



REVISTA



# ENTRE CAÑEROS



NÚMERO 26 • MAYO 2024. 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 gusto para el equipo de trabajo del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA) de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), presentar el número 26 de nuestra Revista Entre Cañeros en el que les compartimos temas de interés del acontecer azucarero costarricense con la comunidad general.

Les hacemos llegar tres temas interesantes: 1) una recopilación anecdótica de la experiencia vivida en Costa Rica con la llegada de la enfermedad de la roya naranja de la caña de azúcar en la que se justifican las acciones realizadas para mitigar los efectos en la producción; 2) se revelan unos interesantes resultados de una prueba de variedades con potencial productivo en la zona Este de la Región de Guanacaste; y 3) una notable nota técnica que analiza las características y el comportamiento productivo de las variedades de caña de azúcar con un enfoque y proyección a futuro.

Esperamos que nuestro contenido les sea de provecho y no duden en hacernos llegar sus comentarios y observaciones para la mejora de este medio.

**Ing. Erick Chavarría Soto**  
Editor  
Revista Entre Cañeros  
Correo-e: [echavarria@laica.co.cr](mailto:echavarria@laica.co.cr)

## CONTENIDO

02

Presentación

05

Enfermedad Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en las plantaciones cañeras de la Región Sur: Una historia que no se debe olvidar. Génesis y acciones iniciales; período 2007-2008.

31

Análisis comparativo entre la producción estimada (experimental), y la cosecha comercial (real), de 6 variedades de caña de azúcar en un suelo Inceptisol en el distrito de Porozal, Cañas, Guanacaste

45

Genética de las variedades de caña de azúcar sembradas actualmente y con potencial comercial futuro en Costa Rica

**Revista Entre Cañeros**  
Número 26, Mayo del 2024. 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](http://www.laica.co.cr)

**Editor**  
Ing. Agr. Erick Chavarría Soto



## Campaña de Prevención del Trabajo Infantil en el Sector Azucarero Centroamericano.

**AIICA**  
ASOCIACIÓN DE AZUCEREROS DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Implementada por la Asociación de  
Azucareros del Istmo Centroamericano - AIICA

Con la colaboración de

**THE  
Coca-Cola  
COMPANY**

**INTEGRARSE**

y el apoyo técnico de

**OTI**  
Organización  
Internacional  
del Trabajo



“Esta es una sección para opinión y discusión sobre temáticas de índole 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.”



# ENFERMEDAD ROYA NARANJA (*Puccinia kuehnii*) EN LAS PLANTACIONES CAÑERAS DE LA REGIÓN SUR: UNA HISTORIA QUE NO SE DEBE OLVIDAR. GÉNESIS Y ACCIONES INICIALES; PERÍODO 2007-2008.

Julio César Barrantes Mora<sup>1</sup>, Erick Chavarría Soto<sup>2</sup>

## Introducción

El devastador impacto causado por el ingreso al país de la enfermedad conocida como roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en las plantaciones de caña de la Región Sur tiene una historia relativamente reciente y las consecuencias de los efectos negativos aún está plasmado en la memoria de productores y técnicos involucrados a la actividad agroindustrial de la caña de azúcar de la Región Sur; por tanto, se considera de suma importancia dejar documentado cómo sucedió la epidemia, los efectos en las plantaciones y sobre todo dejar constancia de las acciones iniciales realizadas para enfrentar en corto plazo los efectos y combatir la problemática para el mediano y largo plazo.

El objetivo de este trabajo es hacer un recuento de las acciones ejecutadas desde el momento que apareció la enfermedad roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en las plantaciones de caña de la Región Sur.

## La actividad cañera en la Región Sur

La actividad agroindustrial de la caña destinada a la fabricación de azúcar se



<sup>1</sup> Coordinador Región Sur, Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Correo – e: jbarrantes@laica.co.cr

<sup>2</sup> Programa Fitosanidad, Área de Enfermedades, Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Correo – e: echavarria@laica.co.cr

desarrolla formalmente en la Región Sur de Costa Rica desde el año 1974, siendo por ello la más nueva en establecerse en el país. Se ubica en los cantones de Pérez Zeledón perteneciente a la provincia de San José y el cantón de Buenos Aires perteneciente a la provincia de Puntarenas. Desde entonces la actividad ha ido creciendo paulatina y sistemáticamente hasta convertirse actualmente en uno de los principales cultivos agrícolas de la región, contando una infraestructura de producción bien establecida; misma que se vio seriamente amenazada a partir de julio de 2007 por la presencia en las plantaciones de la enfermedad roya naranja.

Está ubicada en la sección noroeste de la Región Brunca, y se desarrolla en una franja geográfica que mide aproximadamente 20 km de ancho (sentido este-oeste) y 90 km de largo (sentido Norte - Sur) que va paralela a la carretera interamericana, iniciando en la sección más al norte en las comunidades de Toledo y Pedregoso en el distrito de San Isidro de El



Figura 1

Ubicación geográfica de la Región Sur de Costa Rica.



General y terminando en la parte más al sur en la comunidad de Potrero Grande en el cantón de Buenos Aires.

El proceso industrial de la materia prima se realiza en un único Ingenio Azucarero que hay en la Región llamado Ingenio El General Milton Fonseca Balmaceda propiedad de CoopeAgri El General R.L. que está ubicado en la comunidad de Peñas Blancas y tiene una capacidad de molienda de aproximadamente 4.000 toneladas métricas por día.

## Antecedentes y descripción del problema

En años anteriores al 2007; la presencia de la roya común (*Puccinia melanocephala*) en las plantaciones de caña de azúcar de la Región Sur no mostró problema alguno, y fue una enfermedad que presentaba un comportamiento errático de una temporada a otra dentro de la actividad cañera regional.



Figura 2

Ataques de roya común (*Puccinia melanocephala*) observados en plantaciones comerciales de caña de la variedad SP71-5574 en la Zona Sur. A) Presencia de roya común en el año 2004 con un 2% del área foliar afectada. B) Presencia de roya común en combinación con mancha de anillo (*Leptosphaeria sacchari*) con un 5% del área afectada por *P. melanocephala*

agudizaba con un marchites generalizada.

Las lesiones mostraban una profusa producción de esporas por la parte inferior de la hoja, siendo mucho mayor que en temporadas anteriores, lo cual era plenamente confirmado técnicamente con las vistas de campo. Hasta ese momento se consideraba que el ataque era causado por la roya común (*Puccinia melanocephala*).





Figura 2. Evolución de la roya en una plantación comercial de la variedad SP71-5574 durante el año 2007 en la Zona Sur: A) junio, B) julio, y C) septiembre del 2007.

## Figura 2

Evolución de la roya en una plantación comercial de la variedad SP71-5574 durante el año 2007 en la Zona Sur:

A) Junio, B) Julio, y C) Septiembre del 2007

## La variedad SP 71-5574

Aunque parezca paradójico; el hecho de que DIECA haya introducido, evaluado, seleccionado y recomendado un material como la variedad SP 71-5574 a inicios de la década de los años 90; con un alto grado de adaptabilidad a la región y de un altísimo potencial agroindustrial, se convirtió en un problema regional; desde dos puntos de vista: Primero; lo difícil de encontrar nuevos materiales que igualen o lo superen esta variedad, no obstante los esfuerzos constantes de introducción y selección de variedades que año a año se realizan en la Región Sur; provocando desde inicios de los años 90 una altísima concentración (97%) de siembras comerciales basado solo en este material; corriendo con los riesgos fitosanitarios lógicos y conocidos al tener casi un único material genético; situación que siempre fue motivo de preocupación y de divulgación constante en los eventos o reuniones tanto con productores como con las organizaciones regionales asociadas al sector y segundo; el productor no visualizaba en ningún momento por qué sembrar otro material de menor calidad agroindustrial; si la variedad SP 71-5574 le generaba muy buena respuesta productiva y hasta el año 2007 no había sufrido de ninguna ataque de enfermedad que realmente preocupara; como lo sucedido a partir de Julio de 2007 con el ataque de la Roya Naranja; en donde ya empezó a buscar otras opciones varietales para introducir en sus fincas.

## Acciones iniciales

A raíz de la problemática presente en las plantaciones de caña de la región en la variedad SP 71-5574; se convoca a dos giras de emergencia los días 12 y 13 de julio de 2007 bajo la coordinación de DIECA Región

Sur; con la finalidad de valorar los niveles de daño de lo que se cría en un principio era un ataque severo de roya común (*Puccinia melanocephala*) en la variedad SP71-5574. Dichas giras se tuvo la participación de las siguientes personas en representación de LAICA-DIECA, CoopeAgri, Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur y Productores Independientes.

- Erick Chavarría Soto. Encargado Fitosanidad de DIECA.
- Julio César Barrantes Mora. Coordinador Regional de DIECA
- Marco Antonio Chaves Solera. Gerente de DIECA
- Randall Ocampo Chinchilla. Programa de Agronomía de DIECA
- Rolando Benavides. Programa de Servicio al Productor de CoopeAgri
- Minor Corrales Chaves. Gerente de Suministros de CoopeAgri R.L.
- Carlos Molina Vargas. Director de Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur
- German Solís Badila. Presidente de la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur.
- Virgilio González Bolaños. Director Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur
- Luis Bonilla Venegas. Director de la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur

- Carlos Vargas Morera. Director de la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur
- Marta Quirós Godínez. Productora Región Sur
- Guillermo Quirós Godínez. Productor Región Sur

A raíz de lo observado en dichas giras se realiza un informe por parte del Ing. Erick Chavarría Soto denominado: **"Informe de la Visita Realizada a las Plantaciones Afectadas con Roya (Puccinia melanocephala) en la Región de Pérez Zeledón"**.

En el mismo se indica que la esporulación es una característica que no se ha observado tan abundante en otros años y que no hay certeza de que la ausencia de uredósporas en algunas de las fincas con ataques más severos, sea una consecuencia de la exposición a condiciones ventosas, debido a que la ausencia de éstas en las lesiones ha sido una característica prevaleciente en temporadas anteriores y ya entre las recomendaciones planteadas estaban:

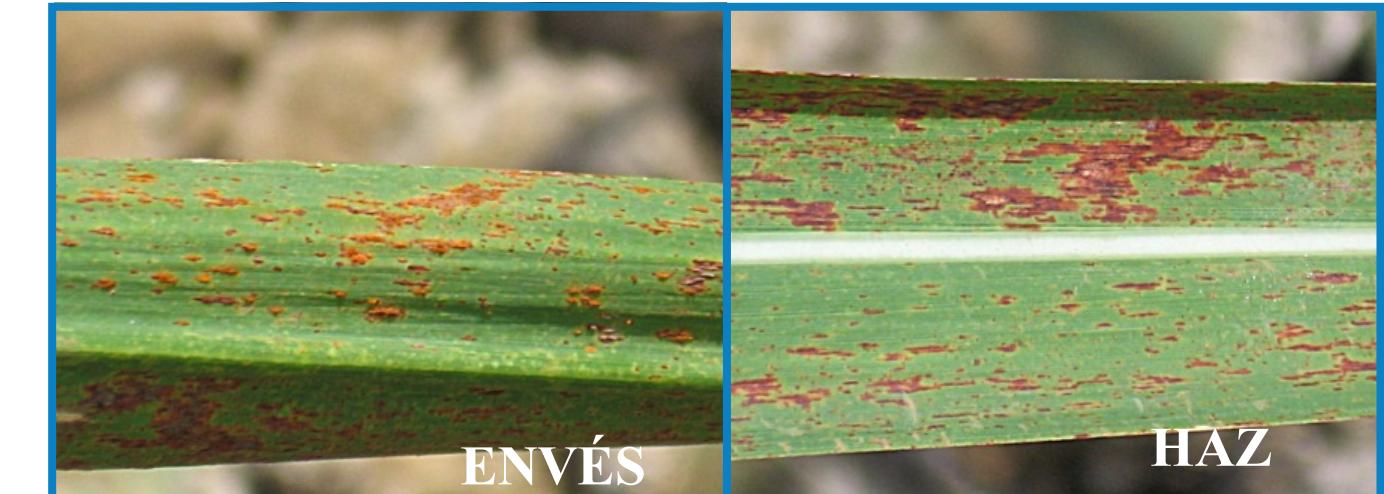
- Es necesario establecer en la región un programa de cambio varietal que integre al menos las variables de adaptabilidad de las variedades, riesgo de ataques de roya (y otras plagas), y programación de la corta. El mismo no debe contemplar la sustitución total de la SP71-5574.
- Monitorear el estado de la enfermedad en la región por medio de análisis espacial y en el tiempo.
- Establecer estudios detallados de clima que permitan determinar

el efecto que pueda tener sobre la enfermedad, y otros aspectos importantes en la producción.

Ante el panorama que se estaba presentando y debido a reportes de Estados Unidos, México y Guatemala, de la presencia de una nueva especie de roya en la región, denominada roya naranja (*Puccinia kuehnii*) confirmada la presencia en Estados Unidos el 25 de Julio de 2007 (Ver Anexo 1) se empezó a tener sospechas de la posible presencia de la enfermedad en la región, por lo que se procedió a recopilar la información necesaria para realizar la identificación del patógeno; situación que DIECA diera por oficial el 10 de marzo del 2008 en la CIRCULAR N° 04-2008 (Ver Anexo 2).

Inicialmente el problema se maneja de una manera exploratoria, de diagnóstico e informativa hacia los productores; para lo cual se realizaron actividades de transferencia variadas en el período comprendido de Julio de 2007 que es cuando se hace oficial el anormal comportamiento de la enfermedad del cultivo y mayo de 2008.

