistas/boletín	Todas	Bimensual
Congreso ATACA	Industrial/Agrícola	Septiembre 2023



ARTÍCULO DE CAMPO — PAG. 04

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS POTENCIALMENTE ÚTILES EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (I)



ARTÍCULO DE FÁBRICA — PAG. 11

REDUCCIÓN PROGRESIVA DE LA ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA COMO MEJORA CONTINUA EN DOS INGENIOS DE CENTROAMÉRICA



PERSONAJE DE LA AGROINDUSTRIA — PAG. 19

ING. MILTON LISANDRO CIFUENTES HIDALGO



ACTIVIDADES — PAG. 21

ASAMBLEA GENERAL Y CONVIVIO NAVIDEÑO

LIC. LUIS CARLOS ARROYO

En nombre de la Junta Directiva agradezco el esfuerzo de los que apoyaron, aportaron y participaron en todas las actividades de la Asociación a la largo de este año, nos tocó estar en los momentos más difíciles no solo dentro de la Asociación, sino que en nuestros lugares de trabajo y con nuestra familia. Agradezco a todos los expositores y patrocinadores con el hecho de favorecer, mejorar y capacitar a todo el personal técnico de la agroindustria azucarera tanto guatemalteca como centroamericana. Al inicio con un poco de temor y de preocupación de saber cómo afrontaríamos este cambio, porque estábamos acostumbrados a las giras de campo, a las asambleas y congresos presenciales, pero hemos aprendido una lección y es que tenemos que estar listos para los cambios. Los momentos difíciles son oportunidades de cambio y de mejora continua en nuestro trabajo y en nuestra vida, por lo que tenemos que afrontarlo de manera objetiva y optimista para que nuestra creatividad logre su objetivo. Los invito a seguir participando en las actividades que se planificaran para el próximo año. Les recuerdo que la Asociación no es solo convivio navideño, ni solo actividad de fin de año, sino una serie de actividades que se desarrollan durante todo el año pensando en la capacitación y mejora del personal y los técnicos que conforman la agroindustria azucarera, ese es nuestro fin, es la naturaleza de la Asociación, sin embargo no todas se pueden realizar de forma gratuita, ya que conlleva un costo por la logística y el esfuerzo de los profesionales que investigan, redactan y comparten sus experiencias. Agradezco a la Junta Directiva por el esfuerzo extra, porque estuvieron en todas las actividades aun sabiendo que estábamos limitados de recursos, pero surgió el espacio y la necesidad y ganamos la experiencia para afrontar los retos que nos esperan. Agradezco al personal administrativo quienes se adaptaron a los cambios de una forma rápida, esto genera un valor agregado a la Asociación y respaldo técnico para los siguientes proyectos. Los invito a seguir participando activamente en la revista aportando sus artículos o ensayos técnicos. En esta edición encontrarán los artículos: Aislamiento e identificación de bacterias potencialmente útiles en el cultivo de caña de Azúcar, Reducción progresiva de la actividad microbiológica como mejora continua en dos ingenios de Centroamérica. Una entrevista al Ing. Milton Cifuentes, uno de los premios Portela así como la actividad de la Asamblea general y convivio navideño virtual.

Junta Directiva

LIC. LUIS CARLOS ARROYO
PRESIDENTE

INGENIO
SANTA ANA

ING. FERNANDO BARNEOND
VICEPRESIDENTE

INGENIO
PANTALEÓN

DR. GERARDO ESPINOZA
TESORERO

CENGICAÑA

ING. FABRICIO ALVARADO
PROFESORERO

INGENIO
PANTELÉON

ING. JOEL MORALES
SECRETARIO

INGENIO
MAGDALENA

ING. FRANCISCO PAZ
PROSECRETARIO

INGENIO
PANTALEÓN

ING. MARCO TAX
VOCAL I

ICC

LCD.A. NANCY MONROY
VOCAL II

INGENIO
TRINIDAD

ING. ALDO MEDINA
VOCAL III

INGENIO
TRINIDAD

ING. IVÁN AGUIRRE
VOCAL IV

INGENIO
MADRETIERRA

ING. CÉSAR MARTÍNEZ
VOCAL V

INGENIO
LA UNIÓN



AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS POTENCIALMENTE ÚTILES EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (I)

Autores: Luis Molina (Biotecnólogo), Victoriano Sut (Asistente de Biotecnología CENGICAÑA)

Resumen

Una característica de la agricultura que busca la sostenibilidad es la disminución de productos químicos dando preferencia al uso de productos biológicos. Muchos microorganismos como hongos y bacterias se han venido utilizando en el proceso productivo agrícola. En el presente trabajo se colectaron muestras de jugo primario, tallos y rizósfera de las cuales se aislaron bacterias en un medio de cultivo no selectivo y dos selectivos para bacterias diazotróficas. Las bacterias aisladas se identificaron mediante la comparación de secuencias del gen 16S que se amplificó mediante PCR. Se identificaron 19 muestras que corresponden a bacterias potencialmente útiles en el cultivo de caña de azúcar. Cada una de ellas se mantiene en conservación a cuatro grados centígrados.

Introducción

La agricultura se encuentra en una etapa de transición del paradigma de la Revolución Verde hacia el Nuevo Paradigma de la Producción Agrícola. Este nuevo paradigma también se conoce como Agricultura Sostenible. En la consecución de una agricultura sostenible, el nuevo enfoque intenta disminuir el uso de químicos y como una alternativa a esto, se presenta el uso de biológicos. Dentro de los productos biológicos se han venido utilizando hongos entomopatógenos e insectos parasitoides en el manejo integrado de plagas. Recientemente se ha dado una proliferación en el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV), algunas de ellas fijadoras de Nitrógeno (BFN) y otras solubilizadoras de Fósforo

“CON BASE EN SUS RESULTADOS SUGIEREN QUE ALGUNAS ESPECIES DEL GÉNERO BREVUNDIMONAS POSEEN EL POTENCIAL PARA MEJORAR EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA Y ESTIMULAR LA ASIMILACIÓN DE NITRÓGENO.”



(BSF) y otros elementos. Un aumento similar se ha dado con el uso de hongos como las micorrizas que contribuyen a una mejor absorción de agua y nutrientes o de hongos antagonistas como *Trichoderma* para el control de enfermedades. Grandes empresas de agroquímicos ahora buscan apoyo en la Biología Sintética en el diseño y desarrollo de microorganismos que contribuyan con el aporte de nutrientes para las plantas y lograr con esto disminuir las aplicaciones de fertilizantes. La asociación simbiótica de las BFN se ha sabido que ocurre con plantas de la familia Fabaceae (leguminosas), sin embargo, se ha descubierto que también ocurre, en menor proporción, en plantas de la familia Poaceae (gramíneas).

En el caso específico de caña de azúcar en Guatemala, Pérez et al. (2003) inocularon por diversos métodos, bacterias de los géneros *Gluconacetobacter* y *Herbaspirillum*, no encontrando diferencias en los métodos de inoculación ni en el uso individual o en conjunto de las bacterias. Hallaron que la biomasa formada es mayor cuando se inoculan las bacterias. Además, en otro estudio, Pérez et al. (1999) demostraron diferencias entre los genotipos de caña y su capacidad de Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) y que el aporte de esta última llegó a ser mayor de 50 % en variedades como SP79-2233 y PGM89-968 pero no alcanza a llenar los requerimientos de la planta.

La identificación de las bacterias aisladas puede hacerse mediante diversos métodos pero recientemente se ha venido utilizando la comparación de secuencias del gen 16S. Woese y Fox (1977) fueron los primeros en analizar la secuencia de ADNr de los genes 16S en diversas bacterias y utilizar las secuencias para estudios filogenéticos. Los subsecuentes estudios de secuenciación han conseguido acumular una vasta información de secuencias de genes de ADNr en diferentes organismos. La comparación de estas secuencias ha demostrado que son altamente conservadas

dentro de organismos del mismo género y especie, pero difieren entre organismos de diferentes géneros y especies (Woo et al., 2008). Considerando la relevancia que está teniendo el uso de productos biológicos en la agricultura, en el presente trabajo se aislaron bacterias diazotróficas y otras de potencial utilidad para el cultivo de caña de azúcar, a partir de jugos primarios y extractos de tallos y de la rizósfera, utilizando medios de cultivo selectivos y no selectivos. La identificación de las bacterias aisladas se realizó mediante comparación de secuencias genómicas del gen 16S.

Objetivos

Aislar bacterias a partir de jugos primarios, tallos y rizósfera de plantas de caña de azúcar. Identificar las bacterias aisladas mediante comparación de secuencias del gen 16S. Establecer en CENGICAÑA, una colección de bacterias de uso potencial en el cultivo de caña de azúcar, almacenadas y conservadas a baja temperatura.

METODOLOGÍA

Muestras

Se tomó una muestra de jugo primario, una de bacteria aislada anteriormente identificada morfológicamente como género *Herbaspirillum* y una muestra de planta con suelo adherido a la raíz (rizósfera) de las variedades PGM89-968, SP79-2233, CG02-163 y CGMex04-10295. De las primeras dos variedades se pesaron 10 g de tallos y hojas y se licuaron en 190 ml de agua. De las otras variedades se pesaron 10 g de raíz sin lavar (con suelo adherido) y se licuaron en 190 ml de agua. El licuado obtenido se dejó reposar 30 minutos a temperatura ambiente y luego se tomaron 100 µl para preparar las diluciones seriadas desde 10^{-1} hasta 10^{-6} . Lo mismo se hizo con el jugo primario de caña. Con la bacteria previamente aislada se hizo un raspado de la misma con un asa microbiológica y se inoculó directamente en el medio.

