

REVISTA



ENTRE CAÑEROS



NÚMERO 22 • DICIEMBRE 2021. ISSN 2215-597X.

Revista trimestral del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA).

Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA).



PRESENTACIÓN

Es un placer invitarlos a leer nuestro contenido en el que brindamos al público en general una importante actualización de las áreas sembradas con caña de azúcar en Costa Rica, cumpliendo con el objetivo de LAICA de brindar información del sector azucarero proyectando responsabilidad y transparencia.

También les compartimos un interesante trabajo del señor Enrique Valenciano Ulate sobre el tema del relevo generacional en el sector azucarero, el cual es un primer extracto de su trabajo final de graduación para obtener el grado académico de maestría y que en el próximo número estaremos socializando un segundo extracto. Ambos trabajos están sumamente interesantes por lo que los invitamos a leerlos.

Finalmente les compartimos una importante nota que detalla minuciosamente todo lo que involucra la fertilización foliar del cultivo de la caña de azúcar.

Agradecemos que nos continúen leyendo y los invitamos a seguir nuestro material editorial. los invito a que nos hagan llegar sus consultas y opiniones a la dirección de correo electrónico echavarria@laica.co.cr.

Ing. Erick Chavarría Soto
Coordinador comité editorial
Revista Entre Cañeros
Correo-e: echavarria@laica.co.cr

CONTENIDO

02

Presentación

04

Estimación del área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica según región productora. Periodo 1985 - 2020 (36 Zafras).

40

Relevo generacional y desarrollo rural: aportes teóricos, metodológicos y abordajes .

64

Fertilización foliar en caña de azúcar: concepto, principios y práctica

Revista Entre Cañeros
Número 22, Diciembre del 2021. ISSN 2215-597X

Publicación técnica gratuita del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar
Producida por la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar.

Avenida 15 y calle 3, Barrio Tournón.
San Francisco, Goicoechea.
10802 San José, Costa Rica.
www.laica.co.cr

Comité Editorial
Ing. Agr. Erick Chavarría Soto, coordinador.
Ing. Agr. José Daniel Salazar Blanco.
Ing. Agr. Julio César Barrantes Mora.
Ing. Agr. José Eduardo Vargas Miranda

En el Sector Cañero Azucarero Costarricense decimos:

NO Trabajo Infantil



¿Qué legislación existe en Costa Rica, para proteger a los niños y adolescentes?

- Constitución Política.
- Código de la Niñez y la Adolescencia
- Código de Trabajo
- Ley 8922 Prohibición del trabajo peligroso e insalubre para personas adolescentes trabajadoras.

¿Qué dice la legislación?

Trabajo Infantil (0-15 años) Es Prohibido	Trabajo adolescente (15-17 años) Permitido con regulaciones
<ul style="list-style-type: none"> • No permite que los niños se desarrollen física, emocional y psicológicamente. • Les puede causar enfermedades, lesiones o deterioro en la salud. • Causa bajo rendimiento o abandono de la educación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se le debe facilitar al adolescente el espacio para estudiar y asistir al centro educativo. • Se le deben dar las mismas garantías como remuneración y vacaciones que a una persona adulta. • La jornada no puede ser mayor a 6 horas diarias ni 36 semanales. • No pueden realizar trabajo nocturno ni trabajos peligrosos, como: • Estar en espacios insalubres con altas temperaturas, espacios cerrados, alturas peligrosas o estar bajo tierra. • Utilizar herramientas o maquinaria peligrosa. • Levantar peso mayor a 15 kg los hombres y 10 kg las mujeres.



LAICA RSE



“Esta es una sección para opinión y discusión sobre temáticas de indole exclusivamente técnicas en lo referente al entorno de la producción de caña de azúcar a nivel nacional e internacional, los temas publicados en esta sección no representan ni reflejan las políticas internas o externas de LAICA; ni personifican tampoco la manera de pensar o de opinar del Comité Editorial. Los autores deberán de asumir la responsabilidad en lo personal y de manera independiente por lo que publiquen en esta sección.”

ESTIMACIÓN DEL ÁREA SEMBRADA CON CAÑA DE AZÚCAR EN COSTA RICA SEGÚN REGIÓN PRODUCTORA. PERIODO 1985 - 2020 (36 ZAFRAS)

Marco A. Chaves Solera¹ y Erick Chavarría Soto²

Introducción

Cualquiera que sea el ámbito y la actividad involucrada, el hecho de contar con información de alta calidad y representatividad siempre constituye una importante y deseada ventaja para cualquiera que la tenga y pueda disponer de ella, sobre todo si la misma es destinada y/o aprovechada en la toma de decisiones sobre el asunto abordado en asocio con su origen, naturaleza y vínculo. No importa el campo de gestión que se trate, sea productivo, comercial, económico, tecnológico, legal o administrativo, pues el beneficio material e intelectual obtenido es notorio y evidente, ya que nos aporta índices e indicadores sobre variables importantes que resultan muy reveladoras para conocer, interpretar, estimar y proyectar un determinado comportamiento o acción específica. Sin información de calidad y representativa cualquier gestión resulta altamente riesgosa.

En torno a este acápite es obligatorio resaltar y enfatizar en que el sector azucarero costarricense se ha esmerado y destacado históricamente por contar con información confiable y muy representativa de su actividad y giro comercial, empleada para la toma correcta y oportuna de decisiones institucionales y sectoriales; lo cual aplica prácticamente en todos los ámbitos del quehacer empresarial y comercial. Esta apropiada conducta colectiva

basada en la recolección, ordenamiento, análisis e interpretación de datos sectoriales es como se indicó, muy antigua, como lo demuestran los antecedentes institucionales sobre los que opera la agroindustria cañero-azucarera costarricense por medio de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA).

Como lo demostraran Chaves y Bermúdez (2020), Chaves y Chavarría (2021) y Chaves (2021) para el caso de varios indicadores



¹ Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Colaborador invitado especialista en el cultivo de la caña de azúcar, Costa Rica. E-mail: chavessolera@gmail.com. Teléfono: (+506) 8390-0957

² Ingeniero Agrónomo, funcionario del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Grecia, Costa Rica. E-mail: echavarría@laica.co.cr

agroindustriales importantes, el sector cuenta con una serie histórica bastante larga de datos que le han permitido tener conocimiento y control relativo sobre comportamientos y tendencias que permiten dimensionar y contextualizar con bastante certeza, el motivo, razón y circunstancia de los cambios, efectos e impactos provocados por eventos o situaciones de muy diversa naturaleza acontecidos en el tiempo, sean fortuitos, de fuerza mayor o inclusive planificados.

Dentro de todo ese destacable y denodado esfuerzo de ordenamiento institucional, había un tópico muy particular que generaba un enorme vacío y sobre el que la información sectorial disponible era lamentablemente muy escueta, parcial y dispersa, al carecer del orden e integración requerido que la presentara y expusiera en forma de serie histórica para uso público. Se trata de la información vinculada con el área sembrada (hectáreas) con caña de azúcar en el país, desagregada y expuesta a nivel regional, pues la nacional si bien no es absoluta, se remonta al año 1969 para una larga y representativa serie de 51 zafras continuas (1969-2019), como lo detalla y expone Chaves (2021). Pese a esa limitante, bastante se ha pro-

curado recabar en los últimos años en torno al tema; sin embargo, se carecía de información regional detallada y confiable que complementara la ya disponible en materia de producción e indicadores agrícolas e industriales.

Los antecedentes documentados sobre áreas de cultivo de caña de azúcar en el país, demuestran que se ha informado bastante en torno al tema, aunque vale reconocer, de manera parcial, discontinua, sucesiones muy cortas de datos y sin la estructura y la sistemática requerida que la dispongan y conformen bajo la figura de serie histórica, como lo demuestran las publicaciones de Chaves (1993ab, 2017a, 2019b, 2021), Chaves y Alfaro (1996), Chaves *et al* (2001), Chaves y Chavarría (2013, 2021), Angulo *et al* (2020), Barrantes y Chaves (2020), Calderón y Chaves (2020) y Chaves y Barquero (2020), efectuadas en diferentes momentos, zafras y regiones.

En el año 2007 se inició por parte del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), la valoración de posibilidades para el desarrollo de un proyecto institucional orientado a realizar la medición integral del área sembrada con caña en el país, pues nunca hasta la fecha se había tenido un dato de máxima confiabilidad, y las áreas de cultivo como era conocido, habían crecido y desplazado mucho territorialmente, lo que generaba un inconveniente vacío informativo.

Para ello, se contrató luego de estudiar varias opciones a la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica (UCR), quién luego de varios preparativos procedió a realizar en cuatro etapas con la cartografía preliminar de áreas cañeras usando técnicas convencionales de fotointerpretación de imágenes (fotos aéreas del Proyecto CARTA 2003 y 2005, imágenes satelitales, imágenes de google earth, etc.), con verificación y comprobación in situ de campo mediante el uso de equipos de GPS, el levantamiento, cálculo y estimación del área cañera a nivel espacial. Se usaron como base



mapas sobre hojas cartográficas a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), como lo relatan y detallan Chaves y Chavarría (2013).