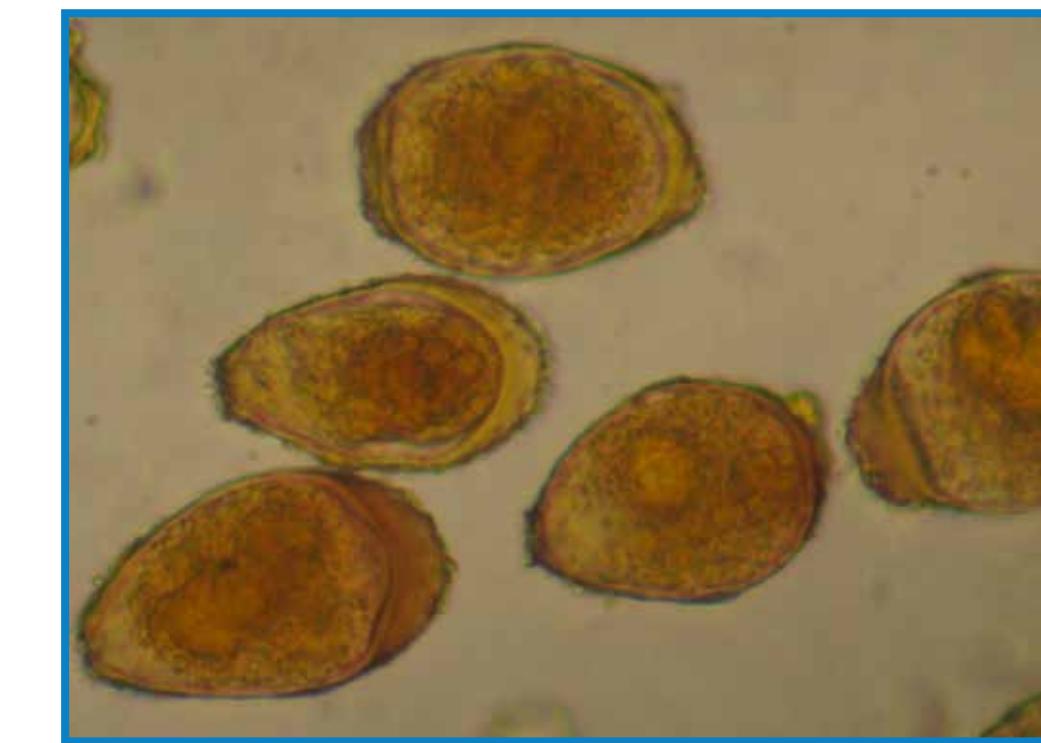
Adicionalmente se inician las primeras evaluaciones de identificación de la enfermedad; las valoraciones de control químico y los primeros efectos de daño en la producción; que se documentaron en un informe presentado en abril de 2008 por el Ing. Erick Chavarría Soto e Ing. Julio César Barrantes Mora denominado: "Acciones estratégicas y en proceso como respuesta para enfrentar el ataque de la roya en la Región Sur"; en el cual se detallan una serie de acciones vinculantes para enfrentar la situación presente.



**Figura 3**

Presencia de Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en plantaciones de Caña de la Región Sur.

Haz y envés de la Hoja. 2008



**Figura 4**

Esporas de *Puccinia kuehnii* (1.000 aumentos) obtenidas a partir de lesiones foliares en la variedad de caña de azúcar SP 71-5574 en el cantón de Pérez Zeledón, San José. Costa Rica, noviembre del 2007 (Foto por Chavarría, 2007).



## Impactos productivos zafra 2007-2008

El impacto productivo y económico provocado por la enfermedad en la Región Sur en la zafra 2007-2008 en la Región Sur (Pérez Zeledón y Buenos Aires) es realmente impresionante y muy preocupante; como lo demuestra el hecho de que la producción de caña (TM) y de azúcar fabricada de esa zafra en relación al promedio de las tres zafras anteriores (2004/2005; 2005/2006; 2006/2007) fue inferior en -79.515 TM y -213.889 bultos de azúcar (96º) de 50 kg, lo que fue equivalente al -26,61% y -28,78% respectivamente.

Si se compara el resultado final de la zafra 2007/2008 con la anterior (2006/2007); las pérdidas para las mismas variables fueron del orden de -79.754 TM y -177.234 Bultos de Azúcar (96º) de 50 kg, correspondientes a -26,67 % y -25,08% respectivamente.

## Diagnóstico regional

Dado que en el artículo 13 de la ley de Protección Fitosanitaria No. 7664 que dice: "Previa recomendación del Servicio

Fitosanitario del Estado, el Poder Ejecutivo podrá declarar estado de emergencia por plagas de importancia cuarentenal o económica que amenacen la producción agrícola..." se realizó un diagnóstico regional con la finalidad de que sirviera de sustento técnico para las autoridades gubernamentales a la hora de la declaratoria de emergencia fitosanitaria.

La aplicación del instrumento para recopilar la información se aplicó del 21 al 25 de julio del 2008, con la participación de un equipo técnico conformado por LAICA (a través de DIECA), CoopeAgri R.L, (Departamento de Operaciones Agrícolas e Ingenio), La Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur, y El Ministerio de Agricultura y Ganadería por medio del Servicio Fitosanitario del Estado Región Brunca y de la Agencia de Servicios Agropecuarios de San Isidro de El General y el objetivo fue realizar un diagnóstico de campo para determinar con mayor precisión el comportamiento de la enfermedad en la Región y poder tener un mejor sustento técnico a la hora de realizar las gestiones de declaratoria de emergencia.

Los resultados de dicho trabajo se publicaron setiembre de 2008 denominado: "Resultados del Estudio de la Situación de la

Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en el cultivo de la Caña de Azúcar en los Cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires" y que tenía como objetivos básicos poder diagnosticar el daño provocado por la Roya naranja en las plantaciones de caña de azúcar de la Región Sur así como determinar aspectos básicos de manejo de plantaciones.

Los resultados de este estudio en la variedad SP 71-5574 indican que se tuvieron niveles de infección promedio de Área Foliar Afectada (AFA) a mediados de julio 2008 del 18,7% en caña soca y 16,4% en caña planta. Además, respecto al manejo de la enfermedad el diagnóstico indica que el fungicida más utilizado para el combate de la roya naranja (*P. kuehnii*) es el cyproconazol (triazol cuyo mecanismo de acción es sistémico y que actúa como inhibidor de la síntesis del ergosterol a nivel del hongo).

El mismo es utilizado por el 79,7% de los productores. Es importante resaltar que este documento fue fundamental; como apoyo técnico; utilizado en la declaratoria de emergencia fitosanitaria en la región.

## Declaratoria de emergencia

La declaratoria de emergencia surge al inicio por la necesidad de realizar acciones de control químico de la enfermedad en las plantaciones afectadas en el 2008; apoyados en resultados satisfactorios obtenidos en investigaciones previas a nivel local y documentadas en el informe presentado por BARRANTES, J.; CHAVARRIA, E. en abril de 2008, página 17 titulado: "Acciones Estratégicas Realizadas y en Proceso como Respuesta para Enfrentar el Ataque de Roya".

Ante la respuesta positiva en materia de control químico de la enfermedad; CoopeAgri R.L. a través de su Sección

Agrícola hace gestiones ante el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) para realizar fumigaciones aéreas para el control químico de la enfermedad; obteniendo siempre una posición negativa en los permisos respectivos; ya que no habían productos químicos registrados para controlar enfermedades en caña; como lo hiciera saber el Ing. Oldemar Navarro Acuña en calidad de Gerente Agrícola de CoopeAgri, en una nota enviada a DIECA- Región Sur el 14 de julio de 2008 quién manifiesta: "Le informo que he estado realizando intensas gestiones para lograr realizar la aplicación aérea en la región, sin embargo no es posible que el regente remita ninguna receta dado que el Cyproconazole (Atemi 10 SL) no está registrado para caña y mucho menos para aplicaciones aéreas.

Envié nota a la Ing. Ofelia May, quién es la encargada de registro, pero según conversaciones con ella es difícil por esta vía. El protocolo de registro requiere de múltiples análisis, requisitos y debe realizarlo la casa comercial." Ante la petitoria de apoyo de CoopeAgri; la Dirección Ejecutiva analiza e informa al Coordinador Regional el 17 de julio de 2008; que lo más prudente es "que el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) declare una **condición roja declarando emergencia regional** por causa de la "roya naranja", lo cual habilitaría y posibilitaría entonces como medida alternativa el empleo de plaguicidas (aún no autorizados), de así considerarlo válido el cuerpo técnico de profesionales del MAG responsable luego de efectuadas sus valoraciones y comprobaciones de rigor. Esa condición sólo El Estado puede y tiene la potestad legal de declararlo".

Las gestiones relativas a esta problemática nos llevan ante la nota JD 213-2007/2008 del 25 de agosto de 2008; dirigida por el Lic. Edgar Herrera E. al Ing. Javier Flores G. Ministro de Agricultura en la que se le expone la grave situación productiva regional por la presencia de la roya naranja (*Puccinia*

kuehnii), solicitándole en la misma: "...con fundamento en lo señalado y las atribuciones que la ley de Protección Fitosanitaria No. 7664 del 8 de abril de 1997 y su reglamento, Decreto ejecutivo No. 26921-MAG del 20 de marzo de 1998 le otorgan, le solicito que se establezca con base en el artículo 13 de la citada ley y el artículo 82 del reglamento, una **declaratoria de emergencia** en la región cañera del sur." ( Ver Anexo 3 y 4); gestión que tuvo el apoyo de la Junta Directiva de la Cámara de Productores de Caña de la Zona quienes en nota fechada 25 de agosto de 2008 y enviada al Ing. Javier Flores G. Ministro de Agricultura indican: "en sesión del 22 de agosto de 2008 esta Junta Directiva tomó el acuerdo de dar total apoyo a la nota enviada con fecha 25 de agosto JD 213-2007/2008, por el Señor Edgar Herrera Echandi, Director Ejecutivo de LAICA, en la cual se solicita con carácter de urgencia una Declaratoria de Emergencia en la región cañera de la Zona Sur" ( Ver anexo 5)

Ante las solicitudes presentadas ante el Ministro de Agricultura y Ganadería y la gran apertura tenida de este; se tiene respuesta pronta mediante nota del 01 de setiembre de 2008 Oficio DM-937-08 dirigida a Edgar Herrera Echandi en donde manifiesta que "tomando en consideración la información suministrada en su oficio JD 213-2007/2008 y la reportada por los funcionarios del Servicio Fitosanitario del estado (SFE); me permito informarle que ya está elaborado el borrador de Decreto de Declaratoria de Emergencia para caña de azúcar en la Región Sur del país". (Ver Anexo 6).

Se debe indicar además que se tuvo un apoyo posterior de la parte política, a través de una nota enviada el 6 de octubre de 2008 oficio DD-039-08 dirigida al Señor Presidente Oscar Arias Sánchez por los diputados Jorge Eduardo Sánchez; Alexander Mora Mora ; Mario Quirós Lara y Olivier Pérez González en la que indican

" que es necesaria la acción inmediata del Servicio Fitosanitario del estado (SFE) para contribuir al control de la epidemia". (Ver Anexos 7 y 8).

Es así como el 6 de octubre de 2008 se firma por parte del Poder Ejecutivo el **"Decreto de Emergencia Fitosanitaria por Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*)"**, y se publicó en el Diario Oficial La Gaceta N° 201, página 3, del viernes 17 de octubre del 2008. (Ver Anexo 9) y cuyo contenido de 10 artículos se resume en los siguientes aspectos:

- a. **Cobertura:** Cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires en la Zona Sur; San Carlos y Los Chiles en la Zona Norte.
- b. **Duración:** un año prorrogable hasta tanto la enfermedad haya sido controlada y/o se haya solucionado satisfactoriamente el problema.
- c. Apoyo Institucional: **Se faculta** a las instituciones públicas o privadas, entidades autónomas o semiautónomas, empresas del Estado, Municipalidades, así como cualquier ente u órgano público, a realizar donaciones, transferencias y aportes económicos dentro de su marco legal; así mismo, prestar todo tipo de ayuda y colaboración al Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Los funcionarios de las Agencias de Servicios Agropecuarios del MAG de las regiones afectadas, prestarán colaboración al SFE para la debida atención de la enfermedad.
- d. **Recursos Estatales:** El SFE dispondrá para ejecutar las labores de Control Fitosanitario, de los Fondos de Emergencia contemplados por el

artículo 66 de la Ley de Protección Fitosanitaria.

- e. **Sistema Bancario:** se insta al Sistema Bancario Nacional y al Sistema de Banca de Desarrollo, a otorgar con carácter prioritario, todas las facilidades posibles en materia de créditos orientados a favorecer la: producción de semilla de variedades resistentes o tolerantes, la renovación y manejo técnico de plantaciones afectadas por la enfermedad, promoviendo el cambio hacia variedades recomendadas. Debe destacarse que el incluir apoyo financiero (puntos 5 y 6) resulta toda una novedad para este tipo de declaratorias, lo que constituye un hecho sobresaliente y favorable para los sectores afectados.
- f. **Asentamientos Campesinos:** El conocido como Instituto de Desarrollo Agrario<sup>3</sup> (IDA) podrá disponer recursos operativos y financieros para favorecer e inducir la renovación y atención técnica de plantaciones afectadas, ubicadas en Asentamientos Campesinos.
- g. **Coordinación:** El SFE coordinará con LAICA (DIECA) las medidas y acciones técnicas necesarias ejecutar orientadas a controlar la enfermedad.

Es importante señalar y reconocer que dicha declaratoria fue posible gracias a la acción directa, coordinada y articulada de las instituciones vinculadas con la agroindustria azucarera: LAICA, CoopeAgri

R.L. y Cámara de Productores de la Zona Sur, con el valioso y decidido apoyo del señor Ministro de Agricultura y Ganadería: Ing. Javier Flores Galarza; así como de las Direcciones Regionales del MAG y SFE.

La presente declaratoria se constituye por tanto en un valioso instrumento legal de apoyo directo a las acciones que en diversos ámbitos se vienen desarrollando de manera integrada, con el objeto de resolver en el menor tiempo e impacto posible, la difícil situación que atraviesan actualmente los productores de las regiones afectadas por la enfermedad.

## La Comisión Regional

Es importante mencionar el camino a través del cual se conformó la Comisión Regional. Inmediatamente que finalizó la zafra 2007-2008; y conociendo ya el agente causal de la nueva enfermedad; se generó un clima de mucha incertidumbre y preocupación en el ambiente cañero regional por lo que estaba sucediendo en el campo.

Los técnicos regionales y en general de todo el aparato organizativo y dirigencial alrededor de la actividad; empezaron a trabajar con sus propios planteamientos para enfrentar la problemática descrita. Así CoopeAgri estaba implementando un Plan Interno por acuerdo del Consejo de Administración; quienes habían conformado una Comisión para ejecutarlo. Dicha Comisión estaba integrada por los Gerentes de Ingenio, Operaciones Agrícolas y Credecoop con la supervisión de dos directivos. La ejecución de las acciones de

<sup>3</sup> El 22 de marzo del 2012 la Asamblea Legislativa aprueba la Ley 9036, que transforma al Instituto de Desarrollo Agrario (IDA) en el Instituto de Desarrollo Rural (INDER) ([https://www.inder.go.cr/acerca\\_del\\_inder/historia/index.aspx](https://www.inder.go.cr/acerca_del_inder/historia/index.aspx)).

este Plan; que se inició con un día de Campo en la Finca del Productor Marvin Arias en Quizarrá de General Viejo el 25 de marzo de 2008; estaba enfocado hacia un programa agresivo de asistencia técnica (Charlas, Días de Campo y Visitas Directas a productores; información en "La Voz de CoopeAgri"; Información General de la enfermedad y de nuevas Variedades principalmente Q 96 y CP 87-1248).