Compuesto	Medio LGI-P	Medio JNFb
Secarosa	100 g	
K ₂ HPO ₄	0.2 g	0.6 g
KH ₂ PO ₄	0.6 g	1.8 g
MgSO ₄ ·2H ₂ O	0.2 g	0.2
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.02 g	0.02
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.002 g	
FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.01 g	
Azul de bromotimol (solución 0.5 % en 0.2N KOH)	5 ml	2 ml
Ácido málico		5.0 g
NaCl		0.1 g
FeEDTA (solución 1.64 %)		4 ml
KOH		4.5 g
Solución de micronutrientes		2 ml
Solución de vitaminas		1 ml
Agar (semisólido)	0.9 g	0.9 g
Agar (sólido)	8.5 g	8.5 g

Cuadro 1: Medio de cultivo

Solución de micronutrientes (1 litro):

CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.04 g
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	1.20 g
H ₃ BO ₃	1.40 g
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	1.00 g
MnSO ₄ ·H ₂ O	1.17 g

Solución de vitaminas (100 ml):

Biotina	10 mg
Piridoxol-HCl	20 mg

Se utilizaron tres medios de cultivo: YEP, LGI-P y JNFb. Los últimos dos medios son selectivos para bacterias diazotróficas por carecer de fuente de Nitrógeno (Dobereiner et al., 1995). El medio YEP (Sambrook, et al., 1989) se preparó disolviendo en 500 ml de agua desmineralizada 5 g de peptona, 5 g de extracto de levadura, 2.5 g de Cloruro de Sodio y 7.5 g de agar. Se prepararon dos cajas petri por cada dilución de cada muestra. Las cajas petri se incubaron durante 48 horas a temperatura ambiente. El crecimiento de colonias bacterianas se evaluó diariamente. Los aislamientos se realizaron picando colonias individuales. Cada colonia individual fue rayada con asa microbiológica en un medio fresco. Los medios LGI-P y JNFb semisólidos se prepararon en tubos de ensayo. Las bacterias desarrolladas luego de 10 días de incubación a temperatura ambiente fueron inoculadas en medio de cultivo sólido, en cajas petri, de donde se hicieron los aislamientos picando colonias individuales y rayándolas con asa microbiológica en medio sólido fresco. Los componentes de los medios LGI-P y JNFb para un volumen de 500 ml se muestran en el Cuadro 1.

De cada cepa aislada se tomó una muestra con asa estéril y se colocó en un tubo de ensayo con 25 ml de medio de cultivo líquido (el mismo medio en que fueron aisladas pero sin agar), en agitación constante durante 48 horas a temperatura ambiente. Luego, el medio se centrifugó a 4400 rpm durante 15 minutos y se retiró el sobrenadante para después resuspender el pellet en 5 ml de agua ultrapura. Esta muestra se distribuyó en tubos de 1.5 ml a razón de 500 μ l por tubo para proceder con la extracción de ADN.

El procedimiento de extracción se realizó según el protocolo de lisis alcalina descrito por Feliciello et al., 1993. Se tomó una lectura de espectrofotometría de las muestras para cuantificar el ADN a 260 y 280 nm, finalmente se diluyó cada una a 25 ng/ μ l. La pureza del ADN extraído se determinó mediante la relación de absorbancias 260 nm/280 nm.

La reacción en cadena de la polimerasa(PCR) para la amplificación del fragmento 16S se preparó mezclando 16 μ l de Amplitaq Gold (Applied Biosystems) con 2 μ l de cada uno de los primers 0027F y 1492R a una concentración final de 0.3 μ M y 100 ng de ADN (Frank et al., 2008.) El producto de amplificación esperado fue de aproximadamente 1.4 kbp.

El programa del termociclador fue el siguiente: Desnaturalización inicial de 94°C por 10 minutos seguido de 35 ciclos de 94°C por 45 segundos, 58°C por 45 segundos y 72°C por 45 segundos y una extensión final a 72°C por 5 minutos.

La electroforesis de los productos de PCR se realizó en geles de agarosa al 1.5% teñidos con 1 μ l de Gel Red y la visualización de los fragmentos en un transiluminador de luz ultravioleta.

Secuenciación e identificación de especies

Las muestras en las cuales se logró la amplificación del producto esperado, fueron enviadas para su secuenciación al laboratorio Macrogen en Seúl (Corea). Se analizaron los cromatogramas de las secuenciaciones y se cortaron las regiones con alta resolución. Las secuencias río abajo y río arriba se alinearon utilizando el software MEGA6 (Tamura et al., 2013). Luego esas regiones fueron analizadas con la herramienta BLAST (Altschul et al., 1990) del NCBI para la búsqueda de especies con secuencias homólogas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó desarrollo de bacterias tanto en el medio de cultivo no selectivo YEP, como en los medios selectivos LGI-P y JNFb en todas las muestras colectadas. En el medio YEP las diluciones 10^{-3} a 10^{-6} permitieron el crecimiento distanciado de las colonias, facilitando su aislamiento, mientras que en los medios selectivos fueron las diluciones menores 10^{-1} a 10^{-3} las que mostraron con mayor frecuencia, desarrollo de bacterias en el medio semisólido (Figura 1). Se hicieron treinta aislamientos en total, diez aislamientos del medio YEP, catorce del me-

No.	Id.	Procedencia	Bacteria identificada
1	JCYEP3	Jugo de caña primario	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. stercoris</i> , <i>Geobacillus stearothermophilus</i>
2	JCYEP1	Jugo de caña primario	<i>Bacillus</i> sp., <i>B. cereus</i> , <i>B. thuringiensis</i>
3	RaCG02LGI3	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Bacillus</i> sp., <i>B. cereus</i> , <i>B. thuringiensis</i>
4	RaCGMeLGI1	Extracto de raíces sin lavar CGMEX04-10295	<i>Bacillus</i> sp., <i>B. subterraneus</i> , <i>B. flexus</i> , <i>B. cereus</i>
5	HBLGI1	Herbaspirillum de estudio anterior	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. stercoris</i>
6	JCYEP2	Jugo de caña primario	<i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>B. sp.</i> , <i>B. cereus</i>
7	TalloPGMJN2	Extracto de tallos PGM89-968	<i>Brevundimonas nasdae</i>
8	RaCG02YEP1	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Kosakonia oryzae</i> , <i>Enterobacter</i> sp.
9	RaCG02LGI5	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Kosakonia oryzae</i> , <i>Enterobacter</i> sp.
10	RaCG02LGI6	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Kosakonia oryzae</i> , <i>Enterobacter</i> sp.
11	RaCG02YEP4	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Kosakonia oryzae</i> , <i>Enterobacter</i> sp. <i>E. cloacae</i>
12	RaCGMeJN1	Extracto de raíces sin lavar CGMEX04-10295	<i>Kosakonia oryzae</i> , <i>K. sacchari</i> , <i>K. radicincitans</i>
13	RaCG02LGI1	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Pantoea dispersa</i>
14	RaCG02JN1	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Pantoea dispersa</i>
15	RaCG02LGI2	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Rhizobium mayense</i> , <i>Rhizobium</i> sp.
16	TalloPGMJN1	Extracto de tallos PGM89-968	<i>Rhizobium</i> sp., <i>Agrobacterium tumefaciens</i>
17	RaCG02YEP2	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Rhizobium</i> sp., <i>R. mesoamericanum</i>
18	RaCG02YEP3	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Rhizobium</i> sp., <i>R. mesoamericanum</i> , <i>R. mayense</i>
19	RaCG02JN2	Extracto de raíces sin lavar CG02-163	<i>Stenotrophomonas</i> sp., <i>S. maltophilia</i>

Cuadro 2. Bacterias aisladas e identificadas como potencialmente útiles en el cultivo de caña de azúcar, procedencia e identificación de la muestra

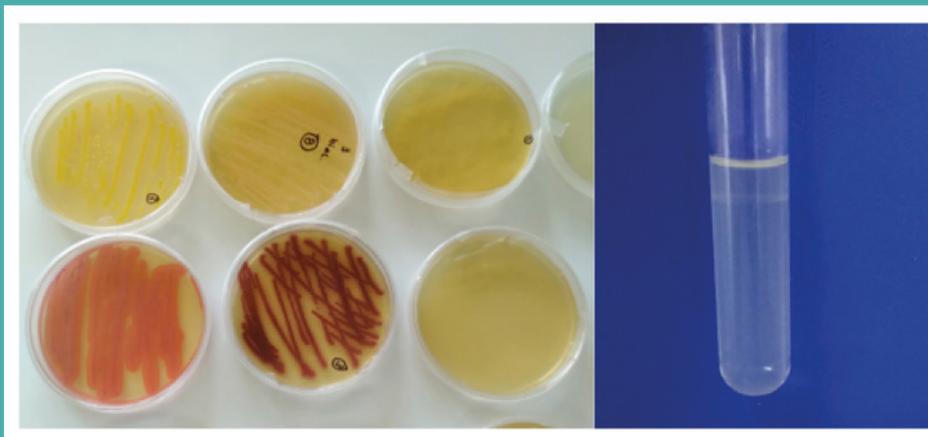


Figura 1. Izquierda: Aislamiento de bacterias en medio de cultivo no selectivo YEP. Derecha: Crecimiento de bacterias diazotróficas en medio semisólido selectivo LGI-P