Se buscaba con el proyecto que las mediciones sirvieran de soporte y apoyo a las actividades de investigación y planeamiento que realizaban tanto DIECA como LAICA, los Ingenios y las Cámaras de Productores de Caña regionales. Al final se cubrió y estimó el área regional sembrada en el año 2012 como sigue: Guanacaste (34.513,61 ha), Pacífico Central (5.977,11 ha), Zona Norte (8.933,96 ha), Valle Central Occidental (4.444,51 ha), Turrialba-Jiménez (4.905,12 ha y Zona Sur (4.541,40 ha), todo para un área integral de 63.315,71 hectáreas. Esa información permitió estructurar por primera vez y como hecho inédito en la historia cañera nacional, un mapa detallado por región conteniendo la información desagregada de las localidades y áreas sembradas con caña destinada exclusivamente a la fabricación de azúcar. Él estudió de campo y

laboratorio conllevó varios años (2008-2013), por lo cual los resultados fueron lentos y no todo lo satisfactorio que se esperaba; sin embargo, vale reconocer que esta experiencia abrió una ruta tecnológica interesante por donde transitar, la cual fue luego desarrollada, mejorada y consolidada por DIECA como se expondrá más adelante. En su documento Chaves y Chavarría (2013) exponen con amplio lujo de detalle lo atinente a esta importante primera iniciativa institucional.

Uso potencial de la información

Contar con información representativa, certera y de calidad de las áreas sembradas con caña de azúcar en una región y en el país, es incuestionablemente un activo institucional muy valioso e importante, por medio del cual es posible derivar varios usos, lograr fines y satisfacer objetivos, como son entre otros los siguientes:

SECCIÓN EDITORIAL

- 1) Es posible conocer la naturaleza, la cantidad y la calidad de los recursos (edáficos, hídricos, humanos, equipo y maquinaria, insumos) vinculados, invertidos y empleados en la actualidad y en periodos anteriores en la producción comercial de caña en la región y en el país.
 - 2) Puede estimarse con bastante certeza y alta probabilidad la cantidad de materia prima industrializable (toneladas) posible producir y cosechar.
 - 3) Pueden organizarse y disponerse las necesidades de equipo, maquinaria de corta, alce y transporte durante las labores de siembra y de cosecha.
 - 4) Se consigue estimar y determinar los índices de productividad agroindustrial referentes para guiar y establecer planes y programas de fomento productivo con metas reales.
 - 5) La zonificación agrícola y productiva regional se torna una realidad.
 - 6) Es posible jerarquizar los factores involucrados en la producción agrícola e industrial de azúcar.
 - 7) Se puede contabilizar y proyectar con base certera las necesidades y recursos que demande la actividad a futuro en una región delimitada.
 - 8) Se logra disponer de un factor básico para planificar y formular estrategias sectoriales encaminadas a promover el desarrollo de la agroindustria a nivel local, regional y nacional.
 - 9) Permite ordenar, concentrar y orientar los esfuerzos técnicos a promocionar y fortalecer determinados proyectos productivos.
 - 10) La comercialización de los insumos agrícolas puede ser enfocada en las zonas de producción en su verdadera dimensión.
 - 11) Dispone y canaliza correctamente la capacidad y los recursos financieros que es necesario y posible colocar.
 - 12) Viabiliza operar modelos agroproductivos asociados con las economías de escala.
 - 13) Es viable y factible desarrollar estudios socioeconómicos en áreas delimitadas.
 - 14) Favorece contar con criterio objetivo y válido para ubicar el desplazamiento y la interacción de las plantaciones vs desarrollo urbano y poblacional.
 - 15) Pueden adoptarse las medidas de carácter ambiental pertinentes y necesarias a nivel local que favorezcan el desarrollo sostenible.
 - 16) En las zonas y localidades de mayor influencia agrícola es factible organizar la economía y la producción en forma espacial y jerárquicamente alrededor de núcleos productivos; los cuales se caracterizan por tener una mejor productividad agroindustrial, mayor potencial y aporte de materia prima, disponer de más y mejores servicios básicos y contar con una mayor disposición permanente de mano de obra. Alrededor de este núcleo se ubican otras áreas de dependencia con un potencial menor de desarrollo, menor aporte a la producción, generalmente con una productividad aceptable y un menor uso de mano de obra de carácter permanente.
 - 17) Pueden delimitarse asimismo para fines de diferenciación, localidades agrícolas con problemas o de menor potencial.
- No hay duda de que, para potenciar y tener capacidad de uso de los datos en esos fines asociados con la planificación, el cálculo y la estimación de factores asociados, es necesario e inevitable disponer previamente de la información concerniente al área cultivada, porque de ella dependerá fundamentalmente

toda la organización y la programación que se pretenda desarrollar. En definitiva, la zonificación, al establecer un uso racional de las tierras de acuerdo con su capacidad de producción, sirve como instrumento de organización para aumentar la producción en forma rentable y económica.

Antecedentes

Como ha sido amplia y suficientemente explicado, el antecedente de la actividad productiva, social, económica, cultural y tecnológica desarrollada alrededor de la agroindustria azucarera en el país es centenaria al trascender hasta la época colonial y la formación de la República, como lo han señalado y expuesto con gran detalle Barboza *et al* (1982), Chaves (1993a, 1997), León y Arroyo (2012), Chaves y Bermúdez (2020) y Chaves y Chavarría (2013).

Sin entrar en mayores detalles, se presentan en el Cuadro 1 los principales y más reveladores indicadores de producción y productividad agroindustrial del sector azucarero costarricense, expuestos en este caso por década a partir de 1950 y hasta el año 2020 para un total de 70 años. Permite esa información, interpretar de manera simple y rápida la evolución y crecimiento mantenido por el sector en prácticamente todos los indicadores evaluados, lo que evidencia la mejora incorporada a nivel agrícola y fabril.

En productividad los aumentos en esos 70 años son impresionantes al reportar en tonelaje de caña un promedio de incremento de 37,1 t/ha correspondiente al 106,1%; en concentración de sacarosa recuperada el mismo fue de 15,43 kg/t (17%) y en producción de azúcar de 4,50 t/ha para un muy significativo 141,5% de aumento. Se debe ser objetivo y concluyente, sin embargo, en reconocer que la tasa y ritmo de crecimiento observada principalmente luego de la década de

los años 70 es insuficiente y posterior al año 2000 la verdad inaceptable, virtud de que se observa un relativo estancamiento en productividad agroindustrial no acorde al nivel de tecnología incorporada. Sin embargo, por no ser el objeto principal del presente documento, no se profundizará en el tema buscando posibles razones, causas y explicaciones a ese atípico comportamiento.



Literatura citada

- Anderson, D.L.; Bowen, J.E. 1994. *Nutrición de la caña de Azúcar*. Quito, Ecuador. Instituto de la Potasa
- Acuña Agüero, R. 2018. División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica, por provincia, cantón y distrito, escala 1:5.000 (en línea). San José, Costa Rica. IGN (Instituto Geográfico Nacional). Consultado 3 de enero del 2021. Disponible en <https://www.snitcr.go.cr/Visor/index2019>
- Angulo Marchena, A.; Rodríguez Rodríguez, M.; Chaves Solera, M.A. 2020. *Guía Técnica. Cultivo Caña de Azúcar. Región: Guanacaste*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 78 p.
- Araya Vindas, A. 2013. *Los Chiles, una región nueva en la producción de caña de azúcar, Costa Rica*. En: XIX Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA). XX Congreso de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). 11 al 13 de septiembre del 2013. Centro Internacional de Convenciones. Hotel Wyndham Herradura, La Asunción de Belén. Heredia, Costa Rica. p: 179-203.
- Barboza V., C.; Aguilar F., J.; León S., J. 1982. *Desarrollo Tecnológico en el Cultivo de la Caña de Azúcar*. San José, Costa Rica. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica (CONICIT)/IPPCT.
- Barrantes Mora, J.C.; Chaves Solera, M.A. 2020. *Guía Técnica. Cultivo Caña de Azúcar. Región: Sur*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 75 p.



- Calderón Araya, G.; Chaves Solera, M.A. 2020. *Guía Técnica. Cultivo Caña de Azúcar. Región: Turrialba*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 95 p.
- Costa Rica. Leyes, *Decretos, etc.* 2007. División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica. 6ª edición. San José, Costa Rica. Imprenta Nacional, Serie de Publicaciones Oficiales La Gaceta. 352 p.
- Costa Rica. Poder Ejecutivo. *Decretos Tribunal Supremo de Elecciones. Resoluciones*. 2019. División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica. Decreto Ejecutivo N° 41548-MGP. San José, Costa Rica: La Gaceta. Diario Oficial. Alcance N° 60. martes 19 de marzo del 2019. 79 p.
- Chaves Solera, M.A. 1993a. *Antecedentes, situación actual y perspectivas de la agroindustria azucarera y alcoholera costarricense*. En: Participación de DIECA en el IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. p: 1-116. También en: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Memoria: Sesiones de Actualización y Perspectivas. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre. Volumen 1. 116 p.
- Chaves Solera, M.A. 1993b. *Área cultivada, índices de producción y estimación de costos agrícolas de la caña de azúcar- mayo 1993*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 59 p.
- Chaves, M.; Alfaro, R. 1996. *Distribución del área cultivada con caña de azúcar en Costa Rica, según región agrícola y tamaño de la unidad productiva*. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: Agronomía y Recursos Naturales. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 367. También en: Congreso de ATACORI "Cámara de Productores de Caña del Pacífico", 10, Hotel Sol Playa Hermosa, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 48.
- Chaves Solera, M. 1997. *Resumen del desarrollo histórico de la caña de azúcar en Costa Rica*. En: Congreso de ATACORI "Roberto Mayorga C.", 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, ATACORI, octubre-noviembre. Tomo I p: 112-121.