Por otro lado; en DIECA, se convocó a una reunión con carácter urgente el 28 de febrero de 2008 en las instalaciones de la Estación Experimental en Grecia; con todos los Coordinadores de Programa, el Coordinador Regional y La Dirección Ejecutiva; con la finalidad de analizar toda la información generada en investigaciones y plantear una primera propuesta de estrategia conjunta de acciones para el manejo de la enfermedad en la Región Sur y cuyo documento inicial propuesto se denominó: " Propuesta Técnica: Plan Estratégico y Plan de Acción para atender y contrarrestar la presencia de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*)."

En las plantaciones de caña de azúcar de Costa Rica" y que se presentó en forma más detallada en una la matriz del plan de acción de roya 2008 y que se detalló en el documento publicado denominado: "Plan de Acción Roya 2008" y que se basa en los siguientes aspectos.

1. Diagnóstico y verificación de campo (distribución-impacto).
2. Identificación opciones varietales.
3. Establecimiento semilleros básicos (hidrotermoterapia, in vitro).
4. Producción y distribución semilla alta calidad (básica, comercial).
5. Cambio variedades susceptibles.

6. Sustitución y renovación plantaciones susceptibles.
7. Mejoramiento manejo agronómico plantaciones comerciales.
8. Investigación: variedades, fungicidas.
9. Valorar el impacto productivo agroindustrial comercial.
10. Asistencia técnica directa a productores.
11. Campaña de información y capacitación.
12. Integración Regional de acciones institucionales: Cámaras-Ingenios-DIECA-etc.

Por eso, tratando de unir acciones en pro de atacar la problemática descrita; se hizo la presentación en la Sala de Sesiones de CoopeAgri R.L. a las dirigencias tanto de CoopeAgri R.L. como de la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur el 6 de marzo de 2008 los anteriores dos documentos; en los cuales se enmarcaba los criterios técnicos que DIECA planteaba como prioritarios a ejecutar para enfrentar la crisis provocada por la presencia de la Roya Naranja.

El evento tuvo la presencia de la Dirección Ejecutiva, Gerentes de Programas y el Coordinador Regional. En dicha reunión de trabajo se hizo una exposición detallada de los doce puntos anteriores; siempre manteniendo nuestro compromiso de ayudar a enfrentar la situación de crisis que se estaba viviendo a través de una propuesta técnicamente viable.

Entre uno de los aspectos planteados por esta Dirección en el punto 12; estaba el promover la conformación de una Comisión Regional que involucrara a todos

los organismos regionales (Cámara de Productores, CoopeAgri R.L., DIECA-LAICA, etc.) y poder enfrentar el problema a través de acciones estratégicas conjuntas; uniendo, esfuerzos y actores regionales que de una u otra forma estaban involucrados alrededor del cultivo y de la problemática.

Al finalizar la reunión se tomó el acuerdo entre las tres organizaciones representadas (DIECA- CoopeAgri y Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur) la conformación de dicha Comisión.

Dado que fue una propuesta de DIECA; el Coordinador Regional de esta Dirección procede a la convocatoria de las partes para realizar la primera reunión el martes 15 de abril de 2008; en la Sala de Sesiones de la Cámara de Cañeros; a la que asistieron: Por Coopeagri R.L.: Ing. Oldemar Navarro Acuña y el Lic. Rolando Delgado Varela ; Por la Cámara de Productores de Caña: Luis Bonilla Venegas y Virgilio González Bolaños y por DIECA-LAICA: Ing. Julio César Barrantes M.

Entre los planteamientos que se hacen inicialmente; por parte de los representantes de CoopeAgri, es respecto al posible choque de acciones al tener ellos su propia Comisión; a lo que se comentó que el día de la Reunión se les expuso una propuesta Regional de Acciones por parte de DIECA;

la cual sería fortalecida con los aportes de las otras organizaciones: Coopeagri y la Cámara de Productores de Caña, y que el fin de la conformación de una Comisión lejos de "chocar acciones" era converger esfuerzos para tener como fin común el rescatar la productividad regional.

Se acordó en esa primera reunión que los representantes de CoopeAgri R.L. llevaran todas estas inquietudes comentadas a la Gerencia General y el Consejo de Administración; respecto a la necesidad de trabajar de manera conjunta. Manifestaron ambos representantes que de parte de ellos existe una total apertura de trabajar en esta Comisión si son nombrados y que más bien sugerirán que uno o dos miembros del Consejo se integren a la misma.

Se aprovechó esta primera reunión para que el representante de DIECA ofreciera un informe relacionado con la posición de la Dirección respecto a la problemática de la Roya Naranja en la Región Sur. Se les manifiesta que de parte de la Dirección Ejecutiva se giró una directriz de prioridad para la Región Sur en todas las acciones de los Programas Nacionales; dada la preocupación existente al respecto y donde estamos obligados a aportar y ser parte de la reactivación regional.



Seguidamente se les presenta de manera escrita el Plan Estratégico planteado y varios cuadros con resultados de las principales acciones realizadas recientemente y que se resumió así:

- Investigaciones en control químico de la Roya; tanto en valoraciones que se están llevando actualmente; como el establecimiento de un ensayo con diseño experimental para llevar a cosecha el efecto de los mejores tratamientos; esto coordinado por el Ing. Erick Chavarría Soto.
- Se introdujeron 72 variedades Comerciales de las demás regiones cañeras del país con el objeto de medir susceptibilidad a roya y además el comportamiento agroindustrial en nuestra región.
- Se les informó que se hizo la gestión técnico-administrativa con el Ing. Erick Chavarría Soto para la reproducción in Vitro de la variedad LAICA 04-825 y ya está en proceso de laboratorio. Lo mismo de la variedad Q 96 que a mediados de año ya hay material de este tipo para iniciar el proceso de cambio varietal.
- Se giró una directriz por la Dirección Ejecutiva para que el Coordinador de la región de Turrialba inventariara la existencia de Semilleros de Q96 de esa región y valorar la posibilidad de traer semilla de esa región. Igualmente se están valorando semilleros de Q 96 de la Finca la Argentina de Grecia para analizar el estado fitosanitario y tener otra posibilidad de semilla; todo ello bajo la supervisión del Ing. Erick Chavarría Soto. Jefe de programa de semilleros.



- Se evaluaron, seleccionaron y cosecharon todas las fases de selección que se tienen en la Región e igualmente se establecieron las nuevas fases de selección. En este último punto se tomó la decisión de reproducir todo el material disponible de las selecciones para hacer parcelas más grandes y eventualmente disponer de mayor

material en las fases siguientes el próximo año.

- Se está en proceso de establecimiento de parcelas de variedades semicomerciales en Fincas de Productores para observar el comportamiento agroindustrial.
- Se informó sobre las acciones conjuntas para la reproducción de las variedades a través de semilleros de las variedades LAICA 04-825, B 89-1351, LAICA 04-825 y LAICA 04-809.

Ante el visto bueno de La Gerencia Ante el visto bueno de La Gerencia General y del Consejo de Administración de CopeAgri R.L. para participar en la Comisión Regional; se convoca a la primera reunión oficial (con la aprobación de las tres instituciones) el 8 de mayo de 2008; en la sala de reuniones de CopeAgri con los siguientes asistentes: Carlos Molina Vargas y Luis Bonilla Venegas, representantes de la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur; Ing. Julio Cesar Barrantes Mora, representante de DIECA-LAICA; Henry Acuña, Ing. Oldemar Navarro Acuña y Lic. Rolando Delgado Varela, representantes de CopeAgri, R. L. y en ella se plantea la metodología de trabajo de la Comisión; además, se designaron los ejes temáticos bajo los cuales trabajará esta Comisión y detallados seguidamente.

- Información y Divulgación
- Semilleros y variedades de caña
- Aspectos Socioeconómicos
- Investigación y Validación
- Transferencia Tecnológica

A su vez se nombra al Ing. Julio César Barrantes Mora como coordinador de la Comisión así como al Lic. Rolando Delgado Varela como secretario de la misma.

El trabajo de la Comisión ha venido ejecutado a través de reuniones programadas y en las cuales se toman las decisiones relativas a aspectos relevantes aprobados en el Plan de Acción y que involucran a todo un equipo de trabajo que es digno mencionar por el esfuerzo desplegado en pro de la reactivación cañera de la Región Sur.

Desde el momento mismo de la declaratoria de emergencia fitosanitaria, se con el importante apoyo del Ministerio de Agricultura y Ganadería y del Servicio Fitosanitario del Estado; quienes tienen miembros activos dentro de la misma; conformándose desde entonces con el nombre: "Comisión para la Vigilancia de Plagas y Reactivación Cañera de la Región Sur".

La conformación y operación de esta Comisión resulta de trascendental importancia para el éxito de la estrategia planteada en la reactivación cañera regional. Su función primordial y central fue la de asegurar que las acciones y actividades definidas en el PLAN DE ACCIÓN realmente se cumplan y ejecuten según lo acordado; así como identificar y acordar aquellas otras que resulten oportunas y necesarias realizar.

## Anexos

## Anexo 1

FOR INFORMATION  
DA-2007-26  
July 25, 2007

**SUBJECT:** Detections of Orange Rust of Sugarcane, *Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E.J. Butler, in Palm Beach County, Florida

**TO: STATE AND TERRITORY AGRICULTURAL REGULATORY OFFICIALS**

On July 17, 2007, USDA's Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) confirmed the detection of orange rust of sugarcane, *Puccinia kuehnii*, in commercial sugarcane fields in Palm Beach County, Florida. This outbreak is considered to be transient, actionable, and under surveillance, therefore, APHIS and the Florida Department of Agriculture and Consumer Services (FDACS) are conducting surveys to delimit the distribution of the disease.

The orange rust is known to occur in the Asian-Oceania region (Australia, China, Japan, Philippines, India, Indonesia, Malaysia, Pakistan, Taiwan, Thailand, Vietnam, and other countries in the region). This particular rust has not previously been found in the Western Hemisphere.

APHIS has established a technical working group of experts to discuss survey and control strategies in response to the orange rust detection. The group will continue to meet on a regular basis to address this developing situation and consider mitigation strategies.

The initial symptoms of orange rust are minute, elongated yellow lesions which take on a pale yellow-green halo as they increase in size. As the lesions grow, an orange to orange-brown color develops. Unlike common brown rust, orange rust lesions are never dark brown. Pustules of orange rust tend to occur in groups on the affected leaf surface with most pustules on the lower surface and more lesions toward the leaf base. Wind and large air masses can rapidly spread the pathogen. Also unlike common brown rust, which is more prevalent during the spring, environmental conditions conducive for the development of orange rust include warm, humid summer and cool fall conditions.

This disease has the potential to cause significant economic losses to the Florida sugarcane crop. In 2000, orange rust caused extensive yield losses in susceptible varieties of sugarcane in Australia. The primary long-term control strategy for the disease is the planting of resistant sugarcane varieties.

For additional details on the Federal response to the detection of the orange rust, you may contact William Newton, Senior Regional Program Manager, at (919) 855-7335 or Wendy Beltz, Acting Staff Officer, at (301) 734-8247.

*Richard L. Dunkle*

Richard L. Dunkle  
Deputy Administrator  
Plant Protection and Quarantine

## Anexo 2



**LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR**  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR  
Teléfono: 284-6000/284-6066 Fax (506) 223-0839. Apdo 2330-1000 San José, Costa Rica  
Grecia Tel 494-1129/494-2955/494-7555 Fax: 494-4451 Apdo 360-4100



**10 de marzo del 2008**

**CIRCULAR N° 04-2008**

**Estimados Señores:**

Como es de todos conocido, actualmente tenemos en el sector una situación de honda preocupación virtud de la presencia de un nuevo patógeno que afecta algunas de nuestras plantaciones comerciales, particularmente las de la Región Sur y en mucho menor grado en San Carlos y el Valle Central. Se trata de una enfermedad muy conocida en el país en razón de haber provocado problemas a inicios de la década de los años 80, nombrada como "Roya de la Caña de Azúcar", cuyo agente causal fue en esa ocasión la *Puccinia melanocephala*, actualmente tenemos presencia de una especie diferente clasificada taxonómicamente como *Puccinia kuehnii* llamada "ROYA NARANJA", la cual resulta ser potencialmente más agresiva. Se estima su ingreso al país presumatamente en el mes de junio del 2007 momento a partir del cual LAICA ha venido conjuntamente con otras organizaciones locales como COOPEAGRI EL GENERAL R.L. y la Cámara de Productores de Caña de la Región Sur, operando acciones específicas en esa zona con el objeto de atenuar su impacto productivo y procurar su pronta recuperación.

Es importante anotar que la mayor susceptibilidad (100%) determinada hasta el momento ha sido principalmente sobre la variedad SP71-5574; complementariamente la variedad SP79-2233 ha mostrado también alguna susceptibilidad importante, y en menor grado la Q132 y la Q138. Nuestras verificaciones de campo en todo el país no reportan hasta el momento presencia del hongo en grado importante en otras variedades, lo que da la verdad alguna tranquilidad. A nivel internacional se informa de una alta susceptibilidad de la variedad Q124 (Australia) y en muy bajo grado (10% en Guatemala) la CP72-2086 la que mantenemos bajo observación pese a ser clasificada como medianamente resistente al igual que la Mex 79-431. La Q96 muestra alguna tolerancia importante. No disponemos en este momento de información de otras variedades importantes como: NA56-42, CP72-1210, B80-889, SP70-1284, B76-259, H77-4643, NCo 376, PINDAR, B77-95 y tantas otras. Trabajamos al respecto y contactamos otros países procurando más información.

Pese a lo anterior y evitando sorpresas indeseables recomendamos independientemente de cualquier otra consideración, tomar medidas preventivas inmediatas como son entre muchas otras:

- Evitar preventivamente sembrar y ampliar más área de las variedades arriba señaladas como susceptibles.
- Proceder dentro de lo posible a renovar plantaciones y sustituir los clones citados.
- Ir preventivamente disponiendo áreas para la reproducción de material vegetativo, pues de seguro próximamente lo requeriremos.
- Eliminar y contrarrestar todas aquellas condiciones ambientales y de entorno que técnicamente favorezcan la concentración e incremento del inóculo del hongo (malezas, encarcamiento, rondas, alta humedad, etc.).
- Mantener un riguroso régimen de monitoreo y observación de las plantaciones, para lo cual los técnicos de DIECA están a disposición. Debe informarse y participarse a los agricultores.
- Informarse sobre lo que estén necesarios conocer, para lo cual estamos organizando actividades grupales en todo el país y giras de observación a la zona sur para verificar en el campo las características de la enfermedad.