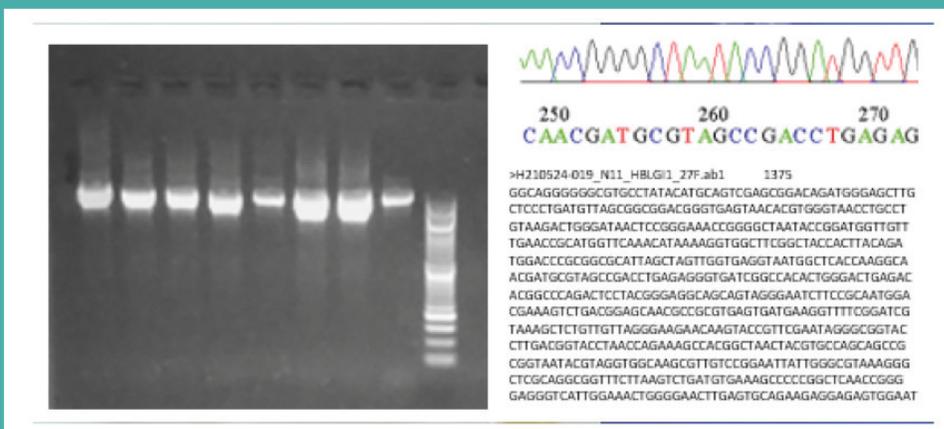


Figura 2. Izquierda: Resultado de la electroforesis en gel de agarosa para la amplificación del gen 16S en un grupo de muestras. Derecha: Cromatograma y secuencia parciales de una muestra.

dio LGI-P y seis del medio JNFb. Se extrajo ADN de ellos, se amplificó el gen 16S y se secuenciaron los productos de amplificación (Figura 2). Mediante el análisis con la herramienta BLAST se encontraron homologías en 27 de los aislamientos. De los géneros y especies identificados, en 19 se encontró potencial de uso en el cultivo de caña de azúcar, entre ellos, *Bacillus* sp., *Brevundimonas nasdae*, *Kosakonia oryzae*, *Pantoea dispersa*, *Rhizobium* sp. y *Stenotrophomonas* sp. (Cuadro 2).

De cada bacteria aislada e identificada se hizo una multiplicación en medio líquido y se preparó una mezcla 1:1 con glicerol en tubos de microcentrífuga de 1.5 ml. De esta forma fueron almacenadas a 4°C para su posterior utilización. De acuerdo con Xiong et al. (2020), las especies del género *Bacillus* que se encuentran con frecuencia en los tejidos internos de las plantas y en la rizósfera, han demostrado ser de gran valor en biocontrol y biofertilización. Además, este género también es valioso en su aplicación para protección contra estrés abiótico. Naqqash et al. (2020), con base en sus resultados sugieren que algunas especies del género *Brevundimonas* poseen el potencial para mejorar el crecimiento del cultivo de papa y estimular la asimilación de Nitrógeno.

Las bacterias del nuevo género *Kosakonia* son ejemplos bien estudiados de promoción del crecimiento de plantas. Estos aislamientos, incluyendo *K. radicincitans* YD4, *K. sacchari* SP1 y *K. oryzae* K0348 han demostrado recientemente su beneficio en el crecimiento de plantas (Sun et al., 2018). Chen et al. (2014), mostraron que, *Pantoea dispersa*, aislada de yuca (*Manihot esculenta*), solubiliza fosfatos mediante la producción de ácidos como el oxálico, cítrico, salicílico y bencenoacético, además de que su aplicación al suelo activó la actividad natural microbiológica. El género *Rhizobium* se caracteriza por agrupar bacterias del suelo, capaces de establecer relaciones simbióticas con plantas leguminosas en las cuales pueden residir dentro de las raíces o nódulos y fijar Nitrógeno atmosférico. La simbiosis entre estos organismos ha sido ampliamente estudiada y es altamente significativa en la agricultura (Preyanga et al., 2021).

Conclusiones

- Se logró el aislamiento de bacterias a partir de muestras de jugo primario, tallos, raíces y rizósfera utilizando medios selectivos y no selectivos para bacterias diazotróficas.
- Se logró la identificación de las bacterias aisladas mediante la amplificación, secuenciación y comparación del gen 16S.
- Se estableció una colección de bacterias almacenadas a 4°C en CENGICAÑA.
- Con las bacterias aisladas y conservadas pueden iniciarse ensayos de laboratorio e invernadero en pequeña escala para verificar sus efectos en el crecimiento de las plantas.

Referencias

- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. & Lipman, D.J. (1990) Basic local alignment search tool. *J. Mol. Biol.* 215:403-410.
- Chen, Y., Fan, J. B., Du, L., Xu, H., Zhang, Q-H., He, Y-Q. (2014). The application of phosphate solubilizing endophyte *Pantoea dispersa* triggers the microbial community in red acidic soil. *Applied Soil Ecology.* 84: 235-244.
- Dobereiner, J., Baldani, V. L. D., Baldani, J. I. (1995). Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas. Brasília: EMBRAPA - SPI: Itaguaí, RJ: EMBRAPA-CNPAB, 60 p.
- Feliciello I., Chinali G., 1993, A Modified Alkaline Lysis Method for the Preparation of Highly Purified Plasmid DNA from *Escherichia coli*, Univ Naples, FacMed&Chirurg 2, Ctr Ingn Genet, Dipartimento Biochim & Biotecnologie.
- Frank J., Reich C., Sharma S., Weisbaum J., Wilson B, y Olsen G. (2008). Critical Evaluation of Two Primers Commonly Used for Amplification of Bacterial 16S rRNA Genes, *Applied and Environmental Microbiology*, American Society for Microbiology. Vol 74, No. 8.
- Naqqash, T., Imran, A., Hameed, S., Shahid, M., Majeed, A., Iqbal, J., Hanif, M. K., Ejaz, S.,

Malik, K. A. (2020). First report of diazotrophic *Brevundimonas* spp. as growth enhancer and root colonizer of potato. *Scientific Reports*. 10: 12893. Doi.org/10.1038/s41598-020-69782-6.

Pérez, O., Ovalle, W., López, J., Reis, V., Urquiaga, S. (1999). Potencial de la fijación biológica de nitrógeno en variedades de caña de azúcar en Guatemala. Guatemala CENGICAÑA, CONCYT 19p.

Pérez, O., Ovalle, W., Rodas, A., López, E., Hernández, F. (2003). Bacterias fijadoras de nitrógeno en caña de azúcar. Métodos para multiplicación y comportamiento de variedades promisorias en campo. CENGICAÑA, Guatemala, CONCYT. 26 p.

Preyanga, R., Anandham, R., Krishnamoorthy, R., Senthilkumar, M., Gopal, N. O., Vellaikumar, A., Meena, S. (2021). Groundnut (*Arachis hypogaea*) nodule *Rhizobium* and passenger endophytic bacterial cultivable diversity and their impact on plant growth promotion. *Rhizosphere* 17 100309. Published online. Doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100309.

Sambrook, J.; Fritsch, E.F.; Maniatis, T. 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 2nd ed. N.Y.: Cold Spring Harbor Press.

Sun, S., Chen, Y., Cheng, J., Li, Q., Zhang, Z., Lan, Z. (2018). Isolation, characterization, genomic sequencing and GFP marked insertional muta-

genesis of a high-performance nitrogen-fixing bacterium *Kosakonia radicincitans* GXGL-4A and visualization of bacterial colonization on cucumber roots. *Folia Microbiologica*. Published online. Doi.org/10.1007/s12223-018-0608-1.

Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, and Kumar S (2013) MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30: 2725-2729.

Woese R, Fox G.E. (1997). Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: The primary kingdoms. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 74(11): 5088-5090.

Woo P.C.Y., Lau S.K.P., Teng J.L.L., Tse H., Yuen K.Y. (2008). Then and now: use of 16S rDNA gene sequencing for bacterial identification and Discovery of novel bacteria in clinical microbiology laboratories. *Clin. Microbiol. Infect.* 14: 908-934

Xiong, Y-W., Li, X-W., Wang, T-T., Gong, Y., Zhang, C-M., Xing, K., Qin, S. (2020). Root exudates-driven rhizosphere recruitment of the plant growth-promoting rhizobacterium *Bacillus flexus* KLBMP 4941 and its growth-promoting effect on the coastal halophyte *Limonium sinense* under salt stress. *Exotoxicology and Environmental Safety* 194 110374. Doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110374.



“CON LAS BACTERIAS AISLADAS Y CONSERVADAS PUEDEN INICIARSE ENSAYOS DE LABORATORIO E INVERNADERO EN PEQUEÑA ESCALA PARA VERIFICAR SUS EFECTOS EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.”