- Chaves S., M.; Barrantes M., J.C.; Villalobos M., C.; Angulo M., A.; Rodríguez R., M.; Calderón A., G.; Rodríguez F., J.M.; Alfaro P., R. 2001. *Estimación del área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica durante el año 2000, según región productora*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 126 p.
- Chaves, M.; Chavarría, E. 2013. *¿Cómo se distribuye y dónde se cultiva territorialmente la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica?* En: XIX Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA). XX Congreso de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). 11 al 13 de septiembre del 2013. Centro Internacional de Convenciones. Hotel Wyndham Herradura, La Asunción de Belén. Heredia, Costa Rica. p: 179-203.
- Chaves Solera, M.A. 2017a. *La Caña de Azúcar en el Censo Nacional Agropecuario Costarricense Año 2014: presentación de resultados*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 41 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017b. *Suelos, nutrición y fertilización de la caña de azúcar en Costa Rica*. En: Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial, 1, Puntarenas, Costa Rica, 2017. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), octubre 10 al 12, Hotel Double Tree Resort by Hilton. 38 p.
- Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2017. *Tipos de suelo y producción de caña de azúcar en Costa Rica: Primera aproximación taxonómica*. En: Congreso Nacional de Suelos, 9, San José, Costa Rica, 2017. Memorias. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS), octubre 25 al 27, Hotel Crowne Plaza San José Corobici. 6 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019a. *Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático 1(7): 5-6, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2019b. *Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica*. En: Seminario Internacional: Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica. Hotel Condovac La Costa, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2019. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 15, 16 y 17 de octubre, 2019. 114 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019c. *Ambiente agro climático y producción de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(18): 5-10, noviembre-diciembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020a. *Clima, acidez del suelo y productividad agroindustrial de la caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(18): 8-17, agosto.

- Chaves Solera, M.A. 2020b. *Clima, degradación del suelo y productividad agroindustrial de la caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(15): 5-13, julio.
- Chaves Solera, M.A. 2020c. *Agroclimatología y producción competitiva de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(24): 5-13, noviembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020d. *El azúcar se hace en el campo y extrae en la fábrica: una verdad incuestionable*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(19): 6-13, setiembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020e. *Ambientes climáticos y producción competitiva de la caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(26): 5-12, diciembre-enero.
- Chaves Solera, M.A.; Barquero Madrigal, E. 2020. *Guía Técnica. Cultivo Caña de Azúcar. Región: Zona Norte*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 135 p.
- Chaves Solera, M.A.; Bermúdez Loría, A.Z. 2020. *80 Años de Vida Institucional del Sector Cañero-Azucarero Costarricense: Breve Recorrido por su Historia*. Revista Entre Cañeros N° 16. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, agosto. 37 p.
- Chaves Solera, M.A. 2021. *Indicadores históricos de producción y productividad de la agroindustria azucarera costarricense: análisis del periodo 1969-2019 (51 zafras)*. Revista Entre Cañeros N° 19. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, diciembre. p: 9-67.
- Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2021. *Distribución geográfica de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica según altitud y localidad*. Revista Entre Cañeros N° 20. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica. p: 5-35, julio.
- LAICA. 1998. *Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 22 de Setiembre de 1998*. San José, Costa Rica, LAICA. 117 p.
- LAICA. 2000. DECRETO N° 28665 - MAG. *Reglamento Ejecutivo de la Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 de 2 de setiembre de 1998*. Dado en la Presidencia de la República. San José, a los veintisiete días del mes de abril del año dos mil. 140 p.
- León Sáenz, J.; Arroyo Blanco, N. 2012. *Desarrollo Histórico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en el Siglo XX: Aspectos económicos, institucionales y tecnológicos*. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica: Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas. 256 p.



RELEVO GENERACIONAL Y DESARROLLO RURAL: APORTES TEÓRICOS, METODOLÓGICOS Y ABORDAJES .¹

M.Sc. Enrique Valenciano Ulate

Resumen

El relevo generacional como fenómeno socioproductivo que impacta el desarrollo rural en Costa Rica y Latinoamérica se inicia a investigar recientemente y requiere profundización. Las referencias son pocas, las más cercanas las tenemos en Uruguay, Colombia, Argentina, México y en la Unión Europea.

El relevo generacional se define como el proceso mediante el cual, las generaciones adquieren y transfieren participación y derechos, mediante un diálogo de saberes generacional, sobre: (a) la gestión empresarial, toma de decisiones y liderazgo, (b) la propiedad de los activos, especialmente tierra y (c) los beneficios y las utilidades.

Aunque es una problemática global, no se evidencian suficientes estudios en el contexto rural costarricense que permitan una mejor comprensión del fenómeno y como abordar sus efectos desde la gestión del desarrollo. Surge la necesidad de realizar una revisión de experiencias en su abordaje, así como los marcos teóricos y metodológicos utilizados en su análisis.

En este artículo se analizan experiencias desarrolladas sobre relevo generacional en el contexto latinoamericano y costarricense, así

como sus aportes teóricos y metodológicos para su estudio. Se presenta el caso del sector cañero de Carrillo en Guanacaste, como ejemplo de aplicación práctica de los conceptos desarrollados, como propuesta para el abordaje de esta problemática en un contexto específico.

Palabras claves: relevo generacional, desarrollo rural, sector cañero.

Introducción

El relevo generacional como fenómeno social que impacta el desarrollo rural en Costa Rica y Latinoamérica, no se ha investigado suficientemente. Uruguay y Colombia están a la vanguardia en el desarrollo de experiencias para el abordaje de esta problemática.

En Uruguay se han desarrollado investigaciones para profundizar el conocimiento de esta problemática y seminarios en busca de establecer políticas públicas de apoyo a las personas productoras en sus procesos de relevo generacional. Como concluye Morales (2015:35), «la falta de un adecuado relevo generacional se ha vuelto un tema que despierta especial interés por sus implicancias, afectando entre otros sectores la agricultura familiar, pilar básico de cualquier sociedad».

¹ Artículo elaborado con base en: Valenciano, E. 2021. *Análisis de la problemática del relevo generacional en el sector cañero entre los años 2016 al 2020: las pequeñas y medianas personas productoras de caña de azúcar del cantón Carrillo en Guanacaste, Costa Rica* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Costa Rica). Maestría en Desarrollo Rural, tesis. <https://mrd-una.org/index.php/servicios/tesis/category/27-tesis-2021>

Tabla 1

Propuesta de generaciones costarricenses

Generación	Caracterización	Hechos relevantes
<p>Generación AM Período: 1924 – 1939 (81 años o más al 2020)</p> <p>El 2 % de la población costarricense.</p>	<p>La Costa Rica campesina, de familias grandes. El hombre era el principal proveedor económico y la autoridad en el hogar. Existían pocas oportunidades de estudio y la principal actividad económica se concentraba en la agricultura, era gente que madrugaba, fue la generación que vivió de la tierra y que daba gran valor a este recurso. La iglesia católica ejercía una fuerte influencia en los valores, la familia y la forma de vida. La radio es el principal medio de información y comunicación de la época, impactó y marcó a los habitantes de este período. AM es una metáfora del costarricense madrugador, primerizo y simple en muchas facetas de la vida.</p>	<p>+ Costa Rica de estado liberal, influenciado por las clases económicamente dominantes, representadas por la oligarquía cafetalera. + Modelo de desarrollo agroexportador, dependiente de los precios internacionales, debilitado por las guerras y la gran depresión. + Estilo de vida sencilla, tradicional y de control social.</p>
<p>Generación Pregonera Período: 1940 – 1960 (60 a 80 años al 2020)</p> <p>El 14 % de la población.</p>	<p>Representa al grupo de costarricenses que contribuyeron a la construcción de las bases sociales, fueron parte del proceso de consolidación de nuestra democracia y de la creación de algunas de las más importantes instituciones públicas del país. La política fue un eje fundamental, se da el bipartidismo y algunos líderes políticos tienen una influencia importante sobre el futuro del país y las vidas de las personas. Se logra un mayor acceso a la educación permitiendo que sea esta la primera generación de costarricenses que se alfabetizan. El acceso a servicios públicos es cada vez mayor y el papel de la prensa escrita es muy importante. Pregonera describe al costarricense que levanta su voz, se hace escuchar y sentir.</p>	<p>+ Estado reformista social. Transición a un estado interventor. + Conflictos sociales y guerra civil por la libertad del sufragio. + Fortalecimiento de la estructura institucional que apoyaría un nuevo modelo de desarrollo y el crecimiento del estado. + Sociedad conservadora, poco conectada con el mundo, basada en la familia y en el trabajo.</p>
<p>Generación Satelital Período: 1961 – 1981 (39 a 59 años al 2020)</p> <p>El 32 % de la población.</p>	<p>Grupo de ciudadanos costarricenses marcados por la exposición a la televisión; la información, la comunicación y la transmisión del conocimiento giran alrededor de este medio. Es la generación central que funge como puente entre las primeras y más recientes generaciones, porque recibe información, vivencias del pasado y de su infancia, la procesa y retransmite con cambios y mejorando las cosas con las que no estaba de acuerdo. Este grupo rompe los moldes, cuestiona y actúa para modificar el estatus quo de las cosas, la mujer empieza a trabajar fuera del hogar, las familias son más pequeñas y comienzan a hablarse de temas que hasta entonces eran tabú, como los anticonceptivos y el divorcio. Acceden a la</p>	<p>+ Estado interventor, empresario, apoyando el despegue de la economía. + Modelo de sustitución de importaciones, apoyo a la actividad industrial. + Costa Rica más conectada con los avances en el sector de telecomunicaciones. + Cuestionamiento del modelo y crisis económica. + Jóvenes más influenciados por ideologías de izquierda. Se salen de los roles tradicionales y alzan su propia voz.</p>