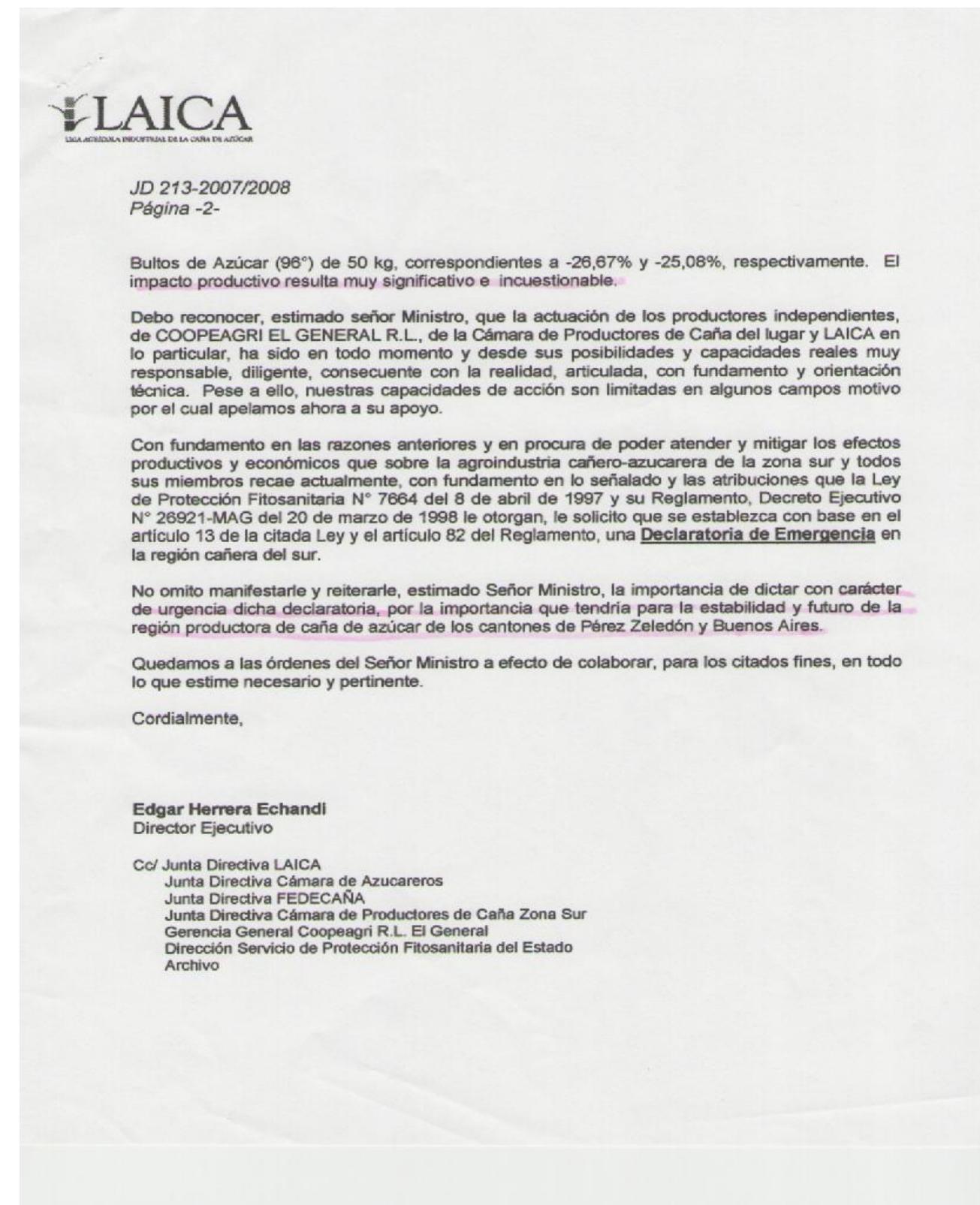
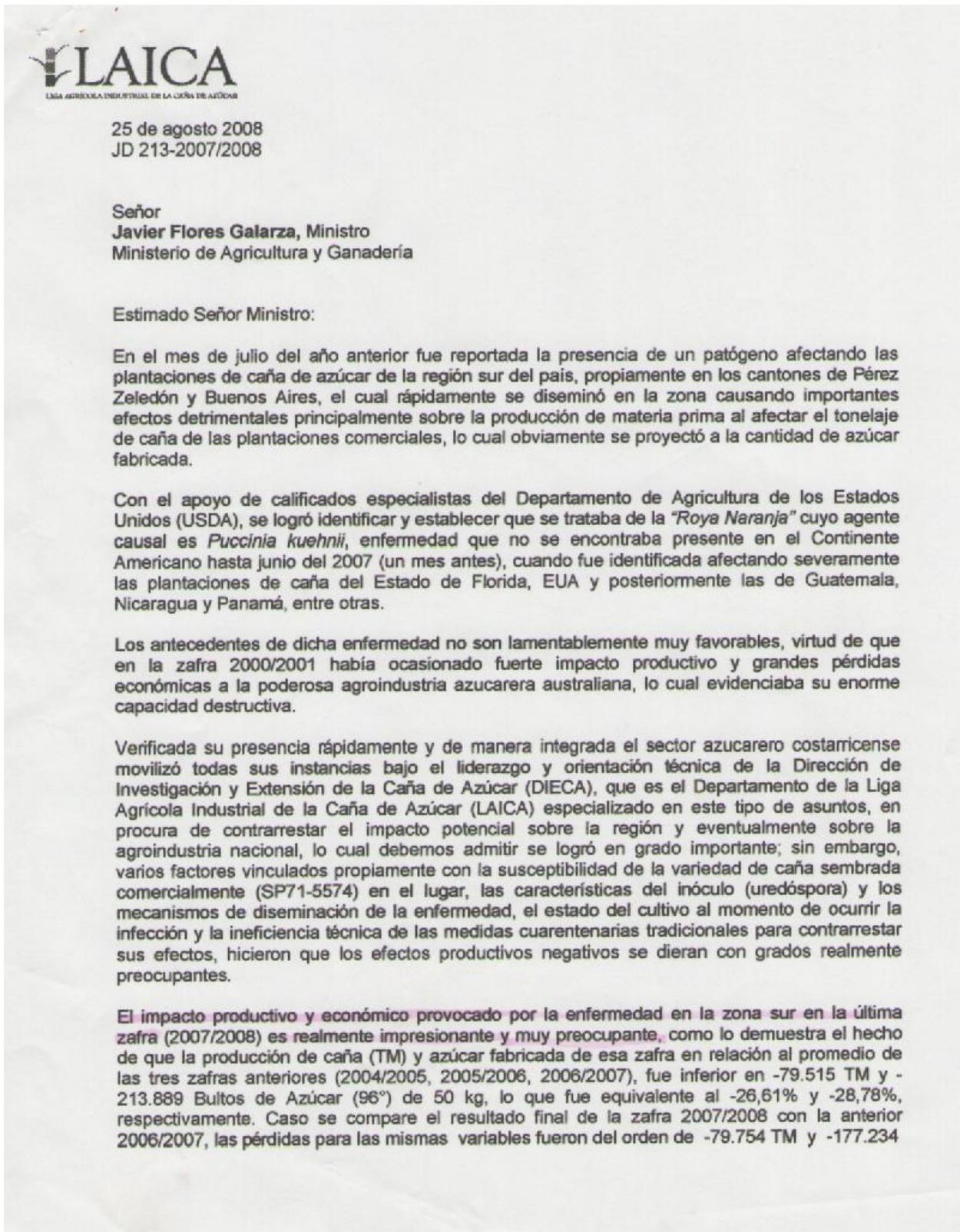
Esperamos su valioso aporte.