REDUCCIÓN PROGRESIVA DE LA ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA COMO MEJORA CONTINUA EN DOS INGENIOS DE CENTROAMÉRICA

Autores: Osbel Núñez, Osbel Núñez, Rony Estuardo Gutiérrez, OptimiSA

Introducción:

La actividad microbiológica (AM) es un objetivo en la agroindustria azucarera que requiere confiabilidad en los métodos de evaluación, y procedimientos sistemáticos que garanticen su progresiva reducción continua. En la última década se ha implementado de forma paulatina un sistema de control microbiológico en varios ingenios de México y Centroamérica, cuyo soporte es el Test de la Resazurina, desarrollado por Hernández (1986, 1987) y modificado por Núñez y Maldonado (1987), aplicado de forma rutinaria a los jugos del tándem y otros productos agroindustriales de interés. El primer paso fue diseñar indicadores para medir AM en jugos y su crecimiento entre dos puntos en un proceso continuo - a los que se llamó Coeficiente Microbiológico (CM) e Incremento de CM (IC) respectivamente-, establecer parámetros para su evaluación y, sobre todo, procedimientos para que el sis-

tema sea una herramienta operativa y estratégica de mejora continua. La implementación del sistema ha aportado las experiencias necesarias para su permanente optimización (Núñez, 2011, 2013, 2015). La clasificación de la microbiota en dextranogénica o no dextranogénica, y la conceptualización del dextrano, además de como un nefasto resultado metabólico de la primera, como un promotor de mayor actividad sacarolítica y dextranogénica, fue muy valioso (Núñez y cols, 2014). Concebir que la retención de células en biopelículas del polisacárido o en bagazo residual y en jugos retenidos causada por el diseño de equipos, problemas operativos o el mismo proceso, es lo que produce el mayor efecto negativo, y no la multiplicación durante la circulación del jugo que fluye rápidamente hacia los calentadores, dirigió el esfuerzo a detectar y eliminar esas causas, más que al oneroso consumo de desinfectantes aplicados en

lugar, tiempo y forma inadecuada, cuyo efecto, si acaso lo tuviera, se obtiene mediante el calentamiento, a nunca más de 15 minutos pasada la extracción (Núñez, 2016). La experiencia más satisfactoria resultó detectar que el incremento de la actividad microbiológica entre los jugos primario y mezclado sigue un patrón que puede expresarse como una ecuación lineal, sobre todo, que esa referencia y su modificación fundamenta la evaluación racional y fiable de la reducción o incremento de actividad microbiológica, así como la estimación de la sacarosa recuperada o perdida y otros indicadores fabriles (Núñez, 2015). Aquí se muestran los resultados y experiencias de la implementación del sistema integrado de control microbiológico en dos ingenios de Centroamérica los que se denominarán como A y B, y como el sistema mencionado, finalmente ha resultado un proceso de mejora continua, desde las inmediatas anteriores hasta la zafra 2019-2220.

Materiales y métodos:

1./ Sistema de control microbiológico integral.

Se cimienta sobre el monitoreo horario de los jugos primario y mezclado, y por turno de las entradas y salidas de todas las unidades que forman los órganos de la planta de moler. Se aplica el Test de la Resazurina a cada jugo y se determina el Coeficiente Microbiológico (CM). Se determina el Incremento del CM (IC) por turnos para cada unidad muestreada a la entrada y salida y el IC del tándem con los valores promedios de CM del primario y mezclado (Núñez, 2011).

1.1./ Identificación de áreas de Alto Riesgo Microbiológico (ARM) y Puntos Críticos.

Se identifican áreas ARM y Puntos Críticos entre los órganos de la Planta de Moler, monitoreados regularmente una vez por turno, y extraordinariamente cuando se detecta el incremento de la actividad microbiológica o retenciones que la propician. Siempre se comunica el resultado al área y se visualiza en pizarras tipo semáforo el punto identificado, hasta que el resultado indique Aceptable. Se establecen procedimientos de intervención para la eliminación de la causa de incremento. Las

áreas cuyas frecuencias identificadas como crítica es mayor, son investigadas para eliminar causas objetivas que las provocan. Así mismo la frecuencia de puntos críticos es un parámetro de medición del trabajo de asepsia ya sea en unidades de tiempo (días, semanas, meses, etc) o por turnos de trabajo.

1.2. / Evaluación.

Las ecuaciones que describen la dinámica de desarrollo microbiológico se expresan como líneas de tendencia y sirven de referencia para evaluar resultados, según su posición con respecto a dicha línea, establecida inicialmente y modificada periódicamente cuando hay resultados positivos, para conservar su función de herramienta para la mejora. Esta evaluación junto a la de reducción de Puntos Críticos se hace por cada turno de trabajo, con frecuencia diaria, semanal, mensual y por zafra. El trabajo global también se analiza por el mismo método y con la misma periodicidad.

1.3./ Concientización: Comunicación y Capacitación.

Los resultados puntuales son informados mediante pizarras tipo semáforo donde aparecen fuertemente señalados los Puntos Críticos y los ARM que se han producido operativamente. Al mismo tiempo hay comunicación personal directa o virtual inmediatamente que se obtienen los resultados, tanto a supervisores como a encargados de áreas. Otra pizarra mantiene informado de los resultados globales de cada turno,

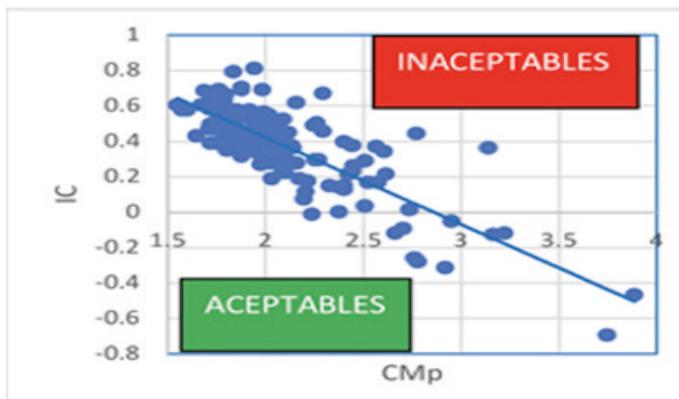


Figura 1: Recta descriptiva de la dinámica de crecimiento de la actividad microbiológica entre los jugos primario y mezclado (IC) y zonas para evaluar la aceptabilidad de resultados

clasificado en Aceptables o No Aceptables, en el trabajo de asepsia. Se imparten capacitaciones y analizan resultados a todos los niveles, desde el gerencial hasta el de operario de asepsia o auxiliar de limpieza.

2./ Ecuaciones que describen la dinámica de crecimiento de la actividad microbiológica.

En la figura 1 se muestra la distribución normalmente obtenida al correlacionar el IC con el CM del primario (CMp) cuyo fundamento es que el incremento de actividad microbiológica entre el jugo primario y el mezclado es inversamente proporcional a la magnitud del indicador CMp. A partir de la designación de una ecuación como referencia, obtenida de los resultados precedentes, se evalúa como Aceptables los resultados por debajo de la línea, mientras que los que estén por encima de la misma se califican como Inaceptables. Cuando la mayoría de resultados están por debajo de la línea significa que en el período descrito el trabajo de asepsia ha detenido el incremento de la actividad microbiológica y se puede estimar la sacarosa recuperada por esa vía. Además, los nuevos puntos generan a su vez, una nueva ecuación que desde el punto de vista de la evaluación de la actividad es más exigente, y con eso se logra un proce-

so de mejora sistemática, ascendente y continua.

3./ Desarrollo del trabajo.

De los 14 ingenios donde se ha aplicado parcial o totalmente, se seleccionaron dos ingenios donde ha sido ininterrumpido la aplicación de los procedimientos del sistema integral de control microbiológico descrito, similares en capacidad y diseño de áreas, los que se denominarán A y B. La diferencia significativa en el área de extracción es que en B el volumen del tanque receptor del jugo proveniente de los molinos, antes de su paso al resto de la fábrica (Tanque del jugo mezclado o diluido) es diez veces superior. Se comparan las ecuaciones obtenidas y la frecuencia de puntos críticos durante las últimas cinco zafas y las lecciones aprendidas de estos resultados.

Resultados y discusión:

1./ Resultados de aplicación de sistema integral en Ingenio A.