Generación	Caracterización	Hechos relevantes
	<p>educación universitaria, se profesionalizan, migración interna hacia la zona rural, diversificación de la economía, aplicación de programas de planificación familiar, modificaciones cualitativas en las estructuras de los hogares, rol del hombre y mujer en la sociedad. Satelital describe al costarricense que representa un cambio, recibe algunas señales del pasado, pero ya conectado y con la globalización retransmite otros valores a las siguientes generaciones.</p>	
<p>Generación Digital Período: 1982 – 1999 (21 a 38 años al 2020)</p> <p>El 40 % de la población.</p>	<p>Crecen viviendo el cambio tecnológico con la llegada de la computadora, el internet y el acelerado avance de la telefonía celular y es por eso que su curva de aprendizaje es acelerada y muestran pocas barreras hacia el uso de la tecnología. Esta generación pospone por más tiempo las ideas y decisiones de matrimonio y tener hijos, son las personas que por más tiempo viven en la casa de sus papás con el fin de disfrutar más su vida y tener más experiencias. Viven el hoy y el ahora, son más hedonistas, les interesa un trabajo estable y están más dispuestos a endeudarse para obtener lo que desean. Digital describe su principal medio de comunicación, redes sociales e internet, son los nacidos en la era digital.</p>	<p>+ El país golpeado por la crisis económica y por la inestabilidad política de la región. + Empieza la apertura comercial con mercados no tradicionales, nuevo modelo de desarrollo, diversificación de productos agrícolas. + Jóvenes más libres de ataduras morales y con una visión de vida en la que el matrimonio no es prioridad.</p>
<p>Generación Virtual Período: 2000 – actualidad (menos de 21 años al 2020)</p> <p>El 12 % de la población.</p>	<p>Grupo que aún está en formación, están construyendo opinión y empezando a acumular experiencias de vida. Son nativos tecnológicos, los dispositivos electrónicos, las RRSS y los videojuegos son parte de su ADN, pero además son los que más practican actividad física frecuente y se muestran muy tolerantes a temas relacionados con la diversidad de género; tienen una comunicación abierta con sus padres sobre cualquier tema incluyendo la sexualidad. Es una generación que valora la estabilidad en el trabajo en combinación con la flexibilidad de horario que demandan en este ámbito. Virtual tiene una connotación, que viven en una realidad en transformación.</p>	<p>+ Cuestionamiento del estado interventor y evolución a un estado de pensamiento neoliberal. + Apertura comercial y fin de los monopolios estatales. + Sociedad del conocimiento, la información y del mundo digital.</p>

Fuente: Elaborado con base en Sanabria et al. 2017 y Unimer y kölbi s.f.

SECCIÓN ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

El relevo generacional es analizado como factor importante y preocupante en el marco de las realidades del medio rural, no solo por el hecho del marcado aumento de la edad promedio de las personas productoras, sino también por la pérdida de participación de la pequeña y mediana producción agropecuaria, su efecto en la generación de empleo, en la distribución de la riqueza, el aumento de

desigualdades y la soberanía alimentaria. Paralelo, está la ganancia en participación de las grandes empresas y la proletarización de personas jóvenes en el medio rural.

La siguiente figura contiene el esquema conceptual sobre el relevo generacional que se ha expuesto en este apartado.

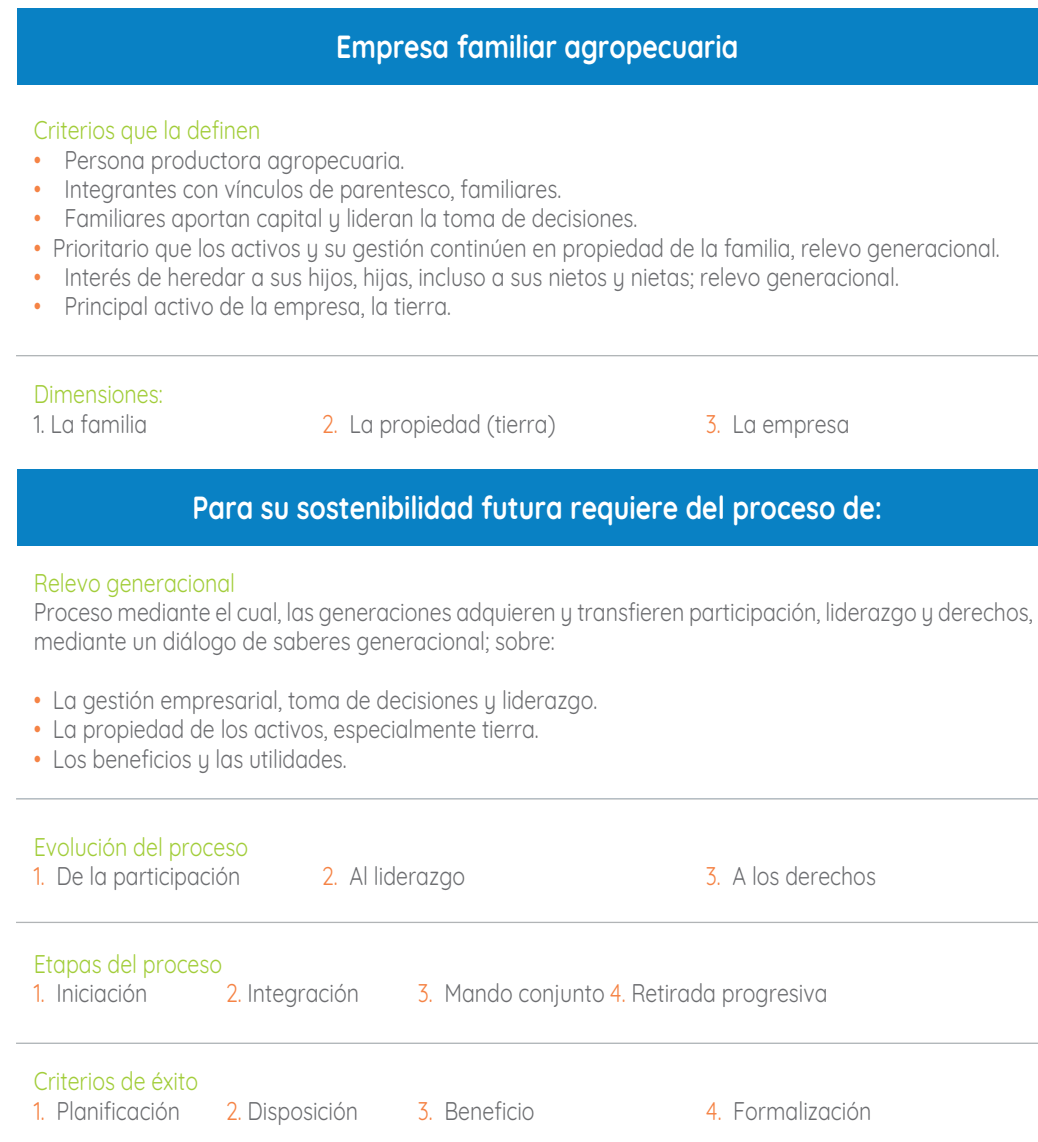


Figura 5

Concepto de relevo generacional

Un caso de aplicación

Considerando los planteamientos teóricos y metodológicos expuestos y esquematizados en la figura anterior, se analiza el proceso de relevo generacional en el sector cañero de Carrillo, el proceso completo de análisis puede ser consultado en Valenciano (2021).

Criterios que lo definen:

- Participación en la gestión empresarial, toma de decisiones y liderazgo. Solo las personas adultas mayores y adultas están participando en la toma de decisiones y liderazgo en la gestión del cañal. Actualmente, no se involucran a personas jóvenes a este nivel de gestión, desde temprana edad se les motiva ir a estudiar o buscar trabajos fuera de la comunidad, lo que limita el proceso de aprendizaje, de arraigo a la parcela y la agricultura en general.