Cordialmente,



Marco Chaves Solera  
Director DIECA-LAICA

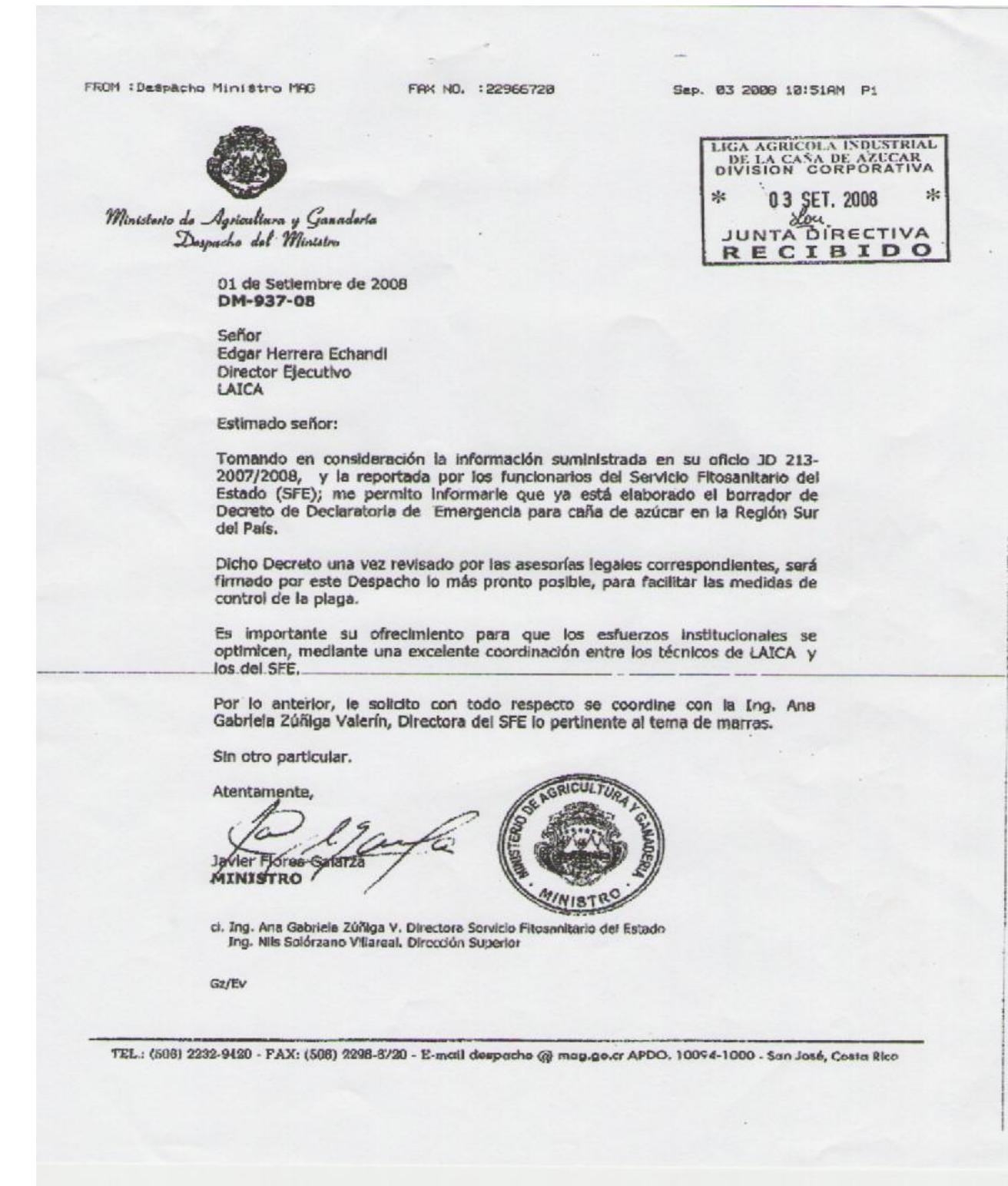
Anexo 3 y 4



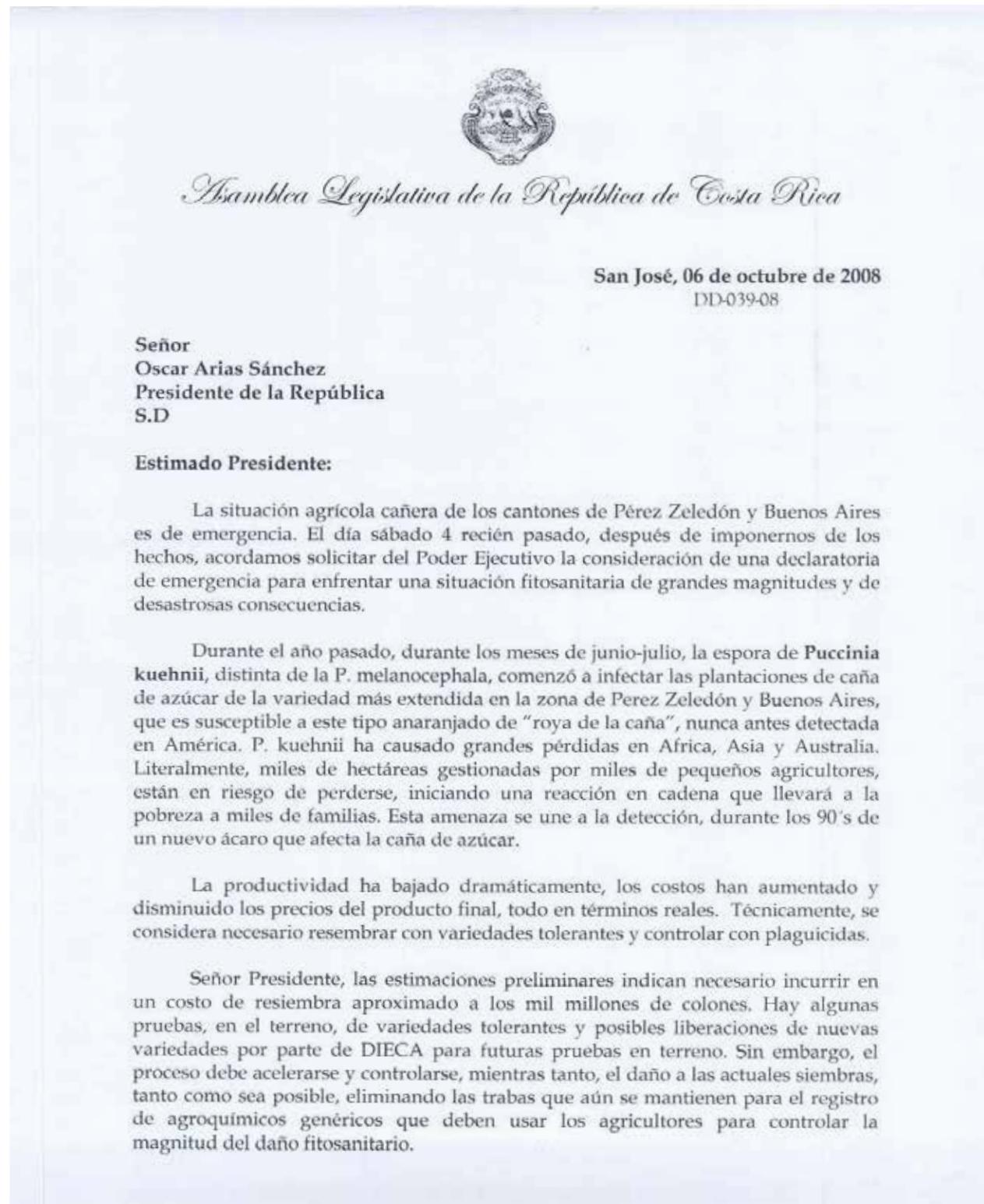
Anexo 5



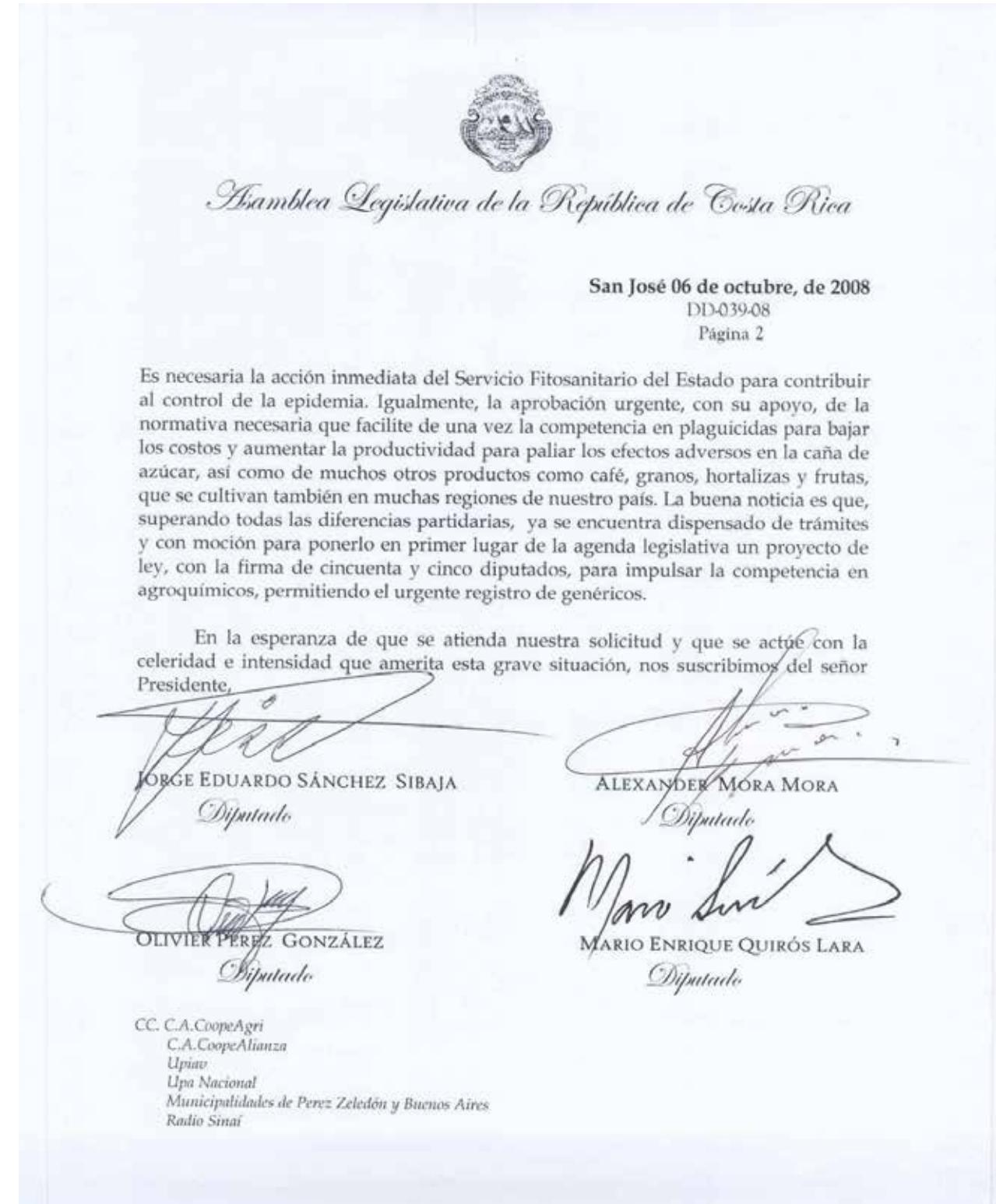
Anexo 6



Anexo 7 y 8



Anexo 7 y 8



## Anexo 9

**PODER EJECUTIVO**

**DECRETOS**  
Nº 34791-MAG

**EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA  
Y EL MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**

En ejercicio de las facultades que les confieren los artículos 140, incisos 3), 8), 18) y 20) y 146 de la Constitución Política; los artículos 25, 27.1, 28.2 b) de la Ley Nº 6227 del 2 de mayo de 1978, Ley General de la Administración Pública; la Ley Nº 7664 del 8 de abril de 1997, Ley de Protección Fitosanitaria; Ley Nº 7818 del 2 de setiembre de 1998, Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar; Ley Nº 6735 del 29 de marzo de 1982, Ley del Instituto de Desarrollo Agrario; Ley Nº 8634 del 23 de abril del 2008, Ley del Sistema de Banca para el Desarrollo.

*Considerando:*

1º—Que es función esencial del Estado proteger la salud y la vida de las personas y de los animales, así como garantizar la protección de los cultivos de las plagas que puedan poner en riesgo o causar daños al patrimonio agrícola del País.

2º—Que corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería a través del Servicio Fitosanitario del Estado, velar por la protección fitosanitaria de los cultivos, disponiendo, una vez comprobada la existencia de una plaga, las medidas técnicas y de control que eviten la propagación de estas.

3º—Que corresponde al Instituto de Desarrollo Agrario (IDA) determinar que la propiedad de la tierra se debe promover para el aumento gradual de su productividad y para una justa distribución de su producto, elevando la condición social del campesino y haciéndole participar consciente del desarrollo económico-social de la Nación.

4º—Que los factores climáticos han favorecido el desarrollo y disseminación de nuevas plagas de importancia económica y cuarentenaria que afectan cultivos básicos y de exportación.

5º—Que el Servicio Fitosanitario del Estado ha confirmado la presencia de la Roya Naranja, afectando severamente las áreas de cultivo de caña de azúcar en los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires en la Zona Sur, y San Carlos y Los Chiles en la Zona Norte, poniendo en riesgo la manutención y supervivencia de un número importante de productores y sus familias.

6º—Que la *Puccinia kuehnii* (Roya Naranja) es una plaga que está causando serios estragos en plantaciones comerciales de caña de azúcar en los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires en la Zona Sur, y San Carlos y Los Chiles en la Zona Norte, principalmente, y que en otros países su impacto ha sido muy fuerte.

7º—Que las zonas de Pérez Zeledón y Buenos Aires en la Zona Sur, y San Carlos y Los Chiles en la Zona Norte, son las que actualmente están más afectada por esta plaga, debido a que aproximadamente el 96% en los dos primeros cantones y el 10% en la Zona Norte de su área está sembrada mayoritariamente por una variedad comercial (San Pablo 71-5574), entre otras, la cual ha resultado ser altamente susceptible a la plaga, lo que ha provocado la preocupación tanto de los productores de caña como de la Liga Agrícola Industrial de la Caba de Azúcar (LAICA), como institución rectora encargada de orientar esta actividad productiva en el país.

8º—Que según datos registrados por LAICA, en la última zafra 2007-2008, comparada con el anterior 2006-2007 las pérdidas identificadas en la Zona Sur fueron del orden de 79.754 TM en producción de caña y 177.234 bultos de azúcar (96% producidos).

9º—Que con base en una declaratoria de emergencia fitosanitaria, las instituciones públicas o privadas, autónomas o semi-autónomas, quedan facultadas para realizar donaciones y prestar colaboración para enfrentar la emergencia.

10.—Que el Poder Ejecutivo, previa recomendación del Servicio Fitosanitario del Estado, podrá decretar estado de emergencia fitosanitaria, cuando existan plagas de importancia, que constituyan o representen una amenaza para la economía nacional, como lo es la antes mencionada. Por lo tanto:

**DISCRETAN:**

**Emergencia Fitosanitaria en los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires en la Zona Sur, y San Carlos y Los Chiles en la Zona Norte por la presencia de la plaga Puccinia kuehnii (Roya Naranja)**

Artículo 1º—Se declara estado de emergencia fitosanitaria para los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires en la Zona Sur, y San Carlos y Los Chiles en la Zona Norte, por presencia de la plaga *Puccinia kuehnii* (Roya Naranja) en el cultivo de caña de azúcar *Saccharum spp.*

Artículo 2º—Los propietarios u ocupantes de áreas donde se detecte la plaga deberán atender y colaborar con los funcionarios del Servicio Fitosanitario del Estado o con quienes este designe, como también de LAICA, para la ejecución de las medidas de control recomendadas oficialmente.

Artículo 3º—Para la ejecución de las labores de control fitosanitario de la plaga, el Servicio Fitosanitario del Estado dispondrá de los fondos de emergencia que contempla el artículo 66 de la Ley de Protección Fitosanitaria, realizando la liquidación correspondiente a posteriori, conforme a los procedimientos administrativos que regulan la materia.

## Dedicatoria

A la memoria de los directores de la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur:

- Sr. German Solís Badilla Presidente
- Sr. Carlos Vargas Morera. Director
- Sr. Luis Bonilla Venegas. Director

A todos ellos; gracias por su apoyo y dinamismo para salir adelante ante la presencia de esta enfermedad en las plantaciones de caña de la Región Sur.





## ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA PRODUCCIÓN ESTIMADA (EXPERIMENTAL), Y LA COSECHA COMERCIAL (REAL), DE 6 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN UN SUELO INCEPTISOL EN EL DISTRITO DE POROZAL, CAÑAS, GUANACASTE.

Álvaro Angulo Marchena<sup>1</sup>

### Resumen

La región de Guanacaste se caracteriza por poseer condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo y desarrollo de la caña de azúcar, el relieve de los suelos, la alta luminosidad y la disposición de infraestructura de riego, le confieren un potencial productivo creciente y continuo en la mayoría fincas de esta región.

La adaptabilidad de una variedad corresponde a la capacidad que tiene el genotipo de aprovechar positivamente los estímulos ambientales ofrecidos por cada sitio de evaluación, hay variedades que muestran una plasticidad extraordinaria a los diferentes ambientes agroecológicos lo cual se refleja en la producción de caña y azúcar por hectárea.

Los suelos Inceptisoles conocidos por ser francos y friables de media a alta fertilidad, muy profundos y de fácil manejo en la labranza mecánica, representan la mayor área cultivada de caña de azúcar en Guanacaste. El siguiente trabajo consistió en evaluar seis variedades promisorias de

caña de azúcar (LAICA 08-361, LAICA 09-374, LAICA 09-370, LAICA 12-344, LAICA 12-340 y CC 01-1940), a las condiciones de un suelo franco arenoso de la finca UTN, ubicada en San Miguel, Cañas Guanacaste. Se establecieron parcelas semicomerciales de 8 surcos de 40 metros lineales, separados



<sup>1</sup> Coordinador Región Guanacaste, Zona Este, Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Correo - e: aangulo@laica.co.cr

a 1,7 m entre surcos, para un área (544 m<sup>2</sup>), se evaluaron las variedades bajo dos modalidades de cosecha (experimental y comercial). El manejo de plantación en las parcelas semicomerciales fue acorde al manejo de la finca en los lotes comerciales adyacente a la prueba.

La evaluación de productividad se realizó a la cosecha (12 meses edad) para ambas modalidades de cosecha, en el caso de la modalidad experimental se realizó a través de muestreos de madurez y análisis biométrico de las variedades, lo cual permitió estimar la productividad de caña y azúcar por hectárea, en el caso de la evaluación comercial se realizó directamente con la entrega comercial de la caña proveniente de cada parcela semicomercial, el análisis de sacarosa se realizó con la sonda mecánica *core sampler*, y se aplicó el sistema de pago de caña por calidad propuesto por LAICA, y realizado por el ingenio Taboga durante la zafra.

De los resultados obtenidos se observó un excelente comportamiento agroindustrial de las variedades en condiciones de un suelo Inceptisol, franco arenoso, sobresaliendo las variedades LAICA 09-374, LAICA 12-340, LAICA 09-370 y LAICA 08-361, además se estimó una variación porcentual promedio de 20,3% de referencia agroindustrial, entre la cosecha experimental y comercial para la región de Guanacaste.

### Justificación

Un ambiente agroecológico importante y productivo, para la agricultura de la caña de azúcar en la región de Guanacaste, lo representan los suelos Inceptisoles, muy conocidos por ser suelos francos, que se caracterizan por su fácil manejo de labranza mecánica, son de fertilidad entre media a alta, muy profundos y con relieves entre plano y ligeramente ondulados, con drenaje superficial y subsuperficial fácil. Estos suelos representan cerca del 35 % de

los suelos donde se cultiva caña de azúcar en Guanacaste, predominando la mayor cantidad de ellos en los cantones de Liberia, Cañas, Carrillo, Abangares, Santa Cruz y Nicoya (Chaves, 2017b).

La correcta ubicación de las variedades debe ser con una visión de agricultura por sitio específico (AEPS), donde el conocimiento de las condiciones presentes en cada lote es fundamental para explotar el potencial de los genotipos.

No obstante, la adopción de las nuevas variedades por parte de los productores es una labor difícil, ya que se requiere de estrategias que motiven al productor al cambio y lograr que estas variedades, empiecen a ser sembradas de manera comercial para la industria azucarera de cada región (Viveros V, 2012).