El descenso por zafas de las líneas de tendencia que relacionan el Incremento del CM (IC) con el Coeficiente Microbiológico del jugo primario (CMp)

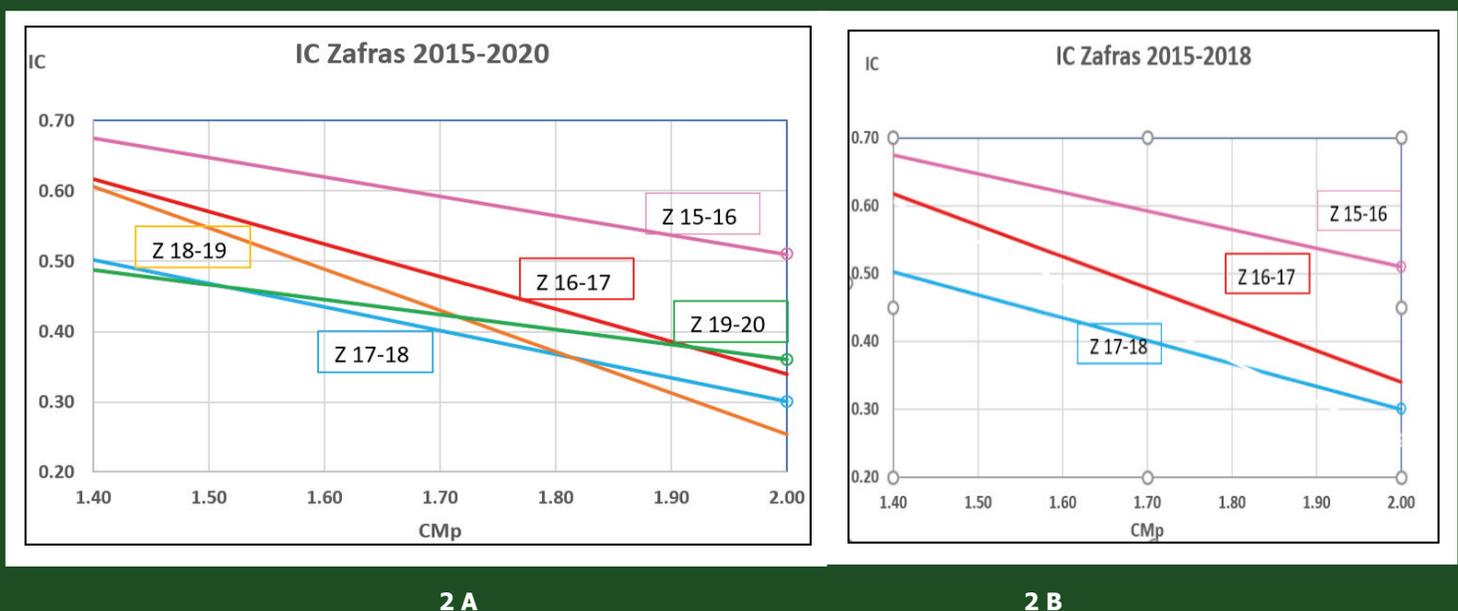


Figura 2: Rectas descriptivas de la dinámica de crecimiento de la actividad microbiológica en las últimas cinco zafas (Ingenio A)

en la figura No. 2 indican una reducción paulatina del crecimiento de la actividad microbiológica en los últimos cinco años, con los matices esperados en sistemas biológicos donde influyen muchos factores. Estas líneas de tendencia y sus ecuaciones originales son un instrumento eficaz para la mejora continua, cuando la curva obtenida en una zafra se convierte en la referencia para la evaluación de la asepsia en cada segmento de la próxima, y especialmente de cada turno de trabajo, de tal forma que provee una herramienta para establecer metas e identificar problemas y mejoras.

Como se observa mejor en la figura 2-B, el descenso en las tres primeras zafras de aplicación del sistema es notorio y obvio, y las rectas que las describen son casi paralelas en los intervalos en que se definen, mientras el avance se ralentiza en las últimas dos zafras (figura 2-A), en las cuáles las rectas que las caracterizan se interceptan y el descenso es menos evidente, lo que sugiere que se ha alcanzado el umbral a partir del cual los pequeños avances se alcanzan a mayor precio y es necesario intensificar el trabajo con cada pilar del sistema. Esto es bastante común en procesos de mejoras. Otro pilar del sistema y al mismo tiempo, indicador y herramienta para la mejora, es la frecuencia de pun-

tos críticos (cuadro 1) que también se ha reducido progresivamente durante las cinco últimas zafras, confirmando la relación entre ambos indicadores. El trabajo con este pilar se desarrolla en dos dimensiones: la operativa y la estratégica; la dimensión operativa es la comunicación inmediata que se produce entre los sujetos del control y los operarios del área de extracción por vía oral y gráfica mediante un semáforo que mantiene en rojo el punto que ha resultado crítico hasta que los análisis indiquen el cambio de condición a Aceptable. La dimensión estratégica supone el análisis permanente de los puntos reincidentes o emergentes como críticos, la programación de actividades para identificar las causas y las intervenciones o la gestión para la erradicación de las causas.

En el caso del Colador del Jugo que es el punto de mayor incidencia en el ingenio A, durante la última zafra se programaron las siguientes actividades: - monitoreo extraordinario con identificación de la bomba que impulsaba el jugo para determinar posible influencia del recorrido en el incremento de actividad microbiológica, cuyo resultado fue la independencia de los resultados con respecto al recorrido y la bomba impulsora.

ORGANO	PROPORCIÓN DE CRÍTICOS/ZAFRA (%)					RANGOS (%)
	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	
Molino 1	17	13	19	18	22	0 a 20 20 a 25 25 a 30 Mayor a 30
Molino 2	17	14	19	14	8	
Reboso 2	23	19	12	—	13	
Bandeja 1-2	21	36	17	25	18	
Tanque Crudo	31	27	16	19	18	
Colador	23	21	27	34	23	
Tanque Mezclado	33	14	8	13	13	
Molino 3	20	12	11	17	17	
Reboso 3	14	13	12	19	10	
Tanque Maceración 3	31	9	8	7	10	

Cuadro 1: Proporción de Puntos Críticos durante las últimas cinco zafras. (Ingenio A)

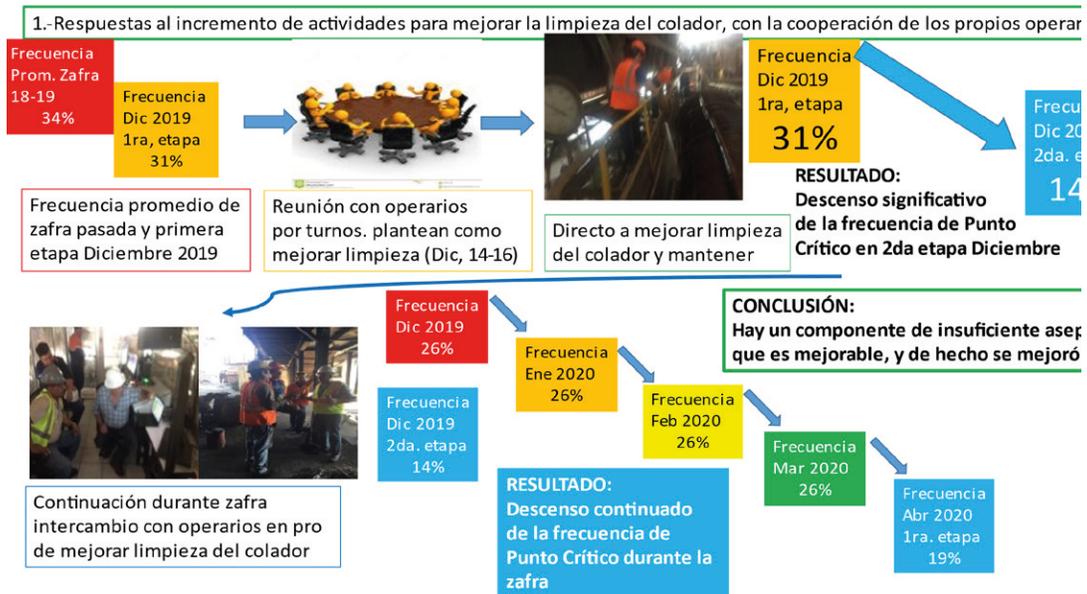


Figura 3: Esquema de la ruta seguida durante la zafra 2019-20 para reducir el incremento de la actividad microbiológica en el colador del jugo.

- reuniones periódicas con los operarios, de las cuales se derivó un mejor procedimiento de limpieza a ejecutar durante el resto de la zafra, con análisis y evaluación de resultados (figura 3)
 -inspecciones visuales sistemáticas y durante el mantenimiento para identificar áreas de alto riesgo microbiológico en las cuáles se encontró formaciones de biopelículas adheridas al bagazo acumulado en el dispositivo de salida del jugo dentro del cilindro de colado y una zona de acumulación de bagazo, bagacillo y sedimentos en el conducto de entrada al colador. Mientras que los hallazgos en los estudios e inspecciones se valoraron para implementar soluciones en la próxima etapa, la respuesta de mejora en el procedimiento de limpieza se comenzó a ejecutar y sus resultados se obtuvieron de inmediato, como se muestra en las figuras 3 y 4, en las que se observa que la frecuencia mensual de punto crítico del colador durante la zafra 2018-19 fue superior al 30%, pero descendió ya desde el mes de diciembre de 2019, después del acuerdo de mejora del procedimiento de limpieza, y se mantuvo en menos del 25% durante el resto de esta última za-

fra para un resultado final de frecuencia del 23%.

Es evidente que el proceso de mejora continua basado en la reducción de la actividad microbiológica se obtiene mediante la combinación de la aplicación sistemática del sistema de control, intervenciones operativas y estratégicas, soluciones técnicas y gestión de comunicación y capacitación.

2./ Resultados en Ingenio B.