La participación de personas jóvenes se realiza según la disponibilidad de tiempo, y básicamente, en la gestión operativa del cultivo. Las personas jóvenes manifiestan que las personas adultas tienen poca confianza en ellos para gestionar las decisiones y liderar el desarrollo del cultivo y la parcela en general.

- Participación y derecho a la propiedad de los activos, especialmente tierra.

Las propiedades son pequeñas y las familias tienden a ser numerosas, lo que dificulta el acceso a la tierra a las siguientes generaciones, por la relación del tamaño de las parcelas y las familias, además de la baja rentabilidad de la producción. Las personas jóvenes no tienen acceso a la tierra, está asignado a personas adultas mayores y adultas.

- Participación en los beneficios, derecho sobre las utilidades.

Baja rentabilidad de las actividades agropecuarias y falta de opciones productivas viables, que limita dar mayor acceso a las personas jóvenes a los recursos y beneficios de la empresa familiar. El aporte de las personas jóvenes es considerado como una ayuda en la reducción de costos de producción, sin retribución económica. Por esta razón, buscan opciones laborales y económicas fuera de la comunidad y del sector agropecuario.

Sobre las etapas:

- **Iniciación e integración.**
Debilitados y faltantes procesos de -iniciación- e -integración- con personas jóvenes y adultas jóvenes. Esto limita las siguientes etapas del relevo generacional. Para los padres, es más importante que sus hijos e hijas estudien, en el entendido de que esto les da mayores oportunidades laborales y económicas. Ocasionado que, una vez logrado una profesión y trabajo estable, su vinculación sea menor con la producción agropecuaria y se desliguen de estas etapas del relevo generacional. Estos procesos sí fueron abordados en las generaciones anteriores, la Satelital y Pregonera, hoy personas adultas mayores y adultas. Esta situación es muy influyente en los debilitados procesos de relevo generacional.

Existe una baja participación de las generaciones de menor edad, como la Digital y ausencia de la generación Virtual; sin duda, esta realidad limita la implementación e innovación de procesos tecnológicos y de gestión, que facilitarían la posibilidad de aumentar la viabilidad y desarrollar nuevos paradigmas en la actividad cañera.

SECCIÓN ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- **Mando conjunto.**

No se logra llegar a la etapa de -mando conjunto-. La participación de personas jóvenes y adultas jóvenes en la producción cañera y agropecuaria en general se considera un aporte en la reducción de costos de producción y se realiza según la disponibilidad de tiempo en las responsabilidades de estudio y trabajo de personas jóvenes.

En algunos casos, este aporte se realiza en forma de pagos de mano de obra a terceros para que colaboren con sus padres o madres en las gestiones operativas de la producción.

- **Retirada progresiva.**

No existe -retirada progresiva-, las personas adultas mayores, generaciones AM y Pregoneros, se mantienen al frente de la gestión del cañal. Solamente se retiran o reciben apoyo en casos de fuerza mayor como enfermedad o limitaciones propias de la edad.

La pensión no es una jubilación para estas personas productoras; por tanto, se mantienen al frente de las decisiones operativas y económicas del cañal. Esto por la importancia simbólica y económica que tiene para ellos.

La desvinculación de la persona adulta mayor se realiza generalmente en casos de su fallecimiento, o bien que las limitaciones físicas sean muy severas. Esto genera que el relevo generacional se realice a edades avanzadas de los relevados y los relevos.

Referente a los criterios de éxito:

- **Planificación.**

El relevo generacional no es abordado en forma planificada en las familias productoras.

El acercamiento o abordaje se realiza básicamente como un proceso de derechos a la herencia en la mayoría de casos. El abordaje de estos procesos no es una temática sencilla para las familias, no están ausentes los conflictos; en este marco, se identifica la necesidad de acompañamiento profesional para la planificación del relevo generacional con herramientas y capacitaciones a las familias productoras.

- **Disposición.**

Existe disposición, en algunos grupos de personas jóvenes que se han organizado para buscar opciones económicas. Se identifica un claro liderazgo y disposición, expresado con mayor énfasis en las mujeres jóvenes.

En las personas adultas mayores, la disposición de realizar relevo generacional se identifica con más énfasis en las mujeres productoras.

Esta disposición se concreta en ceder áreas de terreno para que las personas jóvenes desarrollen sus cultivos y proyectos. En el caso de las personas jóvenes, su disposición de tomar el reto y organizarse para desarrollarlo.

Se identifican casos de profesionales jóvenes, generación Digital, con interés de invertir y desarrollar experiencias en el cultivo de la caña de azúcar, pero requieren mayor acompañamiento técnico.

- **Beneficio.**

Es muy limitada la rentabilidad de la actividad cañera por altos costos de producción y bajos precios de la cosecha. Las áreas son pequeñas, menores a 10 ha y familias numerosas.

Las personas adultas mayores tienen la prio-

riedad del beneficio económico y las personas jóvenes no tienen asignados beneficios económicos producto del cañal. Por esta razón, las personas jóvenes buscan oportunidades fuera de la actividad cañera y se desmotivan de la actividad productiva agrícola en general.

- **Formalización.**

No existen herramienta para formalizar estos procesos de relevo generacional, más que los referidos a la herencia, lo que limita su abordaje planificado. Esta limitante o necesidad es identificada y señalada también en las experiencias de Apropisa y Cgizs.

Se recomienda incluir en las estrategias, programas y proyectos de desarrollo rural y

agropecuario, acciones para fortalecer el relevo generacional, mediante la -iniciación- de personas jóvenes e -integración- generacional.

El abordaje generacional como eje transversal facilitará el desarrollo de oportunidades y espacios para personas jóvenes, y su -integración- en los procesos desarrollo rural.

El relevo generacional como eje transversal se debe visualizar como una buena práctica en iniciativas de desarrollo rural y agrícola; la FAO y FIDA, la OIC, la Alianza Cooperativa Internacional, así como la Unión Europea, reportan tal inclusión en sus políticas, planes y programas.





FERTILIZACIÓN FOLIAR EN CAÑA DE AZÚCAR: CONCEPTO, PRINCIPIOS Y PRÁCTICA

Marco A. Chaves Solera¹

Introducción

La caña de azúcar es sin lugar a duda una de las especies vegetales más eficientes que existe virtud de la alta producción de biomasa producida, traducida básicamente en la cantidad y volumen de hojas y tallos (caña integral) que genera, medida en toneladas métricas; lo cual, durante su última etapa de madurez, expresa en forma de fibra, azúcares y derivados agrícolas y fabriles de amplio uso e interés comercial. Como acontece en cualquier actividad productiva y emprendimiento empresarial, particularmente las que operan en el campo agrícola y agroindustrial, los retos y desafíos que existen actualmente y con perfil futuro son de múltiple naturaleza y muchos muy difíciles de confrontar y superar; lo cual, sin embargo, constituye una imperiosa necesidad por atender y resolver si es que se pretende mantener operando, vigente y creciendo de manera competitiva y rentable en un entorno comercial tan complejo y exigente como el actual.

Esta realidad comercial obliga a los responsables empresariales a intervenir e impactar los rendimientos y los índices de productividad agroindustrial de la manera más significativa y rentable posible, cumpliendo y respetando además los principios y prolegómenos que orientan y fundamentan el desarrollo sostenible. Este imperativo productivo-comercial se procura resolver de manera pragmática incorporando factores,

elementos y estrategias técnico-administrativas modernas dotadas de una fuerte tasa de retorno y rentabilidad que generen un rédito final positivo en la ecuación producto generado/costo de inversión e implementación incorporado.

Propiamente en el campo cañero el desafío empresarial se enfrenta mediante la incorporación, adopción y el empleo de mecanismos e instrumentos biotecnológicos, los afines con la agricultura de precisión o de sitio, el



¹Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Especialista en el Cultivo de la Caña de Azúcar. Costa Rica. E-mail: chavessolera@gmail.com



uso de bioinsumos, la mecanización y automatización de procesos y prácticas; así como también, aquellos ligados con la mejora y el desarrollo genético de nuevas variedades. Esas opciones representan algunas de las estrategias y medidas empleadas y destinadas a procurar satisfacer esa pretenciosa pero necesaria meta. Se busca en todo esto como principio doctrinario, sustituir y superar lo tradicional por lo moderno, eliminar lo innecesario, adoptar y promocionar lo efectivo y eficaz, producir en armonía ambiental, minimizar los costos asociados y maximizar el potencial intrínseco que la planta de caña posee para traducirlo en más producción de caña y mayor concentración de sacarosa en los tallos industrializables de la planta.

Propiamente lo que compete particularmente al campo de la nutrición y la fertilización de plantaciones comerciales, se ha comprobado

que la adición de nutrientes al suelo tiene sus hondas y preocupantes limitaciones, que muchas veces resultan inconvenientes para desarrollar un proyecto de producción rentable, sostenible y competitivo. Esta deficiencia viene asociada a las dificultades naturales que ofrece la planta de caña para recibir una nutrición suficiente y balanceada, aunado a la impericia técnica observada en la ejecución de la práctica como lo señalara con detalle Chaves (2021d).