La adaptabilidad busca aprovechar la capacidad de los genotipos al estímulo del ambiente y con los de estabilidad mostrar el comportamiento altamente previsible de los genotipos en función del estímulo del ambiente. La adaptabilidad de una variedad corresponde a la capacidad que tiene el genotipo de aprovechar positivamente los estímulos ambientales ofrecidos por cada sitio de evaluación, hay variedades que muestran una plasticidad extraordinaria a los diferentes ambientes agroecológicos lo cual se refleja en la producción de caña y azúcar por hectárea, (Chaves, 2018a).

Durante la evaluación es importante observar y valorar la expresión inestable lo cual tiende a ser errática a través de los años o cortes, por lo tanto, es importante realizar un manejo agronómico acorde a cada condición para lograr potencializar las interacciones positivas y maximizar con ello la productividad por hectárea (Wikipedia, 2021).

De acuerdo a lo anterior, los objetivos del estudio fue determinar la respuesta biométrica y agroindustrial de las variedades promisorias de caña de azúcar, a las

condiciones de un suelo franco arenoso en la región de Guanacaste. Además, comparar la variación en peso y calidad industrial de la biomasa en las variedades de caña de azúcar, entre la cosecha experimental, versus la cosecha comercial de entrega al Ingenio Taboga.

El siguiente trabajo se estableció con el propósito de evaluar el comportamiento productivo variedades promisorias a condiciones de manejo agronómico en un suelo Inceptisol, franco arenoso de la finca UTN.

### Características finca UTN

La finca UTN se encuentra ubicada en el distrito de San Miguel del cantón de Cañas, provincia de Guanacaste, antiguamente

conocida como Estación Experimental Jiménez Núñez (EEJN), esta finca cuenta, con un relieve ligeramente plano y suelos del orden Inceptisol, caracterizado por textura franco arenosa y arcillosa de fertilidad media a alta, con riego suplementario durante todo el año, y muy cercana al ingenio Taboga, figura 1.

La geología de finca está compuesta de cerros formados por rocas sedimentarias en la parte alta, y en la parte baja con una topografía plana, llena de depósitos aluvión proveniente de los ríos que riegan esta finca. El área total de la finca UTN consta de 702 hectáreas, de las cuales 100 se dedican al cultivo de caña de azúcar, el resto se distribuye en otras actividades agropecuarias, piscícolas y bosque primario y secundario en fase de protección por el SINAC.



**Figura 1**

Ilustración de un suelo Inceptisol franco arenoso en proceso de preparación, finca UTN, San Miguel Cañas Guanacaste.

## Metodología y evaluación

Se estableció una prueba de variedades semicomerciales en un suelo franco arenoso, correspondiente al área experimental de LAICA en la finca de la Universidad Técnica Nacional (UTN).

Las parcelas semicomerciales constaron de 8 surcos de 40 metros lineales cada uno, con surcos separados a 1,7 metros, para un área de 544 m<sup>2</sup>, su localización geográfica de coordenadas latitud 10,321230, longitud 85,15166 y una altura de 16 msnm; con una temperatura media diaria de 28,09°C, precipitación media anual de 1.550 mm. Se

evaluaron seis variedades promisorias de caña de azúcar (LAICA 08-361, LAICA 09-374, LAICA 09-370, LAICA 12-344, LAICA 12-340 y CC 01-1940).

El manejo agronómico de las parcelas fue similar al resto del cultivo en la finca UTN, la cosecha se realizó a los 12 meses de edad correspondiente al mes marzo del año 2018. La productividad experimental se estimó con base los parámetros biométricos y muestreos de madurez de cada variedad, cuadro 1.



**Figura 2**

Ilustración de carreras de transporte de caña de la UTN al ingenio Taboga,  
Bebedero Cañas Guanacaste.

La modalidad de evaluación comercial se realizó según la logística de cosecha y transporte de ingenio Taboga, figura 2. La toma de muestra para el análisis industrial de la caña se realizó con la sonda mecánica

core sampler, y se aplicó el sistema de pago de caña por calidad propuesto por LAICA, y ejecutado por el ingenio Taboga durante la zafra.

### Cuadro 1.

Análisis biométrico de las variedades promisorias de caña de azúcar.  
Finca UTN, San Miguel, Cañas, Guanacaste. 2018.

Variedades	Parámetros calidad					
	No. tallos/ml	Altura tallos (m)*	Grosor de tallos (cm)	Peso 1 tallo (kg)	Volumen peso (kg/m)	Calidad rebrote soca
LAICA 08-361	12	2,9	2,8	2,0	224,0	Excelente
LAICA 09-374	12	2,8	2,8	2,0	24,0	Excelente
CC 01-1940	11	2,9	3,0	2,1	23,3	Excelente
LAICA 09-370	12	2,8	2,8	1,7	20,9	Bueno
LAICA 12-344	12	2,5	2,6	1,8	21,4	Excelente
LAICA 12-340	12	2,8	2,6	1,7	20,4	Excelente
Promedio	12	2,8	2,8	1,9	22,3	-

\*Altura al corte de "palmito"



**Cuadro 2.**

Comportamiento agroindustrial de las variedades promisorias, según modalidad de cosecha finca UTN, San Miguel Cañas Guanacaste, 2018.

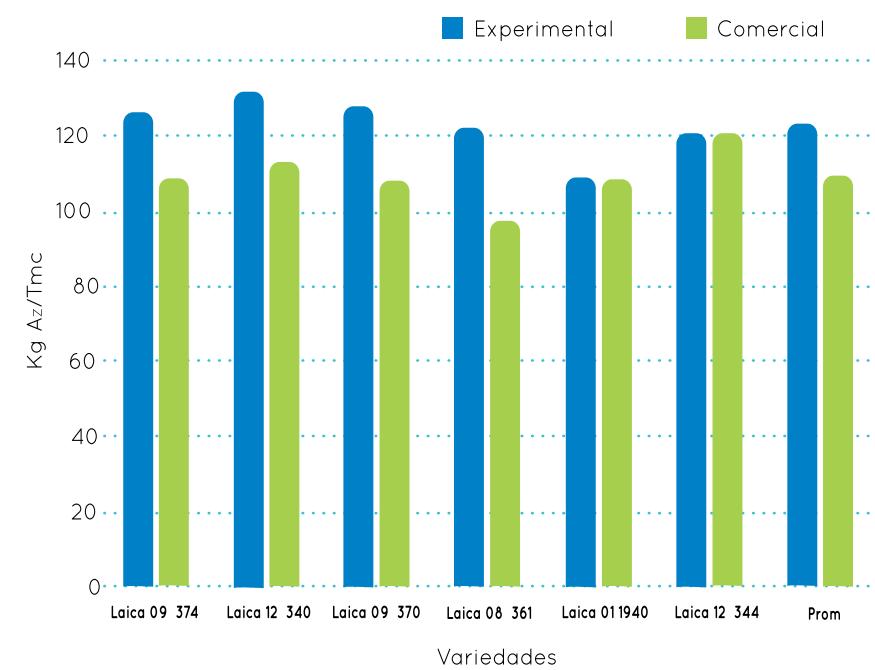
Variedades	Porcentaje				Rendimiento Industrial kg azúcar/t caña	Productividad (tm/ha)	
	Brix	Pol	Fibra	Pureza		Caña	Azúcar
<b>Experimental</b>							
LAICA 09-374	23,70	21,95	14,69	92,64	126,33	132,00	16,7
LAICA 12-340	21,53	19,89	14,77	92,39	132,12	112,94	14,9
LAICA 09-370	23,46	21,16	15,06	90,19	127,90	110,12	14,1
LAICA 08-361	21,62	18,98	15,01	87,78	122,30	112,94	13,8
CC 01-1940	20,73	18,16	17,57	87,58	108,75	118,59	12,9
LAICA 12-344	21,45	19,39	16,74	90,38	120,71	105,88	12,8
<b>Promedio</b>	<b>22,08</b>	<b>19,92</b>	<b>15,64</b>	<b>90,16</b>	<b>123,02</b>	<b>115,41</b>	<b>14,2</b>
<b>Comercial</b>							
LAICA 09-374	18,59	13,42	15,71	89,14	108,86	104,73	11,4
LAICA 12-340	20,37	14,40	18,56	91,00	113,30	97,56	11,1
LAICA 09-370	21,11	14,18	19,61	87,89	108,05	98,46	10,6
LAICA 08-361	17,54	12,23	16,13	86,62	97,33	115,67	11,3
CC 01-1940	18,48	13,35	15,91	89,48	108,25	102,58	11,1
LAICA 12-344	21,67	15,39	19,07	92,15	120,87	79,09	9,6
<b>Promedio</b>	<b>19,63</b>	<b>13,83</b>	<b>17,5</b>	<b>89,38</b>	<b>109,44</b>	<b>99,68</b>	<b>10,8</b>

**Cuadro 3.**

Diferencias productivas observadas entre la cosecha experimental y comercial, de las variedades promisorias de caña de azúcar, finca UTN, San Miguel Cañas Guanacaste.

Variedades	Diferencias entre modalidad*			Variación (%)		
	Rend Ind. kg azúcar/t caña	t caña/ha	Ton azúcar/ha	Rendimiento Industrial kg azúcar/t caña	t Caña/ha	t azúcar/ha
LAICA 09 374	17,5	27,3	5,3	16,0	26,0	46,3
LAICA 12 340	18,8	15,4	3,9	16,6	15,8	35,0
LAICA 09 370	19,9	11,7	3,4	18,4	11,8	32,3
LAICA 08 361	25,0	-2,7	2,6	25,7	0,0	22,6
CC 01 1940	0,5	16,0	1,8	0,5	15,6	16,2
LAICA 12 344	0,0	26,8	3,2	0,0	33,9	33,7
<b>Promedio</b>	<b>13,6</b>	<b>15,7</b>	<b>3,4</b>	<b>12,9</b>	<b>17,2</b>	<b>31,0</b>

\*Se refiere a la diferencia observada entre las modalidades de cosecha: experimental y comercial



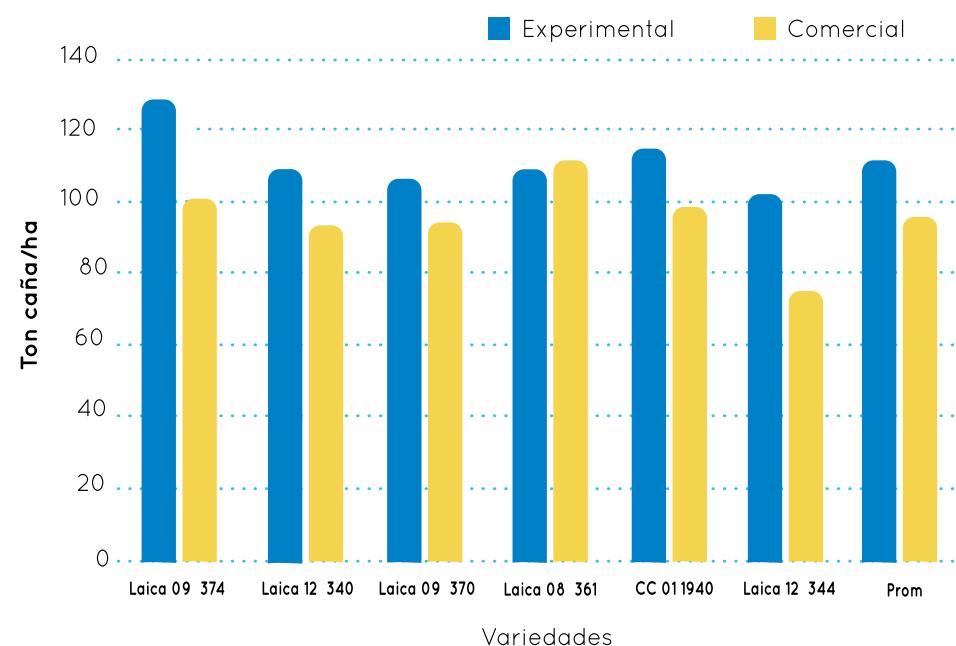
**Figura 3**

Kilogramos de azúcar por tonelada de caña en las variedades evaluadas, según modalidad de cosecha, finca UTN, San Miguel Cañas Guanacaste, 2018.



**Figura 5**

Toneladas de azúcar por hectárea de las variedades evaluadas, según modalidad de cosecha, finca UTN, San Miguel Cañas Guanacaste, 2018.



**Figura 4**

Toneladas de caña por hectárea de las variedades evaluadas, según modalidad de cosecha, finca UTN, San Miguel Cañas Guanacaste, 2018.



## Análisis y comentarios

Hubo un excelente comportamiento agroindustrial de las variedades promisorias de caña de azúcar a las condiciones edafoclimáticas de la finca UTN, el ambiente de suelos fracos bien drenados y de alta fertilidad, favoreció el crecimiento y desarrollo extraordinario de las variedades.

El análisis biométrico oportuno de las variables (altura, grosor y peso de los tallos), evidenció un comportamiento extraordinario del volumen de peso por metro lineal de biomasa en las variedades (LAICA 08-361, LAICA 09-374 y CC 01-1940), condición favorable que se relaciona implícitamente con la producción de caña y azúcar por hectárea, cuadro 2. El análisis industrial muestra que las variedades promisorias de caña de azúcar de la serie LAICA, obtuvieron los mejores índices de calidad industrial, respecto a las variables (Brix, Pol, Pureza y kg azúcar/t), por el contrario, la variedad CC 01-1940 mostró bajos índices de calidad en el jugo industrial en relación a las variables comparativas, cuadro 2 y figura 3.

En materia de productividad de caña y azúcar por hectárea, la mejor respuesta para ambas modalidades de cosecha se obtuvo con las variedades LAICA 09-374 y LAICA 08-361, seguido de los clones LAICA 12-340 y LAICA 09-370, cuadro 2, figuras 4 y 5.

El análisis comparativo entre modalidades de cosecha (experimental-comercial), logra demostrar que hubo diferencias importantes entre variedades de caña y modalidades de cosecha, la relación de volumen es proporcionalmente elevada entre ambos pesos, lo cual es probable que

a mayor volumen de biomasa evaluada, la desviación y error experimental de los datos es menor, muy próximo a un escenario comercial en las fincas cañeras. Se efectuó el análisis comparativo de las tres principales variables de productividad entre la cosecha experimental y comercial, cuadro 3.