Igualmente, en el ingenio B, la aplicación del sistema originó un brusco descenso del crecimiento de la actividad microbiológica de la zafra 2015-16 a la zafra 2016-17 (figura 5), mientras la diferencia fue mínima entre esta última y la 2017-18, después de la cual hubo un nuevo salto positivo (bajada) en la 2018-19 y nueva ralentización del descenso en la 2019-20, en que la reducción del crecimiento fue ligeramente menor que anterior. Esta reducción en general se produce en correspondencia con la ocurrida en la frecuencia de Puntos Críticos (Cuadro 2), aunque es evidente la prevalencia

2018-19						2019-20						
FRECUENCIA DE CRÍTICO (%)						FRECUENCIA DE CRÍTICO (%)						
ÓRGANO	Dic	Ene	Feb	Mar	Zafra 2018-2019	ÓRGANO	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Zafra 2019-2020
Colador	37	30	34	35	34	Colador	31	23	24	22	20	23

Figura 4: Fracción de las tablas de informes anuales del Ingenio A referidos al Colador como Punto Crítico en las últimas dos zafra. Resultados mensuales.

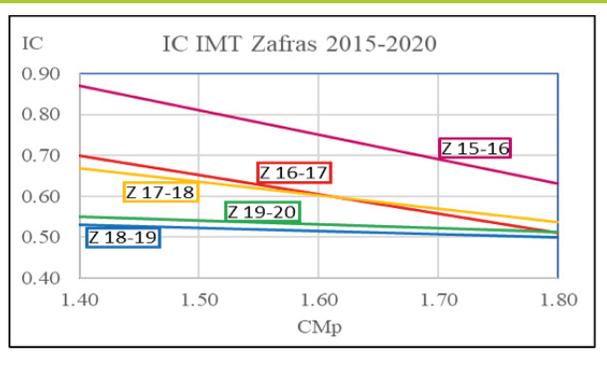


Figura 5: Rectas descriptivas del crecimiento de la actividad microbiológica en las últimas cinco zafras (Ingenio B)

de puntos permanentes u ocasionales con alta frecuencia que no han sido resueltos o surgen por modificaciones de diseño, acumulación o situaciones operativas. Al igual que en el ingenio A, el sistema de control incluye la gestión de comunicación con operarios y el trabajo con los puntos críticos; sin embargo, no se ha logrado el nivel de capacitación e intercambio donde los operarios se sientan protagonistas de la labor de asepsia como se ha logrado implementar en el anterior. Estratégicamente se han trabajado con varios de los puntos críticos reincidentes o de brusco incremento y con áreas de alto riesgo microbiológico, otorgándole la mayor prioridad al Tanque del Diluido, una especie de backup para el trabajo

de la fábrica, que garantiza una seguridad operativa, pero que desde el punto de vista microbiológico es un "cuasi" biorreactor continuo virtual. Desde la zafra 2015-16, cuando se identificó este punto, se determinó dos componentes causantes de su intensa actividad microbiológica: la abundante biopelícula adherida en la superficie en permanente contacto con el jugo y la retención, en el lado contrario a la toma de la bomba, de una abundante masa compuesta por arenas, lodo, polisacáridos y otros sedimentos. Este último negativo elemento fue eliminado por la modificación ejecutada antes de la zafra 2017-18, al colocar la salida en el vértice inferior del nuevo fondo cónico instalado, que condujo a una reducción del 10% en la frecuencia (de valores alrededor del 90, a valores alrededor del 80%), como muestra la fila correspondiente en el cuadro 2. Sin embargo, el problema de la biopelícula adherida a la superficie no ha sido solucionado y es uno de los frenos a la reducción progresiva del crecimiento de la actividad microbiológica en el ingenio B. Durante la zafra 2019-2020, en el análisis de los resultados de frecuencia de Puntos Críticos en el mes de febrero, se detectó un incremento brusco en la frecuencia del colador (figura 6); una inspección rápida identificó la causa como una biopelícula

ÓRGANO	PROPORCIÓN DE CRÍTICOS/ZAFRA (%)					RANGOS (%)
	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	
Molino 1	41	39	39	40	32	0 a 30 30 a 35 35 a 40 40 a 70 Mayor a 70
Bandeja 1	31	31	35	27	27	
Molino 2	35	40	20	24	23	
Bandeja 2	33	25	19	27	28	
Canal 2	33	30	30	32	40	
Tanque Crudo	40	33	32	30	28	
Colador	32	30	32	28	29	
Tanque Diluido	91	89	80	80	81	
Molino 3	28	26	25	34	27	
Bandeja 3	28	25	25	20	24	
Tanque Maceración 3	31	22	20	20	25	

Cuadro 2: Proporción de Puntos Críticos durante las últimas cinco zafras. (Ingenio B)

FRECUENCIA DEL CANAL DEL COLADOR COMO CRÍTICO (%)					
NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
26	24	29	35	26	28

Figura 6: Frecuencia mensual como Punto Crítico del Colador durante toda la zafra 2

la adherida en la superficie exterior del último anillo que se había establecido debido a que las boquillas de autolavado que le correspondían a esa zona habían dejado de funcionar y no había sido detectado; se procedió a la reparación inmediata y la respuesta fue el retorno a los valores habituales de la frecuencia, como se muestra en el recuadro verde de la figura 6.

El trabajo a partir de la zafra 2020-21, con las áreas de mayor frecuencia como puntos críticos y de alto riesgo microbiológico, como es el canal del molino 2 y otros canales auxiliares serán objeto de un informe posterior.

3./ Comparación entre el proceso en los ingenios estudiados.

Respondiendo a la concepción del sistema como herramienta para la mejora, en cada unidad las referencias son establecidas según sus propias características y situación, por lo que en el ingenio B fue necesario establecer un rango de referencia para la proporción de puntos críticos más permisivo, con respecto al ingenio A, donde se ha logrado mejores resultados, como se muestra en el cuadro 3. En correspondencia con los resultados obtenidos en la frecuencia de puntos críticos, en el ingenio A se ha reducido el crecimiento de la actividad microbiológica con

mayor proporción, lo que ha implicado también que los IC estén mayormente por debajo de 0.5 después de la primera zafra trabajada; sin embargo, en el ingenio B, no se ha rebasado la barrera del 0.5 en los 5 años de trabajo, como se observa en el espectro de rectas descriptivas de ambos ingenios de la figura 7.

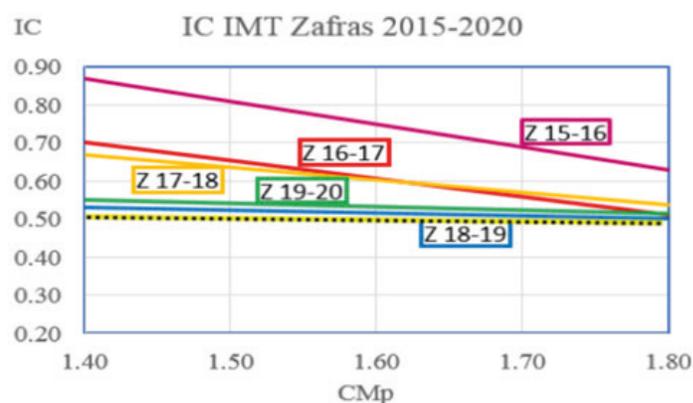
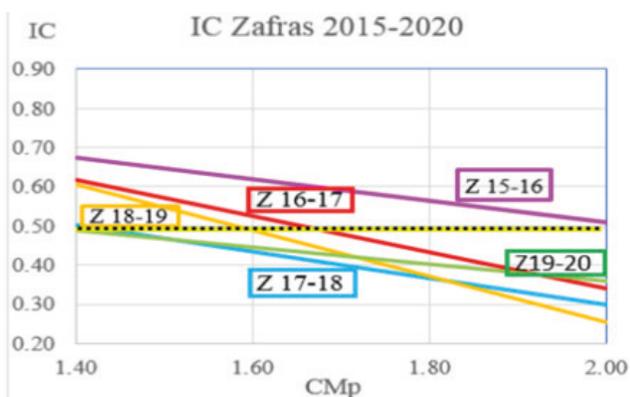
En general, con la aplicación integral del sistema, el ingenio A ha reducido eficaz y progresivamente el incremento de la actividad microbiológica en mayor medida durante el lustro estudiado; mientras que en el B la prevalencia de puntos críticos en mayor frecuencia, y especialmente el Tanque del Diluido y una menor gestión en el tema de las capacitaciones y comunicación con los operarios lo ha limitado, aún, cuando se aprecia la relativa mejora continua, que se podría prolongar si se vencen las debilidades citadas.

Conclusiones:

- En el ingenio denominado "A" se evidencia la reducción progresiva del incremento de la actividad microbiológica durante el último lustro, confirmado por la disminución en la frecuencia de Puntos Críticos y el desplazamiento descendente de las curvas descriptivas de la dinámica de desarrollo.
- En "B", el segundo ingenio seleccionado, la reducción de la actividad microbiológica fue también evidente, pero limitada por la prevalencia de mayor frecuencia de Puntos Críticos, especialmente en el Tanque del Diluido, y menor gestión en la comunicación y capacitación.
- La frecuencia de Puntos Críticos se reduce con la utilización de las herramientas del sistema, el control regular, la comunicación operativa, el involucramiento del personal del área de extracción, la identificación, la solución de los problemas causantes y la evaluación sistemática.