Dicha dificultad está determinada y coligada a dos elementos propios del cultivo, como son: a) su naturaleza extensiva y amplia distribución del área cultivada lo que introduce un factor de variabilidad edáfica muy alta y b) el rápido crecimiento de la plantación dificulta la aplicación óptima del fertilizante en el campo, lo cual varía mucho con el material genético sembrado.

Con el objeto de superar esas limitantes, dinamizar y agilizar además la práctica de la fertilización superando los problemas biomásicos y de relieve existentes, pero, sobre todo, favorecer la aplicación de micronutrientes esenciales, es que desde hace algún tiempo se viene investigando y validando la alternativa y factibilidad de incorporar las aplicaciones foliares como labor ordinaria de campo, al igual que acontece con la mayoría de los cultivos tradicionales. Buscando incursionar y abordar el tema de manera técnica, se exponen, analizan y comentan en el presente documento, algunos elementos a considerar necesarios para lograr un tratamiento y juzgamiento objetivo de las posibilidades y el potencial real que ofrece esa interesante y conocida opción tecnológica.

Antecedentes

Los antecedentes históricos nacionales revelan que antes del año 1985 era común encontrar en algunas empresas azucareras ubicadas en localidades cuyo entorno geográfico lo permitía, como era principalmente la zona del Pacífico Seco, el empleo de aplicaciones aéreas para adicionar los fertilizantes granulados, como lo mencionara Chaves (1999), lo cual incorporaba algunas ventajas relativas importantes, como eran:

- a) Se tenía aún un rezago y posicionamiento técnico del “adoctrinamiento” generado por la “Revolución Verde” y sus principios
- b) El modelo de “sustitución de importaciones” estaba en boga y buscaba el autoabastecimiento alimentario, motivo y razón por la cual se promovía e impulsaba la producción nacional
- c) Las aplicaciones aéreas eran moda en esa época y tenían gran aceptación y amplio uso

para adicionar agroquímicos, en especial insecticidas y fungicidas, como acontecía en cultivos como algodón, arroz y otros granos básicos, actividades de muy amplia difusión en ese período en la región guanacasteca

- d) Se podía cubrir un área de terreno cultivado importante en muy poco tiempo
 - e) Se liberaba personal de campo para emplearlo en otras actividades
 - f) El bajo costo de los fertilizantes y las aplicaciones aéreas lo permitía y favorecía
 - g) El desarrollo agropecuario en el país y la región era dinámico y muy importante lo que beneficiaba la disponibilidad de equipos e infraestructura apropiada
 - h) No existían tantas regulaciones y exigencias protocolarias en las aplicaciones aéreas
 - i) El tema ambiental en la agricultura no estaba aún muy desarrollado y restringido
 - j) La productividad agroindustrial era un concepto y aspiración muy importante pero no tan determinante como acontece en los tiempos actuales
- Con el paso de los años, la adopción de profundos cambios en la forma de producir y hacer comercio aunado a circunstancias económicas, ocasionó que el recurso y la práctica aérea perdieran fuerza por lo que fue pronto desestimada y eliminada, al menos en el caso de la caña de azúcar, lo cual aconteció por varias razones como fueron entre otras las siguientes:
- 1) El paradigma de la “Revolución Verde” fue pronto superado y sustituido por otros modelos con principios y prolegómenos muy disímiles como fue el Desarrollo Sostenible o Sustentable.



Por la intensa actividad fisiológica-metabólica propia del acelerado ritmo de crecimiento, alta producción de biomasa y profuso desarrollo general que mantiene la planta de caña durante todo su prolongado ciclo vegetativo (12-24 meses), las hojas como aparato de asimilación se encuentran permanentemente en una continua renovación con senescencia de las maduras y surgimiento de nuevos brotes (Foto 1). Su longevidad es muy versátil y dependiente de las variedades cultivadas, las condiciones ambientales prevaletantes, de manejo y fitosanidad del cultivo, estimándose la misma entre 60 a 75 días (2-2,5 meses) desde la fecha en que se abre completamente.

La posición de la hoja es importante en este aspecto, encontrando en Taiwán (Formosa) que las hojas más bajas del tallo de la variedad F 108 vivieron solamente de 30 a 40 días; en tanto que las ubicadas desde la quinta a la decimosexta

permanecieron de 60 a 150 días y arriba de la vigésima por lo regular funcionaron de 60 a 90 días. En contraste con las hojas superiores desarrolladas, las basales son muy pequeñas Van Dillewijn (1952).

El tiempo transcurrido entre la formación de nudos sucesivos en el tallo de la caña y sus correspondientes hojas se denomina plastocrono; también definido como el intervalo de tiempo que transcurre entre la aparición de dos primordios foliares consecutivos en el brote de una planta.

En Java se encontró que en promedio ese período era de 5 a 7,2 días para toda la fase de crecimiento; siendo menor en las variedades de maduración temprana respecto a las tardías, lo que se traduce en una emisión de hojas proporcionalmente más rápida. Se ha comprobado que las variedades tempranas se

caracterizan por tener un mayor número de hojas verdes activas. A manera de comparación y evidencia de la variación que hay entre diferentes tipos de plantas, señala Van Dillewijn (1952) que “...el plastocrono de la *Selaginella* es de un tercio de día; el del girasol, 5,6 días; el del agave, 16 días, y el del helecho *Pteris aquilina*, alrededor de un año.”

El tamaño determinado por la longitud y anchura de las hojas es variable y fluctúa con el grado de crecimiento, encontrándose desde inferiores a 400 cm² y hasta 850 cm² siendo común las de 500 a 700 cm². El número de hojas verdes es bajo en plantas jóvenes y aumenta gradualmente con la edad, llegando a tener 10 o más durante su máximo desarrollo. Van Dillewijn (1952) estimó una superficie total de hojas de 70.000 m² correspondiente a siete veces la superficie del suelo ocupado por la siembra.

Este valor considera en su estimación que el área superficial promedio de la lámina era de 0,05 m², lo cual proyectando a 10 hojas por tallo genera una superficie de hojas de 0,5 m² y considerando los dos lados de las hojas sería entonces de 1,0 m², que a razón de 70.000 tallos por hectárea aporta esa significativa área foliar. El área foliar total depende de dos factores: a) del número de hojas y b) la superficie media por hoja. Como se infiere, **la cantidad de biomasa foliar que dispone la planta de caña es muy voluminosa, lo que asegura en primera instancia un área potencial de absorción muy amplia.**

Se concluye en torno a ese tópico tan relevante para fines foliares, que el número de hojas verdes y activas que pueda existir en un tallo de caña está regulado y regido por dos factores básicos: a) el ritmo en que se producen las hojas y b) la longevidad individual que presente cada una de ellas; lo cual, considerando que la segunda debido a la heterogeneidad y variación natural que existe en las condiciones del entorno donde se ubican las plantaciones comerciales,

hace evidente que el número de hojas verdes que presente la planta seguirá con mayor dependencia las fluctuaciones del plastocrono. Es comprensible entonces, que en periodos donde el crecimiento es favorable, el número de hojas verdes y activas por tallo será mayor que cuando las condiciones son adversas al crecimiento.

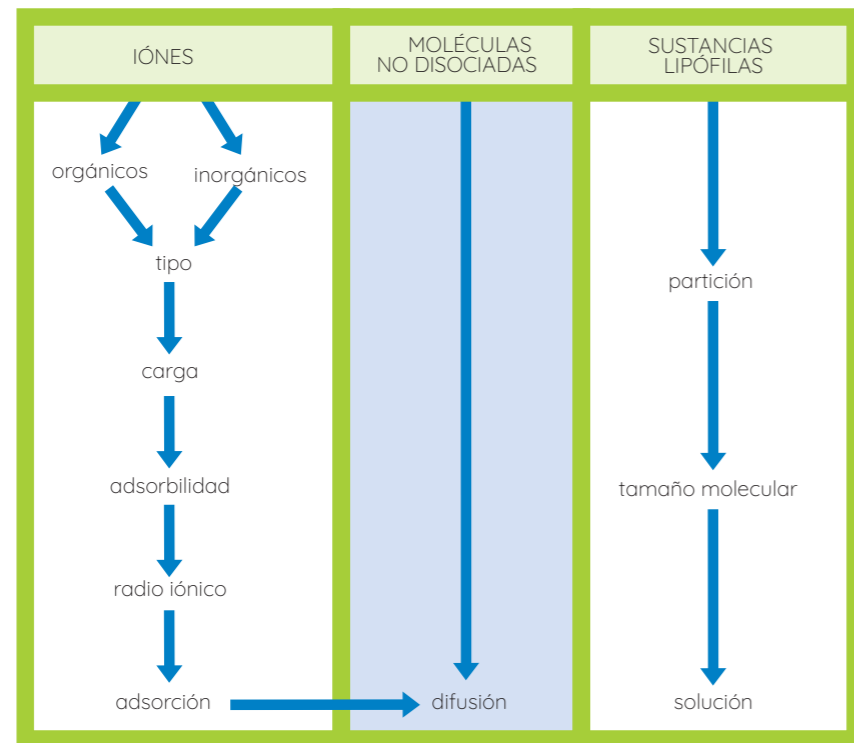
Cutícula

La cutícula es una capa no celular cerosa, externa a la planta que la protege de la desecación a la que es expuesta en la atmósfera; además de proveer una barrera para la entrada de bacterias y hongos. Constituye una película fina de naturaleza lipoidal que recubre todas las partes de la planta y que se mantiene en contacto permanente con el ambiente. En la hoja reviste toda la epidermis, los pelos, las escamas, los estomas y todos los elementos morfológicos de esa sección.