Por ejemplo, en la variable kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kg azúcar/t caña), hubo en promedio una variación de 13,6 kg azúcar por tonelada menor en la cosecha comercial, respecto a la evaluación experimental, esto significó una diferencia porcentual de disminución del 12,9 %, cuadro 3 y figura 3. De igual forma se observó diferencias marcadas entre variedades, la mayor inconsistencia productiva entre las modalidades de cosecha se obtuvo con la variedad LAICA 08-361, que mostró una diferencia de hasta 25 kg azúcar por tonelada, correspondiente a una variación porcentual del 25,7 %, cuadro 3.

La variación del tonelaje por hectárea entre variedades mantuvo el mismo comportamiento, hubo variedades que presentaron mayor desviación comparativa entre las modalidades de cosecha, las variedades LAICA 09-374 y LAICA 12-344 fueron las que mostraron mayores diferencias en la producción de caña/ha entre modalidades de cosecha, con valores de 27,3 y 26,8; equivalente a un 26% y 33,9% respectivamente, cuadro 3 y figura 4.

Otro aspecto importante de mencionar es que hubo variedades como LAICA 08-361 que mantuvo una respuesta similar entre modalidades de cosecha, con una variación cercano al 0%. Respecto a la variable toneladas de azúcar por hectárea el comportamiento de las variedades y

modalidad de cosecha fue muy similar, las variedades de mayor productividad azucarera como, LAICA 06-374, LAICA 12-340 y LAICA 09-370 mostraron diferencias importantes en las toneladas de azúcar entre modalidades de cosecha, equivalente a variaciones entre 46%; 35% y 32,3% respectivamente, cuadro 3 y figura 5.

La importancia de esta evaluación reside en poder estimar la variación porcentual que coexiste entre una muestra de (10 kg) correspondiente a una parcela experimental, versus una muestra de materia prima comercial de aproximadamente 10.000 kg (10 t), con estos datos de variación porcentual es posible, estimar y ajustar la productividad comercial deseable en fincas cañeras durante la molienda (zafra) en la región de Guanacaste.

## Conclusiones

Hubo un Los suelos de textura franco arenoso propio de los órdenes de suelos Inceptisoles, se caracteriza por su alta fertilidad, al ser friables que permiten una facilidad en las labores mecánicas agrícolas, con una buena aireación del sistema suelo - planta, y con facilidad de drenaje.

Hubo un excelente comportamiento agronómico de la caña de azúcar en un suelo Inceptisol propio de la finca UTN, todas las variedades mostraron un excelente crecimiento y desarrollo, siendo favorable para los rendimientos agrícola e industrial.

En términos de productividad de azúcar por hectárea, sobresalen la variedad LAICA 09-374, LAICA 12-340 Y LAICA 09-370, LAICA 08-361 y en menor respuesta productiva se presentaron las variedades CC 01-1940 y LAICA 12-344.

Se determinó diferencias marcadas entre la evaluación experimental y la comercial, tanto en la calidad industrial (% sacarosa), como también en la producción de caña y azúcar por hectárea, 20,3 %, entre la valoración experimental y la cosecha comercial de las variedades evaluadas, valor importante de considerar para efectos de estimación al momento de cosecha.



## Bibliografía

Chaves Solera M.A. 2017b. *Taxonomía de los Suelos Sembrados con Caña de Azucar en Costa Rica: Órdenes y Subórdenes presente*. En: Congreso Técnicos azucareros de Centroamérica (ATACA), 21 y Congreso de la Asociación de Técnicos de Honduras. (ATAHON), 20, San pedro Sula, Honduras, 2017. Memoria, San Pedro Sula, Honduras, ATACA/ATAHON, agosto 22al 25, Centro de Convenciones Copantl. 14 p.

Chaves Solera M.A. 2018<sup>a</sup>. *Genética aplicada a la mejora de las plantaciones comerciales de caña de azúcar*. En: Congreso Tecnológico DIECA. 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29,30 y 31 de agosto del 2018. 89p.

Viveros, V, CA; Muñoz, P CG; Amaya, E. A. 2012. *Características asociadas con la mayor eficiencia en el uso de agua para la producción de caña de azúcar Saccharum spp.* Memorias Congreso de Atalac-Tecnicaña 2012. P 180 -193.

Wikipedia 2021. Consultado en 2020, disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilidad%20de%20Suelos.pdf>.





# GENÉTICA DE LAS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR SEMBRADAS ACTUALMENTE Y CON POTENCIAL COMERCIAL FUTURO EN COSTA RICA

Marco A. Chaves Solera<sup>1</sup>

## Introducción

El desarrollo tecnológico del cultivo de la caña de azúcar concentra y prioriza mucho de su esfuerzo institucional y científico en el abordaje del tema de la genética de la planta, por cuanto como es conocido y está ampliamente demostrado, buena parte del éxito o fracaso productivo de cualquier iniciativa o emprendimiento empresarial que se desarrolle en esta actividad agrícola e industrial, se le atribuye en alto grado a este incuestionable y determinante factor de la producción. Es por esta razón que los centros, instituciones y organismos calificados incursionan en la biotecnología de la planta de caña de azúcar, en materia de cruzamiento e hibridación de materiales genéticos con potencial reconocido y el desarrollo de bancos de germoplasma para el acopio y disponibilidad de opciones apropiadas para cultivo, como lo ha señalado Chaves (1997, 2013, 2018a, 2020f).

Basados en la imperiosa necesidad de satisfacer la intención y exigencia cada vez más sentida de contar con más y mejores opciones de cultivo para los agricultores, se vienen operando desde hace varios años en el país, iniciativas tecnológicas que han dado cuerpo y conformado el Programa Nacional de Variedades de Caña de Azúcar iniciado de manera incipiente en los años 20 del siglo anterior en la Escuela Nacional de Agricultura (ENA) creada en 1926, seguido por el Ministerio de Agricultura e Industrias (MAI) que

luego en la década de los 60 pasó a formar el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En principio todos los clones se importaban en su totalidad, pues aún no se hibridaba en el país. Es a partir de 1982 cuando el Convenio interinstitucional suscrito entre el MAG y LAICA crea DIECA como órgano especializado que lidera, concentra y orienta las actividades que en materia de tecnología, innovación y transferencia desarrolla el sector cañero-azucarero.



<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Especialista en el cultivo de la caña de azúcar. Correo – e: chavessolera@gmail.com.



Esa instancia tecnológica dio inicio en 1982 a una novedosa e interesante fase de experimentación exploratoria con cruzamiento (vía sexual) de clones empleando semilla “verdadera o fuzz” donada por países amigos como Brasil, México y Barbados. Es sin embargo a partir de 1998 cuando se realizaron las primeras pruebas formales de hibridación en el país, las cuales culminaron con los cruzamientos dirigidos de clones de interés agroindustrial con fundamento en el antecedente productivo de sus progenitores, lo que se fortaleció y consolidó luego del año 2000. Hoy, el país y la agroindustria nacional fabrican sus propias variedades como muestra del esfuerzo operado en esta moderna iniciativa, lo que con el tiempo adquiere cada vez mayor trascendencia por la independencia y autonomía que se espera alcanzar en un futuro muy próximo (Chaves 2018ab; Durán y Alfaro 2015).

El programa se ha ajustado, redefinido y fortalecido con el tiempo para lo cual se cuenta y opera actualmente una estrategia general que considera tres componentes principales: a) aprovechamiento de la variabilidad genética disponible (germoplasma y cruzamientos), b) actividades de evaluación y selección operada por fases sucesivas, y c) validación y liberación

de nuevas variedades en el campo con base en su capacidad de adaptación, fitosanidad e índice de productividad agroindustrial. La estrategia opera de forma complementaria bajo cinco elementos principales adicionales: a) mejoramiento del rendimiento agrícola y de azúcar por unidad de área (t/ha), b) enfoque hacia la obtención de plantas con alta sacarosa, c) consideración del factor fitosanitario mediante resistencia/tolerancia a plagas y enfermedades, d) adaptabilidad y resiliencia a condiciones adversas y e) disposición para la cosecha mecanizada. Esos objetivos de mejoramiento responden y contribuyen junto a otros también determinantes en tipificar el prototipo varietal ideal, requerido actualmente y a futuro por la agroindustria azucarera costarricense.

Como es sabido y está demostrado, la expresión y manifestación del potencial genético intrínseco contenido en un determinado clon, viene influenciado, determinado y condicionado en alto grado por el estímulo positivo o negativo que puedan ejercer otros factores de carácter biótico y abiótico que los influyen y determinan; lo cual en el caso nacional se torna limitante y problemático.

Esto por cuanto las condiciones y entornos donde se siembra y cultiva caña de azúcar en

el país es muy disímil y heterogénea, lo que provoca que la calidad y cantidad de asuntos que deben atenderse y procurar superarse sea mayúscula (Chaves 2019jk, 2020cd, 2021; Chaves y Chavarría 2021, 2022abcd, 2023).

A esas dificultades edafoclimáticas, fitosanitarias y de manejo hay que agregar que, como seres biológicos, las variedades de caña se deterioran y pierden rápidamente con el tiempo su capacidad productiva agroindustrial por causa de los procesos naturales inherentes que las hacen económicamente improductivas, luego de transcurrido un tiempo de explotación comercial. Ese tiempo, vale reconocer, es muy variable (se estima entre 12 y 20 años) entre variedades en consideración de las características del entorno y condición productiva donde se cultiva y como se maneja agronómicamente.

Todas las variedades, sin distinción ni condicionante de ningún tipo, pasan por un periodo natural caracterizado por el **surgimiento, crecimiento en área, máxima expresión, declinación y salida** como materiales de cultivo de uso comercial; el cual es como se anotó, de duración muy variable aún para un mismo clon en una misma condición. Chaves (2018b) presenta en su documento una interesante y válida rendición de hechos en torno a este tópico, concebido y desarrollado como “...la dinámica histórica de su cultivo en Costa Rica”. Lo cierto y aceptable es que ninguna variedad de caña de uso comercial está libre de sufrir y pasar obligadamente por ese proceso natural; siendo lo deseable poder prolongarlo por el máximo tiempo económicamente permisible y rentable posible.

Por estas y muchas otras razones, el conocimiento profundo de la genética particular de la planta de caña constituye el fundamento de cualquier iniciativa de mejora del cultivo, en particular en la búsqueda, selección y liberación de mejores materiales genéticos dotados para competir con expectativa favorable respecto a los de uso comercial tradicional y convencional; labor que por su naturaleza debe operar con

carácter permanente, continuo y sistemático visualizado en el tiempo. La búsqueda y uso por sustitución de variedades agotadas por otros mejores materiales genéticos es una labor sin final, pues siempre por causa de la pérdida de vigor y declinación productiva natural, todas las variedades deberán ser sustituidas en algún momento con el transcurrir del tiempo y la explotación comercial.

## Genética y desarrollo productivo competitivo

Las circunstancias, razones y motivaciones que movilizan y dirigen las fuerzas del mercado de los productos agropecuarios en la actualidad, han generado un nuevo comercio que exige una mayor competitividad en procura de satisfacer a cabalidad los requerimientos de calidad que un consumidor más exigente y mejor informado impone como condicionante para su adquisición. El paradigma del comercio tradicional ya fue superado y las reglas vigentes ahora son otras, tornándose más exigentes en todos los sentidos.



Como es conocido, el incremento de la producción de materia prima de un cultivo de características extensivas-intensivas como la caña de azúcar, se puede lograr por dos vías: a) incrementando las áreas (ha) de cultivo y b) elevando la producción por unidad de área (t/ha) mediante la utilización de mejores técnicas de manejo, insumos y productos tecnológicos. El aumento en la concentración de la sacarosa contenida en los tallos industrializables (kg/t), también contribuye de manera significativa con esa meta.

Esta realidad, instaura como condicionante la imperiosa necesidad de aumentar el potencial productivo de la planta preservando los recursos naturales y favoreciendo el desarrollo de sistemas de agricultura sostenible; con lo cual, el logro de altos niveles de producción y productividad en el largo plazo requiere de la necesaria y obligada adecuación de los programas de mejoramiento genético, buscando adaptación a la amplia diversidad de ambientes y entornos productivos al que estará sometido un determinado material de siembra, particularmente en una condición tan heterogénea como la costarricense.

En esta materia se deben considerar, revisar y ajustar de manera permanente los objetivos planteados y procurados operar en los planes y programas de mejora genética, los criterios de selección empleados y las modalidades de evaluación incorporados con indicadores eficientes, reveladores y representativos.

Todo eso buscando identificar y seleccionar variedades con características sobresalientes, tales como: alta capacidad de producción y eficiencia en el uso de la energía, resistencia a plagas y enfermedades, plantas erectas con alto despaje que habiliten la mecanización, buen índice de brotamiento, mayor producción de biomasa industrializable, más sacarosa, menor sensibilidad y alta resiliencia frente a condiciones ambientales desfavorables.

Hay inobjetablemente necesidad de producir materia prima de calidad con mayor intensidad y sostenibilidad en el tiempo, asegurando características físicas y químicas que respondan

a los condicionantes crecientes impuestos y requeridos por la industria azucarera nacional para ser competitiva. El mejoramiento genético de la planta de caña de azúcar debe responder en este contexto, con la formación de cultivares que respondan y se ajusten satisfactoriamente a las exigencias y particularidades de los diferentes segmentos, grupos y sistemas de producción que conforman la actividad (Chaves 2022cd).

Debe tenerse presente que el mejoramiento genético de la planta de caña es una disciplina importante y determinante para la formación y obtención de una variedad con el biotipo requerido que responda a las diferentes condiciones ambientales.

La metodología empleada para seleccionar y mejorar la planta de caña es muy variada; sin embargo, parte de esa metodología es común, y debe de seguir rigurosamente los postulados que impone la ciencia de la genética en los que se basa la obtención y selección de mejores progenies. Esa metodología común, aplicada a diferentes formas de producción de las plantas es lo que se denomina "Métodos de Mejoramiento". Todos los métodos tienen como objetivo seleccionar los mejores genotipos dentro de una población, o crear genotipos nuevos con características previamente definidas y predeterminadas. Todos los métodos vigentes están diseñados, para en mayor o menor grado:

- 1) Generar plantas cuya descendencia reproduzca el genotipo deseado.
- 2) Maximizar el uso y aprovechar la variabilidad genética presente en la(s) población(es) seleccionada(s). Importante recordar que la caña es un poliploide.
- 3) Crear mayor variabilidad genética por medio de la hibridación y recombinación para obtener nuevos genotipos.
- 4) Evaluar la descendencia generada para definir el genotipo más apto.
- 5) Ejercer control del mecanismo de floración y polinización de la planta de caña.
- 6) Controlar el efecto del ambiente, de la interacción genotipo por ambiente y del error experimental, para mejorar la heredabilidad.