RANGOS (%) Ingenio A	RANGOS (%) Ingenio B
0 a 20	0 a 30
20 a 25	30 a 35
25 a 30	35 a 40
30 a 60	40 a 70
	Mayor a 70

Cuadro 3: Rangos para evaluar la frecuencia de puntos críticos en ingenios A y B.



Ingenio A

Ingenio B

Figura 7: Dinámicas comparativas de crecimiento de actividad microbológica de Ingenios A y B durante las últimas cinco zafras

- La utilización de las ecuaciones que describen la dinámica de desarrollo en el área de extracción permite una evaluación confiable, racional y justa del trabajo de asepsia periódicamente, y es una poderosa herramienta para reducir el incremento de la actividad microbológica y garantizar la mejora continua en el tema abordado.

Bibliografía:

Hernández, MT. Curso de Microbiología de la Producción Azucarera. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 2007.

Hernández, MT. Microbiología de la producción azucarera. Producciones microbianas derivadas, Universidad Central de las villas, Cuba, 385 p. 1986.

Hernández MT. y Sainz T. Microbiología de la industria azucarera. Ed. Universidad Central de las Villas. Cuba. 270 p. 1987.

Núñez, O. Control Microbiológico en caña y Tándem en ingenios de Guatemala. Sistema Integral. Memorias XXXV Convención ATAM, Puebla de los Ángeles, México. 2013.

Núñez, O; (Reducción de la actividad microbológica para diferentes escenarios operativos y estructurales, Memorias X, Congreso ATALAC, Veracruz, México. 2016.

Núñez, O.; Fabian, C.; Espinosa R.; Correspondencia entre microbiota mesófila aerobia y lactobacilos dextranogénicos en jugos mezclados de ingenios de Guatemala, Memorias IX Congreso ATALAC, San José, Costa Rica. 2014.

Núñez O.; Maldonado, MI.; Método de la Resazurina. Aplicación en la industria azucarera. CAI Camilo Cienfuegos. La Habana, Cuba. [web en línea] en: <http://www.uh.cu/infogral/areasuh/vri/archivos/CAR/seminario2004/PDF/CALIDAD/MACU.Crudo/Mac4-80.pdf>. 1987.

Núñez, O.; Mejillas, E.; Efecto de la caña, el manejo del patio y los equipos en la actividad microbológica Memorias XXXVI Convención ATAM, Veracruz, México. 2014.

Núñez, O.; Mejillas, E.; Franco, L.; Reducción de la actividad de los microorganismos en el tándem utilizando su dinámica de desarrollo; Memorias XXXVII Convención ATAM, Veracruz, México. 2015





EN ESTA EDICIÓN SE PRESENTA UNA ENTREVISTA REALIZADA AL ING. MILTON CIFUENTES, DONDE NARRA PARTE DE SU FORMACIÓN EDUCATIVA ASÍ COMO EXPERIENCIA LABORAL Y LOS CARGOS QUE HA DESEMPEÑADO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

Ing. Milton Lisandro Cifuentes Hidalgo

Se graduó en Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1996, tiene un Diplomado en Ingeniería Azucarera, CENGICANA, 1997.

Parte de su experiencia laboral la ha adquirido en las siguientes empresas:

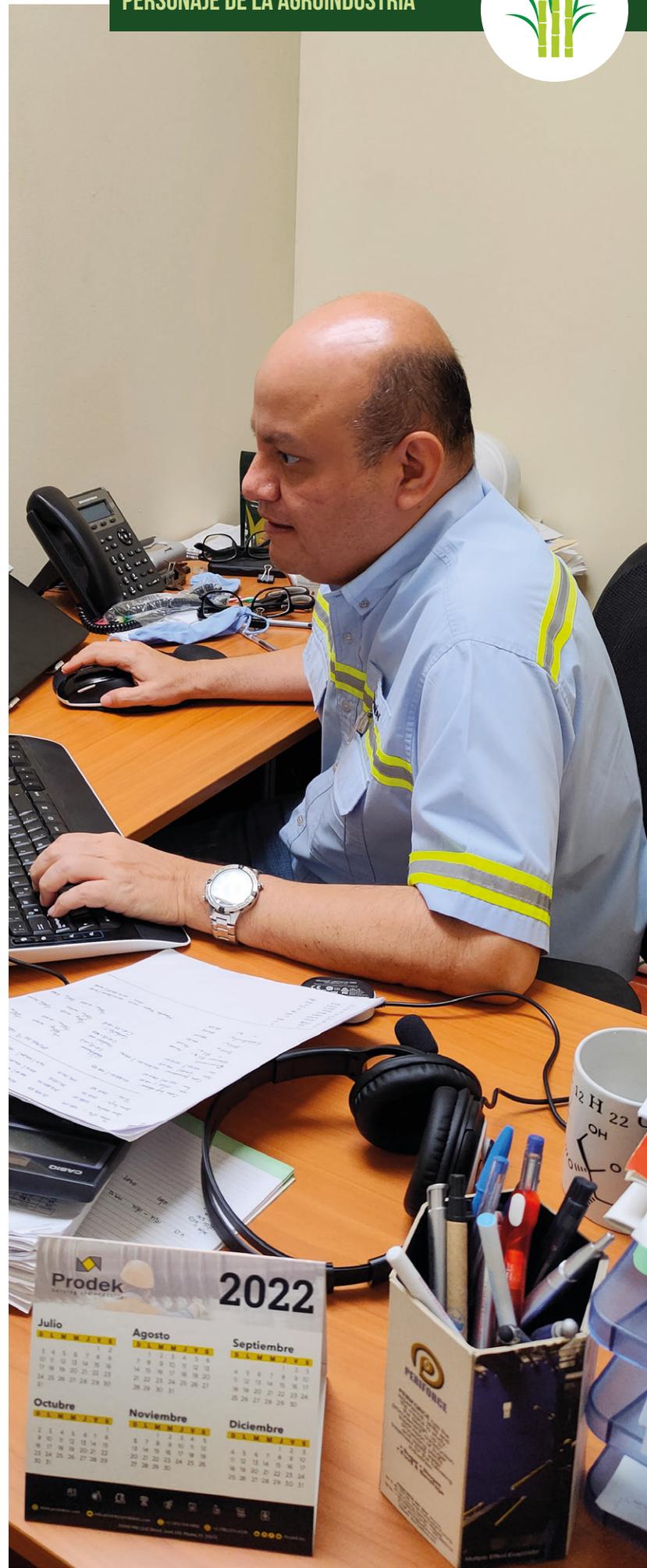
- * 1999, a la fecha, Ingenio La Unión, S.A.
- * 1998, Ingenio Santa Ana
- * 1996-1997, Ingenio La Unión, S.A.
- * 1994-1995, Gran industria de Neumáticos, S.A. (GINSA)

Actualmente es el Gerente de Aseguramiento de la Calidad de Ingenio La Unión, puesto que ocupa desde el año 2016 en Ingenio La Unión.

¿Cómo inició su vida en la agroindustria azucarera?

Se inicia en noviembre del año 1,995 (específicamente el día 23 de noviembre), incorporándome como asistente de la jefatura de control de la calidad, en el Ingenio La Unión, S.A.; mi incorporación se realiza por recomendación de mi amigo de la universidad Roger Ríos, hacia el Ing. Carlos René Cifuentes, Gerente Industrial de ingenio La Unión.

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



En el año 1996, el jefe de cosecha de ingenio La Unión, Ing. Juan Filippi, siempre nos indicaba que la caña estaba tan dulce, que sudaba azúcar, y era necesario colocar nylon en la parte de debajo las jaulas cañeras, para no perder el azúcar.

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

Haber participado en conjunto con Lic. Juan Manuel Leon, Ing. Rodrigo Paz, Ing. Luis Cifuentes, Ing. Marco Fuentes y coordinados por la unidad de investigación industrial de CENGICAÑA, en la implementación de un protocolo para definir la metodología de la medición de la POL % CAÑA, siguiendo el modelo brasileño de CORE SAMPLER y PRENSA HIDRAULICA.

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

Dentro de ingenio La Unión, tener la confianza de la Gerencia General y los Gerentes de los procesos agrícola e industrial, para establecer un proceso de medición de los principales indicadores para garantizar la productividad de la caña de azúcar y la eficiencia industrial. Y que la información que se obtiene es importante para realizar mejoras en los procesos agrícola e industrial.

Cuéntenos que situación difícil ha enfrentado durante el tiempo laborado en la agroindustria azucarera.

La implementación del sistema de gestión de la inocuidad HACCP, para la operación de la refinera de azúcar; ya que era una nueva estación en la empresa (Ingenio La Unión) y como parte de los requerimientos de los clientes para poder comercializar el azúcar, era contar con un sistema de gestión de la inocuidad, bajo la normativa HACCP. La implementación requirió de laborar jornadas extendidas, y sobre todo tener la capacidad para involucrar al personal de los procesos de fabricación, comercialización y de compras y suministros, para cumplir con los plazos.

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

La agroindustria de la caña de azúcar, tiene un potencial enorme para los próximos años, en la implementación de nuevas prácticas y equipos agrícolas e industriales; espero ser participe de esta ola de innovaciones que están por llegar; y contribuir al fortalecimiento de la empresa donde laboro, ingenio La Unión y de la agroindustria. Y

en este proceso acompañar a las nuevas generaciones de profesionales que se incorporan a la agroindustria, apoyándoles y dándoles la transferencia de los conocimientos base de este sector económico crucial para el país.