Es más espesa y de mayor grosor en la superficie superior (adaxial) de la lámina respecto a la inferior o abaxial. Penetra los ostiolos del estoma revistiendo las células guarda y en el interior de la hoja las células del mesófilo que limitan la cámara subestomática y las demás células que se encuentran en contacto con el oxígeno que ocupa los espacios intercelulares del mesófilo. Esa cutícula interna es más delgada.

La cutícula está según Camargo y Silva (1975) compuesta químicamente por cuatro componentes básicos y esenciales, que son:





Fuente: Trejo *et al* (2013).

Figura 2.

Penetración de sustancias a través de la cutícula.

Estomas

Los estomas son estructuras especializadas formadas por dos células adjuntas, células oclusivas o células guardas, que en la mayoría de las monocotiledóneas como la caña de azúcar tienen forma arriñonada, dejan entre sí un orificio llamado ostíolo. Las células oclusivas son vivas con pared primaria delgada excepto donde limita al ostíolo, poseen núcleo visible y cloroplastos por lo que tienen actividad fotosintética.

No cabe la menor duda que conocer sobre las vías por las cuales la caña de azúcar pierde agua

en su sección superior (tallos y hojas), resulta importante para proyectar en torno al posible efecto inverso que podría eventualmente existir y ser aprovechado en las aplicaciones foliares; el tema de los estomas reviste especial interés en este proceso por lo mucho que se especula al respecto. Los estomas cumplen dos funciones vitales: a) favorecer la transpiración y la pérdida de agua y b) favorecer el intercambio de gases CO₂ y O₂.

Apunta Willmer (1983) en torno a la función e importancia de los estomas, que “El papel prin-

cipal de los estomas es el de regular la entrada del CO₂ en la hoja para la fotosíntesis y, al mismo tiempo, permitir la salida del vapor de agua que se evapora de las paredes celulares en contacto con los espacios aéreos dentro de la hoja.” Agrega de igual manera con relación al mismo asunto, que “Una parte del agua que se pierde sirve para el enfriamiento evaporativo de la hoja cuando está expuesta a temperaturas altas, pero mucha se pierde innecesariamente cuando los estomas están abiertos.”

Es conocido que la pérdida de humedad en la caña de azúcar se da principalmente por dos medios: a) en forma líquida a través de la **exudación** y b) en forma de vapor por la **transpiración**. Sucede que para que exista transpiración es necesario que la superficie alrededor de la planta no se encuentre saturada por humedad, pues ello la estimula y favorece; caso contrario, si hay saturación del medio, ese mecanismo se reduce y limita siendo entonces la exudación, como se ha comprobado, la única forma de perder agua en esta condición tan particular.

Las pérdidas por transpiración se dan por medio de los estomas y la cutícula que cubre la sección exterior de la epidermis. En las plantas en general se ha demostrado que la transpiración estomática es considerablemente muy superior respecto a la cuticular, aunque algunos estudios revelan alguna particularidad y excepción para la caña de azúcar en este sentido.

Esa conclusión surge del hecho comprobado de que la planta de caña duplica en cantidad de estomas en su superficie inferior (abaxial) respecto a la superior (adaxial) como se expone en el Cuadro 1; pese a lo cual, el promedio de transpiración es muy similar en ambas superficies, lo que demuestra un aporte importante de la vía cuticular favorecida por la presencia de las grandes células buliformes de cutícula delgada como causantes de este hecho.



SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

Por mucho tiempo se consideró que el movimiento de solutos se daba a través de los estomas; sin embargo, ahora se sabe, como manifestara Marschner (1995), que la cutícula es atravesada por numerosos canales hidrofílicos permeables al agua y a moléculas pequeñas de solutos. Esos microporos tienen un diámetro menor a un micrón, se extienden con una alta densidad y están recubiertos por cargas negativas, las que se incrementan en densidad hacia la sección interna, facilitando con ello el movimiento de los cationes.

El movimiento a través de la cutícula depende de factores como son la concentración de nutrientes presente, el tamaño de las moléculas, la forma orgánica o inorgánica prevaleciente, el tiempo de residencia de la solución sobre la superficie de la hoja, la carga y la densidad a través de la cutícula, etc. Se tiene por comprobado que ante la incidencia de un estrés hídrico pueden darse cambios en la estructura cuticular de las hojas, como son:

- Un incremento importante en el espesor de la cutícula.
- Modificación en la composición de la cutícula, aumentando el contenido de ceras de alto peso molecular (cadenas más largas) que incrementan la hidrofobicidad.
- Esas modificaciones generan un decrecimiento en la absorción de agroquímicos incorporados por esa vía, como es el caso de urea, nutrimentos, hormonas, madurantes etc.

Queda debidamente evidenciado que la penetración/absorción nutricional puede ocurrir por medio de las diversas estructuras y elementos presentes en el tejido foliar. La penetración principal se realiza sin embargo de manera directa a través de la cutícula y opera de forma pasiva. Los primeros iones en penetrar son los cationes dado que éstos son atraídos hacia

las cargas negativas presentes en el tejido, movilizándose pasivamente de acuerdo con el gradiente existente - alta concentración externa y baja en el interior. Transcurrido un tiempo los cationes que han ingresado modifican el equilibrio eléctrico del tejido provocando que éste sea menos negativo y más positivo. Es así como los aniones ingresan en el tejido de igual forma que los cationes.

Debido a que la penetración es de carácter pasivo, la tasa de difusión a través de la membrana es proporcional al gradiente de concentración existente en el medio; por lo tanto, si se consigue una concentración alta sin afectar y quemar el tejido celular, podría mejorar significativamente la penetración de manera muy significativa, lo cual es sin embargo de mucho cuidado.

Rosolem (2002) atribuye las diferencias observadas en la eficiencia de absorción y translocación de nutrientes aplicados vía foliar, al espesor de la cutícula, la cantidad de cera presente y su capacidad de humedecer la superficie de la hoja, lo que influye de manera positiva pero también negativa en los resultados, argumentan.

La vía foliar favorece y permite en definitiva que los nutrimentos ingresen en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o el envés de las hojas, asimismo a través de los espacios submicroscópicos denominados ectodesmos de las hojas, como también al dilatarse la cutícula foliar se producen espacios vacíos que permiten su penetración.

Los nutrientes se absorben por el follaje de la planta con una velocidad notablemente diferente de acuerdo a su capacidad de ingreso y movilización dentro de la planta, como se anota en los Cuadros 4 y 5. El nitrógeno destaca por su rapidez de absorción requiriendo de manera muy general, apenas de 0,5 a 2 horas para que el



50% de lo aplicado penetre en la planta; los otros elementos demandan tiempos diferentes destacando el fósforo por su lenta absorción, requiriendo hasta 10 días para que el 50% sea absorbido.

El K se estima que requiere para su absorción entre 10 a 24 horas y el Molibdeno de 10 a 20 días, lo cual es sin embargo variable dependiendo de la presencia, incidencia e intensidad de varios factores bióticos y abióticos vinculados con el mecanismo y el proceso.

El tiempo implicado en la absorción de nutrientes aplicados por la vía foliar es muy variable, como se demuestra en el Cuadro 4, expresado como el tiempo requerido para absorber un 50% del total aplicado.

Cuadro 4.

Velocidad de absorción foliar de diferentes

Nutriente	Tiempo de absorción
Urea	0,5 - 2 horas
K	10 - 24 horas
Mg	10 - 24 horas
Ca	10 - 24 horas
Mn	1 - 2 días
Zn	1 - 2 días
Cl	1 - 4 días
P	5 - 10 días
S	5 - 10 días
Fe	10 - 20 días
Mo	10 - 20 días

Fuente: Camargo y Silva (1975).

SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

- 2) Cultivos o variedades con hojas de cutícula gruesa y cerosa pueden ofrecer resistencia a la penetración y acción de la solución, generando bajas tasas de penetración.
 - 3) El riesgo de generar contaminación por deriva o descontrol en la adición es alto.
 - 4) Puede generarse alguna fitotoxicidad en las plantas por quema o necrosis, favorecida por el uso de soluciones concentradas o secamiento rápido de la solución en la superficie provocando ese efecto.
 - 5) Aplicados en superficies hidrofóbicas pueden escurrirse e inducir pérdidas y/o inacción del producto.
 - 6) Pueden ocurrir problemas asociados con la solubilidad del producto.
 - 7) Se lavan y pierden con la lluvia si no adoptan los correctivos y medidas pertinentes.
 - 8) Puede darse un rápido secado de las soluciones rociadas que limita la penetración de los solutos.
 - 9) La cantidad de macronutrientes que puede ser suministrada es limitada y por ello insuficiente.
 - 10) Las tasas de traslado y movilización son limitadas para algunos nutrientes minerales.
 - 11) Algunos nutrimentos pueden tener limitantes en su movilización y translocación por el interior de la planta, por lo que su acción es puntual y exclusiva en el lugar donde fueron absorbidos (Cuadro 5).
 - 12) Puede ocurrir pérdida de producto por rociado en sitios no seleccionados ni previstos como objetivos agrícolas (bordes, caminos, fuentes de agua, etc.).
 - 13) Solo una pequeña cantidad del nutriente puede ser absorbida por vez o por momento de pulverización.
 - 14) La superficie foliar efectiva disponible puede ser una limitante (plantas de semillero o dañadas).
 - 15) El riesgo y peligro de provocar heterogeneidad productiva puede acentuarse por causa de aplicaciones desequilibradas y/o desuniformes.
- La fase de administración y planeamiento previo** requerida para hacer uso eficiente y efectivo de esta modalidad debe necesariamente considerar e incorporar varios elementos, como son:
- 1) El estado fenológico conveniente que se corresponda con la función y forma de acción metabólica del nutriente aplicado. El concepto de función y funcionalidad del nutrimento cobra importancia y aplicabilidad pragmática.
 - 2) Las plantaciones seleccionadas para ser aplicadas sean de ciclo planta, retoño (soca) o de semilleros, deben contar con un alto nivel productivo (≥ 80 toneladas de caña/ha). No se justifica ni es razonable su empleo donde la expectativa productiva es baja o el estado de la plantación es muy deficiente, sea por antigüedad o mal manejo.
 - 3) Las plantaciones deben ser preferiblemente homogéneas, sin fallas ni vacíos en su población de plantas.
 - 4) La condición de fertilidad del suelo debe ser conocida y previamente corregida donde sea necesario y pertinente. No tiene caso ni sentido empresarial hacer una aplicación foliar si la expectativa de mejora productiva es baja y poco rentable.

- 5) La plantación debe ser nutrida (fertilización base al suelo) con dosis apropiadas de acuerdo con la condición, posibilidades y expectativa esperada. La fertilización foliar no resuelve todo, solo complementa.
- 6) El cañaveral no debe encontrarse en un estado de estrés sea ambiental, hídrico, mineral o fitosanitario.
- 7) Se debe tener claro y conocido que elemento(s) nutricional(es) se van a corregir, con que productos, en qué momento y como se hará.
- 8) Las condiciones ambientales (humedad, temperatura, luz, viento) deben ser las convenientes y apropiadas para optimizar y maximizar la efectividad de la aplicación.
- 9) La formulación debe cuidar mucho la concentración deseada, la calidad del agua utilizada, los coadyuvantes empleados y la calibración del equipo vinculado.
- 10) La topografía y el relieve del lugar deben satisfacer las condiciones y requerimientos básicos y necesarios que demanda una aplicación terrestre o aérea, si fuera del caso, de manera que asegure una distribución efectiva y homogénea del producto asperjado en toda la plantación. Este factor resulta determinante de considerar virtud de la conocida heterogeneidad que existe en Costa Rica en las diferentes regiones productoras de caña de azúcar, como lo demostrara Chaves (2019).
- 11) Deben tomarse y extremarse todas las medidas de seguridad pertinentes que eviten la contaminación y minimicen el riesgo naturalmente implícito.

Insumos, dosis y aplicación

Los factores bióticos y abióticos que influyen en grado e intensidad variable pero de manera determinante en la fertilización foliar, pueden clasificarse en tres grupos: a) aquellos asociados a la planta, b) al ambiente y c) los relacionados propiamente con el insumo y la formulación foliar. Entre los aspectos propios implicados directamente con la planta (a), se consideran la condición de la cutícula, los estomas y los ectodesmos en la absorción foliar y con ello la especie y variedad genética. En el caso de los ambientales (b), se incluyen temperatura, luz, humedad relativa, viento y hora de aplicación. En la formulación foliar (c) se involucra la calidad del agua, el pH de la solución, la calidad y características de los surfactantes y adherentes empleados, la presencia de sustancias activadoras, la concentración de la solución, los nutrimentos adicionados y el ión acompañante en la aspersión.



SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

- Chaves Solera, M.A. 2021c. *¿Cuánto Nitrógeno se aplica en las plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica?* Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(17): 5-26, agosto.
- Chaves Solera, M.A. 2021d. *Sugerencias y recomendaciones para el uso óptimo de fertilizantes en la caña de azúcar.* Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(26): 8- 23, diciembre.
- Chaves Solera, M.A. 2021e. *Amonificación y volatilización de nitrógeno en suelos cañeros.* Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(21): 6-22, octubre.
- Coleti, J.T. 1989. *Adubação Foliar em Cana-de-Açúcar: Uma experiência da Usina São José de Macatuba-SP.* Em: Adubação Foliar. Coordinado por Antonio Eneidi Boaretto e Ciro Antônio Roselem. Campinas, Brasil, Fundação Cargill. p: 401-415.
- Demattê, J.L.I. 2019. *Adubação foliar e teor de potássio em cana planta e soca - antes e após a não queima da cana.* Revista STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos 37(3): 30-35. Jan-Fev.
- Devlin, R.M. 1975. *Fisiología Vegetal.* Barcelona, Omega. p: 256-280.
- Dirección Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. 1991. *Informe Anual de Labores 1990.* San José, Costa Rica. DIECA-LAICA. 179 p.
- Dirección Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. 1994. *Informe Anual de Labores 1993.* San José, Costa Rica. DIECA-LAICA. 245 p.
- Epstein, E.; Bloom, A. 2006. *Nutrição Mineral de Plantas: Principios e Perspectivas.* 2 edic. Trad. María Edna Tenório Nunes. Londrina, Brasil. Editora Planta. 403 p.
- Figueiredo, P.A.M. 2013. *Falando de Cana: Fisiologia da Produção Agrícola "Particularidades do controle estomático".* Revista STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos 31(6): 61-62. Julho-agosto.
- Figueiredo Filho, C.P.; Lima, D.F. 2014. *Experiencia del ingenio Serra Grande en nutrición foliar.* En: Congreso de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y El Caribe, 9, 2014, San José, Costa Rica. Memoria. Heredia, Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y El Caribe (ATALAC), agosto. p: 143-156.
- Filho, J.O. 2003. *Boro e Zinco em Cana-de-Açúcar.* En: Congreso de ATACORI "Ing. Agr. José Luis Corrales Rodríguez", 15, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2003. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre. p: 207-208.
- García Casado, E. 2017. *Evaluación del efecto del fertilizante foliar compuesto por boro al 10% y molibdeno al 0,2% en tres dosis como madurante en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum spp.), diagnóstico y proyectos ejecutados en administración Taxisco, Ingenio Magdalena S.A., Santa Rosa, Guatemala, C.A.* Trabajo de Graduación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Área Integrada, septiembre. 95 p.
- Gauch, H.G. 1972. *Inorganic plant nutrition.* Stroudsburg, Dowdon, Hutchinson & Ross.
- Hewitt, E.J.; Smith, T.A. 1974. *Plant mineral nutrition.* London, English Universities. p: 29-81.
- Humbert, R.P. 1974. *El Cultivo de la Caña de Azúcar.* 4ta Impresión. México, Compañía Editorial Continental. p: 264-275.
- IAA/PLANALSUCAR. 1983. *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil.* Coordenação: José Orlando Filho. Piracicaba, Brasil. 369 p.
- Lopes, A.S. 1991. *Micronutrientes: filosofia de aplicação, fontes, eficiência agrônômica e preparo de fertilizantes.* In: Micronutrientes na Agricultura. Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P. da (Edi). Piracicaba: POTAFOS/CNPq. p: 357-409.
- Lorenzetti, J.M.; Coleti, J.T. 1981. *Adubação Foliar em Cana-de-Açúcar: Uma experiência da Usina São José-Macatuba/SP.* Em: Simpósio de Adubação Foliar. 1º. Coordinado por Antonio Eneidi Boaretto e Ciro Antônio Roselem. Campinas, Brasil. Anais. FEPAF, Botucatu. p: 32-50.
- Malavolta, E. 1980. *A absorção de elementos pelas folhas.* Em: Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. E. Malavolta. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres Ltda. p: 80-94.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants.* Second edition. London: Academic Press. 889 p.
- Mengel, K.; Kirkby, E. A. 2001. *Principles of plant nutrition.* 5th ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 849 p.
- Mocellin, R.S.P. 2004. *Princípios da Adubação Foliar.* Coletânea de dados e revisão bibliográfica. Canoas, Niterói-RS. OMEGA Fertilizantes. 83 p.
- Morelli, J.; Demattê, J. L. I.; Dalben, A. E. 1997a. *Parcelamento da adubação nitrogenada em cana-planta: aplicação no solo.* Revista STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos, v. 15.
- Morelli, J., Demattê, J.L.I.; Nelli, E. 1997b. *Parcelamento da adubação nitrogenada em cana-planta e cana-soca: aplicação foliar.* Revista STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos, v. 16.

Sabe a lo
que nunca
has probado!
Nuevas bebidas instantáneas



Bajo en calorías

Con extracto de
Stevia

Descubrí tu sabor