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

Me encanta la nota de los técnicos brasileños, que el técnico azucarero se destaque por:

1. tener un amor por su tarea
2. analizar y tomar decisiones con sentido común
3. tener una pasión por los detalles.

En el área de laboratorio industrial hay un análisis; medir los azúcares reductores en miel final, en una parte de la metodología dice que se ajuste el pH de la solución de miel final, con una solución de hidróxido de sodio, esto se hacía con un gotero, pero así el pH oscilaba mucho, y realmente para llegar a un correcto análisis la adición se tiene que hacer con gotas saliendo de una aguja de una jeringa, a ese nivel son los detalles.

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

En el campo profesional, el Dr. José Paulo Stupiello; la capacidad para aprender y estar actualizado con la tecnología de las épocas y su empeño en enseñar a las nuevas generaciones. En el campo de la lectura, el Dr. C. S. Lewis; la capacidad para escribir para un público de alto nivel educativo, y a su vez para un público infantil (famoso libro de él, Crónicas de Narnia)

¿Qué concepto tiene usted de ATAGUA?

Una asociación que siempre esta velando por la actualización técnica de sus agremiados. Y como acciones de socialización coordina actividades deportivas, culturales y sociales.

¿Cuáles de las actividades que realiza ATAGUA considera importantes y en cual de todas es en la que más ha participado?

Los congresos que han coordinado nacionales e internacionales; tienen un fuerte impacto para la actualización técnica de todos los agremiados y participantes. Permite adquirir el conocimiento técnico y tecnológico de otros países.



Asamblea General y Convivio Navideño

20 21



POR SEGUNDO AÑO CONSECUTIVO SE CELEBRÓ LA ASAMBLEA GENERAL Y EL CONVIVIO NAVIDEÑO DE LA ASOCIACIÓN BAJO LA MODALIDAD VIRTUAL, CONTANDO CON LA PARTICIPACIÓN DE 89 ASOCIADOS. LA ACTIVIDAD SE REALIZÓ EL DÍA 9 DE DICIEMBRE A LAS 17:00 HORAS.

El Lic. Luis Carlos Arroyo, dio las palabras de bienvenida y agradecimiento a todos los asociados y casas comerciales que a pesar de que las capacitaciones fueron en forma virtual, han participado en los eventos de todo el año.

El informe de actividades estuvo a cargo del Ing. Joel Morales y el informe financiero lo presentó el Dr. Gerardo Espinoza. En esta oportunidad se contó con la participación el Ing. Víctor Hugo Motta uno de los fiscalizadores de la Asociación, quien informó del resultado de la auditoría externa que se le hizo a ATAGUA del año 2020-2021.



SE PROCEDIÓ A LA ELECCIÓN DE LA NUEVA JUNTA DIRECTIVA POR MEDIO DE VOTACIÓN. DEBIDO A QUE SÓLO SE PRESENTÓ UNA PLANILLA, GANÓ POR MAYORÍA DE VOTOS. QUEDÓ INTEGRADA DE LA SIGUIENTE MANERA:

Dr. Gerardo Espinoza	Presidente	Cengicaña
Ing. Joel Morales	Vicepresidente	Ingenio Magdalena
Ing. César Martínez	Tesorero	Ingenio La Unión
Ing. Iván Aguirre	Protesorero	Ingenio Madre Tierra
Licda. Nancy Monroy	Secretaria	Ingenio Trinidad
Ing. Christian Rodríguez	Prosecretario	Ingenio Trinidad
Ing. Abimael Marino López	Vocal I	Ingenio Pantaleón
Ing. René Rojas	Vocal II	Ingenio Pantaleón
Ing. Alejandro Velásquez	Vocal III	Ingenio Tululá
Ing. Marco Tax	Vocal IV	ICC
Ing. Danilo Cifuentes	Vocal V	Ingenio Magdalena

Como todos los años se les entregó el Premio "Portela" a 2 reconocidos profesionales de la Agroindustria Azucarera, siendo ellos:

- Ing. Milton Lizandro Cifuentes, de Ingenio La Unión a quien se le entregó el Premio Portela del área Industrial.
- Ing. Ricardo Aurelio Guillén, de Ingenio Pantaleón a quien se le entregó el Premio Portela del área Agrícola.

Se proyectaron videos de la trayectoria de cada uno de los galardonados y al final ambos expresaron sus agradecimientos e instaron a ATAGUA a seguir apoyando en la capacitación del técnico azucarero guatemalteco. No faltaron las emocionantes rifas las cuales se llevaron a cabo utilizando una aplicación de

sorteo aleatorio online donde se ingresaron los nombres de todos los asociados activos donde tuvieron la oportunidad de ser favorecidos con un regalo cortesía de varias casas comerciales y azúcar cortesía de los ingenios.

Se dieron saludos navideños de parte de algunas casas comerciales y miembros de Junta Directiva saliente, así como de los galardonados con el Premio Portela.

Se recibieron muchos agradecimientos y felicitaciones a la asociación por seguir trabajando en pro de los técnicos azucareros nacionales y extranjeros. Atagua agradece a las casas comerciales y a los ingenios que hicieron posible este evento

Ganadores de rifas

GANADORES DE ARROBA DE AZÚCAR

Juan Ramón Oxlaj Fernando
 Morales Roderico Méndez
 Carlos Barrera Luis Orellana
 Carlos René Cifuentes
 Manuel Corado Gerson A.
 Chávez Luis Carlos Arroyo
 Rodrigo Flores Elvido Flores
 Rodrigo Paz
 Edwin Braham Fernando Letona
 Juan E. Velásquez
 Byron García Estuardo Monroy
 Nancy Monroy
 Pedro Jeréz Villalta Mario
 Muñoz
 César Martínez
 Guillermo Benítez Oscar
 Monzón
 Walter Paiz
 Carlos Herrera
 Marisoliany Guzmán Oscar
 Vicente Camey
 Luis Verdugo
 Marina Elías
 Selvin Joel Estrada

Thelma Flores
 Gregorio Ramos
 Cindy Estrada
 Abel Danilo Palma Francisco
 Vidal
 Erick Aragón
 Manuel Chang
 Víctor Azañon
 Enio Rodríguez
 Romeo Montepeque Guadalupe
 Mendoza Christian Rodríguez
 Stephanie Soto
 Julio César Espinoza

GANADORES DE CANASTA NAVIDEÑA

Byron Fuentes Audias Portillo
 Samuel Monterroso Roberto
 Enrique Morales
 Lusvin Carmajá Jerson Siliezar
 García
 Carlos De León Arana Kevin
 Antonio López
 Alvaro Ruiz
 Mauricio Paholo Merlos
 Byron Arrecis Lemus
 Carlos Roberto López

Stephanie Soto
 Sergio Guzmán
 Vinicio Mejía
 José Roberto Ranero
 Balbino Yotz
 Pedro Lima
 Fernando Tock
 Arturo Bautista
 Iván Aguirre
 Mario Quan
 Arnoldo Quiñónez
 Luz María De León
 Alfredo Ortiz Garzo
 Fredy Rosales Longo
 Juan José Reyes
 María Gabriela Rivera

GANADORES DE REGALO SORPRESA

Leisy Oneida Mazariegos
 Flavio Reyes
 Otto René Castro
 Oscar Benjamín Aguilar
 José Leonardo Acán
 Pablo Camargo
 Leonardo Cabrera
 Oscar Castro

Cesario López
 Misael Pérez Mota
 Jorge Sandoval
 Alfredo Lemus Rodas
 Ovidio Pérez
 Edwin Díaz Alonzo
 Fernando Itzep
 Mario Melgar
 Joel Morales
 Miguel Maldonado

GANADORES DE REGALO CORTESÍA DE ATAGUA

Microondas:
 Jorge Armando Flores

Frigobar:
 Melisa Morales

Televisores:
 Fernando Díaz Erazo
 Oscar Méndez



Pantaleon



INGENIO
LA UNIÓN
 Responsabilidad & Desarrollo



INGENIO
PALO GORDO



MAGDALENA
iTierra dulce!



San Diego



BAYER



Cal hidratada
HORTALISA
 Tipo especial para ingenios



ADAMA



RAESA
 CENTROAMERICA, S.A.



CASE IH
 AGRICULTURE



DUWEST
 Guatemala



aia
 ATS DE CENTRO AMERICA



DISAGRO



Comercializadora
Industrial
 de Centro America, S.A.



GRUPO PROMOAGRO
 FERTILIZANTES



Sediagro



Merlin[®]
TOTAL

ÚNICO HERBICIDA PRE-EMERGENTE PARA APLICACIÓN EN SECO

Merlin[®] Total 60 SC, posee un efecto recargable, el cual se activa cuando el suelo presenta condiciones de humedad por lluvia o por aplicación de riego.



Science For A Better Life

Merlin[®]
TOTAL

EFICACIA EN EL CONTROL DE **ROTTBOELLIA**

Merlin[®] Total 60 SC contiene 2 poderosos ingredientes activos que sinergizan en el control de Caminadora (*Rottboellia sp.*) mostrando una excelente eficacia.



Science For A Better Life