Es relativamente sencillo para el mejorador de plantas implementar cualquiera de esas acciones para seleccionar o crear los genotipos deseados. Lo que no es tan fácil y requiere mucho conocimiento y formación, sin embargo, es hacerlo rápido, eficiente y rentable en términos de costos y uso de recursos humanos, económicos y físicos.

La investigación agrícola entre ellas la orientada a la caña de azúcar, procura hoy día no solo que se produzcan más alimentos de mejor calidad; sino que, además, la agricultura se oriente y administre para satisfacer a cabalidad las necesidades cambiantes de la población, preservando los recursos naturales y evitando la degradación del medio ambiente, como ha señalado Chaves (2020bcd, 2021, 2022a) en reiteradas oportunidades.

Sin lugar a duda, el mejoramiento genético contribuye ostensivamente con la competitividad mejorando el grado de sostenibilidad de los sistemas de producción, mediante el desarrollo de genotipos adaptados a nuevas exigencias ambientales, nuevas demandas y requerimientos del mercado de consumo. Esto requiere implementar, sin embargo, en el plano de la investigación genética, la consideración de cambios de fondo en la definición y priorización de objetivos, en las técnicas de selección de campo y en la búsqueda, manejo y utilización de la variabilidad genética en una planta de características especiales (poligénica) como la caña de azúcar (Chaves 2020a).

las instancias pertinentes y responsables, en este caso la ENA, MAI, MAG, LAICA y DIECA, para importar en diferentes momentos históricos materiales genéticos de caña procedentes de las principales fuentes generadoras de germoplasma; en este caso connotados y reconocidos centros de investigación y estaciones experimentales especializadas en el cultivo de la caña en el mundo.

En este largo y tortuoso recorrido iniciado desde tiempos coloniales el país ha importado e incorporado a su labor de cultivo, producción e investigación materiales genéticos de muy diverso origen, procedencia y características agrícolas e industriales, buscando en primera instancia adaptación con grados aceptables y sobresalientes de calidad y productividad; a lo cual, más recientemente se le incorpora el factor ambiental procurando satisfacer los principios de la ecoeficiencia y la eco-competitividad como determinantes y condicionantes inexcusables del éxito comercial (LAICA 2022abc).

El antecedente nacional revela que en este tiempo se introdujeron y sembraron en el país materiales genéticos diversos constituidos por especies de *Saccharum officinarum* conocidas como "cañas nobles" como también de otras especies (*sinense*, *espontaneum*). De manera sucinta y precisa, Chaves (2018b) en su apología y reconocimiento a ese largo proceso de labor visionaria en el campo institucional y tecnológico expuesta en la publicación **"Siembra comercial de variedades de caña de azúcar: dinámica histórica de su cultivo en Costa Rica"**, resume lo actuado en el tiempo de la siguiente manera:

*"El primer clon introducido fue la "Caña Criolla" conocida como "Cubana, Caña de Castilla, Creole, Puri, Caña de la Tierra", seguida por las Cañas Nobles Morada, Rayada y Cristalina. Luego se difundió con gran aceptación la Otaheite (Borbon, Lehania, Vellai, Bousier, Habanera, Rayada); como también la Cristalina y la Cinta (Listada de Baviera). El descubrimiento casi simultáneo de la sexualidad de la caña en 1888 en Java y Barbados favoreció la hibridación, creando diversas Estaciones Experimentales (Java 1882, Barbados 1889, Guyana 1889, Reunión 1889, Australia 1890,*

## Evolución y dinámica varietal en Costa Rica

Una revisión diligente, profunda y detallada proyectada y visualizada en el tiempo, demuestra la pródiga, dinámica y efectiva gestión desarrollada y operada por el país a través de

Mauricio 1891, Hawái 1904, Cuba 1905, India 1912, Brasil 1913, Puerto Rico 1913, USA 1918 y Sudáfrica 1929, etc.).

La creación de la Escuela Nacional de Agricultura (1926) impulsó la investigación. Para 1930 se disponía de clones importados como POJ 2714, POJ 2725 y POJ 2878, que fueron base del desarrollo. La Junta de Protección a la Agricultura de la Caña (1940), MAI (1948), MAG (1962), Sección de Caña (1950), Cámaras de Productores (1956), Cámara de Azucareros (1949), generan impulso y apoyo al desarrollo tecnológico del cultivo.

En la década del 50 se formaliza la investigación y genera la base tecnológica que sustenta la producción por muchos años; ingresaron variedades, como: B 37-61, B 41-227, B 43-62, B 47-44, B 49-119, M 336, NCo 310, Co 419, Co 421, Co 617 (Hueso), PR 980, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-5, H 49-104, PINDAR, TROJAN, EROS, VESTA y AZUL DEL PERÚ. En los 60 prevalecieron B 47-44, B 43-62, B 41-227, B 49-119, B 50-132, B 50-377, B 50-135, B 54-142, Co 421, Co 453, Mex 57-473, NCo 310, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209, VESTA, TROJAN, PINDAR. El periodo 1970-1979 reporta B 43-62, B 50-135, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 55-227, B 60-125, B 60-267, CP 50-28, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209, H 57-5174, H 59-3775, L 60-14, L 60-125, NCo 310, NCo 376, PINDAR, Q 63, Q 67, Q 68, Q 77, Co 419, Co 421.

El ataque sorpresivo de las enfermedades "roya café" en 1978 (*Puccinia melanocephala*), el "carbón" (*Ustilago scitaminea Sydow*) en 1981, la "escaldadura foliar" (*Xanthomonas albilineans*) en 1984 y la "roya naranja" (*Puccinia kuehnii*) en el 2007, dinamizaron la genética del cultivo. En los 80 se reportan PINDAR, L 60-14, NCo 310, NCo 376, Q 63, Q 68, SP 70-1284, Co 419, Co 421, Co 449, H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174, B 47-44, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 55-227, B 60-125, B 60-267, CP 57-603. En los 90 se reportan NCo 310, SP 70-1284, Q 96, Q 102, SP 71-5574, PINDAR, CP 70-1133, CP 72-2086, CP 87-1248, BT 65-152, B 47-44, B 60-267, B 74-132, Ja 60-5, Co 421, H 54-775, H 56-4848, H 57-5174, H 60-8521, H 61-1721, H

62-4671, H 71-4441, CP 57-603, Mex 57-473, Mex 68-P-23, B 76-259, SABORIANA. Luego del 2000 se citan CP 72-2086, NA 56-42, SP 70-1284, CP 72-1210, NCo 310, Q 96, Q 132, Q 138, BT 65-152, PR 80-2038, SP 81-3250, SP 70-1143, SP 71-5574, SP 79-2233, PINDAR, B 76-259, B 77-95, B 80-689, B 82-333, B 89-1351, RB 73-9735, RB 86-7515, Mex 57-473, Mex 79-431, RD 75-11, H 61-1721, H 62-4671, H 77-4643, LAICA 03-805, LAICA 04-809, LAICA 04-825 y LAICA 05-805, entre otras."

La movilización de variedades entre salidas e ingresos de nuevos clones para uso comercial en Costa Rica ha sido amplia y muy dinámica cuando valorada en el tiempo, como lo demuestran los estudios de Chaves (1997, 2018bmnopqrs, 2019abdeg) donde se revela lo acontecido en esta materia particularmente en los últimos años a nivel de regiones y zonas productoras de caña. Se demuestra la cantidad de opciones para cultivo que ha tenido el sector productor a su disposición, en un principio importadas y más recientemente de fabricación nacional.

Mucho material hay documentado sobre la dinámica y recorrido que ha mantenido de manera sostenida y consistente el esfuerzo tecnológico por procurar contar siempre con las mejores variedades sembradas en el mundo, y los clones que se proyectaban con probabilidades de adaptación en el país, como lo demuestran los estudios de Sáenz (1970), Chaves (1997, 2012, 2013, 2015, 2016ac, 2018abm, 2020e), Chaves y Bermúdez (2012) y Chaves et al (2020).

Toda esa compleja, intensa pero efectiva labor culminó con la consolidación del programa de cruzamiento e hibridación desarrollado por DIECA a partir del año 1998, permitiendo la fabricación de las variedades nacionales reconocidas y registradas mundialmente con la Sigla LAICA (Chaves 1995b, 2018ah; Durán y Oviedo 2012, 2015; Durán 2018; DIECA 2020ab).

## Objetivos

### General:

- Conocer y valorar el estado de situación del componente genético básico, empleado actualmente en las siembras comerciales vinculadas con el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.

### Específicos:

- a) Identificar y situar geográficamente las principales variedades de caña de azúcar sembradas en el territorio nacional.
- b) Ubicar y organizar la distribución de las variedades categorizada en: Promisorias, Cultivadas y Recomendadas.
- c) Establecer la ascendencia de las variedades de acuerdo con su Sigla de origen genético.
- d) Identificar los progenitores y sistema de cruzamiento empleados en la obtención de las variedades sembradas y promisorias.
- e) Identificar y proyectar las calidades genéticas con mayor potencial para ser empleadas en el programa nacional de mejora genética.

f) Ubicar los progenitores empleados y disponibles por país de origen y procedencia.

## Metodología

La estructura básica del documento consistió en ubicar y clasificar en primera instancia las variedades de caña en tres condiciones tomadas como marco referencial, a saber:

**A. Variedades Sembradas:** se refiere a la mención de los cinco materiales genéticos que, de acuerdo con el resultado del último Censo Nacional de Variedades realizado en el país en el año 2019, como apuntan Chaves et al (2020), se colocaron por su orden como las más cultivadas en cada región y zona productora.

**B. Variedades Recomendadas:** considerando que lo sembrado no siempre se corresponde a lo que por situación y condición mediática más se ajusta a las necesidades del momento; se anotan según orden de prioridad, las cuatro variedades mejor recomendadas de acuerdo con el criterio técnico experto aportado por funcionarios de DIECA.





**C. Clones Promisorios:** nombra por su orden los tres materiales genéticos que se encuentran actualmente en fase avanzada de investigación, escalamiento y validación agroindustrial según región y zona, manteniendo por sus resultados, interesantes posibilidades y alta probabilidad de constituirse próximamente en las variedades comerciales del futuro (DIECA 2020ab).

Aplicó en el estudio una regionalización basada en lo descrito y actuado por la legislación azucarera basada en seis regiones productoras, a saber: 1) Guanacaste, 2) Pacífico Central, 3) Región Norte, 4) Valle Central, 5) Turrialba y 6) Zona Sur. En consideración y para los objetivos del estudio por contar con un componente genético diferente, la región de Guanacaste se desagregó en dos zonas bien tipificadas como son las denominadas Zona Este (cantones de Abangares, Bagaces, Cañas) y Zona Oeste (Carrillo, Liberia, Nicoya, Santa Cruz). La región Norte por conveniencia y situación similar se analizó de forma separada en sus cantones San Carlos y Los Chiles.

La región de Turrialba por su parte se desagregó en Zona Media ( $< 999$  msnm) y Zona Alta ( $> 1.000$  msnm), pues el componente varietal difiere radicalmente en ambas condiciones. Esa aplicación diferenciada proporciona una mejor perspectiva de la condición de adaptación edafoclimática, fitosanitaria, de manejo agronómico y grado de preferencia de los productores por sembrar comercialmente determinados clones, lo que de cierta manera ya establece un buen criterio de selección inicial para las heterogéneas condiciones de cultivo prevalecientes en Costa Rica.

La condición anterior aplica tanto para variedades importadas e introducidas al país por medio de acuerdos y convenios suscritos con calificados centros y estaciones experimentales del mundo; como también para las variedades fabricadas en el país y reconocidas por la Sigla LAICA en reconocimiento a su gestor.

Las variedades incluidas en cada una de esas tres categorías fueron descritas identificando sus progenitores masculino y femenino, país de origen y tipo de cruzamiento empleado en su

creación, fuera biparental o policruza (múltiple o abierto).

A partir de esa importante información se procedió a organizar y ubicar las variedades para cada región y zona productora de acuerdo con su Sigla de Origen, lo que favorece poder inferir y concluir cuales son los materiales genéticos que por su origen mayor afinidad, resiliencia, potencial productivo y probabilidad de éxito ofrecen para ser empleadas como progenitores en el Programa de Mejora Genética desarrollado por DIECA. Los clones sembrados y adaptados representan la mejor fuente de información para orientar con sentido pragmático y certero la ruta a seguir a futuro sobre que progenitores cruzar.

promisorias para posible uso comercial futuro.

En primera instancia es notorio el hecho del sano y proporcionado equilibrio que prevalece entre variedades importadas (vía asexual) y clones de fabricación nacional (vía sexual) Sigla LAICA en el componente de siembra nacional, al ubicar un total de 24 y 30 para una representación del 44,4% y 55,6%, respectivamente.

Queda evidenciada la fuerte actividad y crecimiento operado en torno a las variedades nacionales, lo que redundará en poco tiempo en importantes beneficios para el sector y el país como ya se viene comprobando.

Como se infiere de esos datos no existe una frontera geográfica que fije y establezca límites entre variedades, pues algunos clones son virtud de sus características y propiedades de uso común entre regiones diferentes como sucede con B 76-259, RB 86-7515 y SP 78-4764 al ser sembradas en tres lugares diferentes y LAICA 16-49 y LAICA 12-340 con perfil similar, lo que demuestra y ratifica su alto grado de "plasticidad y adaptabilidad genética" a condiciones muy diferentes de cultivo y manejo.

En forma contraria se identifican también clones que son específicos para una sola región y condición particular de producción, lo que confirma la eficiencia del sistema de mejora y selección genética al poder evidenciarlos.

Como es sabido y está comprobado materiales genéticos de Sigla CP son de adaptación preferencial para zonas bajas ( $< 300$  msnm), mientras que los de Sigla H encuentran mejor condición en las zonas altas ( $> 1.000$  msnm),

## Resultados

Seguidamente se exponen los resultados de la evaluación y valoración de la situación varietal prevaleciente en Costa Rica actualmente.

## Caracterización de variedades

De acuerdo con la metodología empleada por el estudio, se identificó un total de 54 variedades diferentes sembradas en las seis regiones geográficas productoras de caña destinadas a la fabricación de azúcar, las cuales fueron en cumplimiento de los objetivos planteados, desagregadas de acuerdo con el interés específico, como sigue:

### a) Sembradas, recomendadas y promisorias

Los Cuadros 1 y 2 exponen y describen con detalle geográfico la condición de cultivo de las principales variedades de caña sembradas y también recomendadas en cada localidad productora; como también, cita los clones que de acuerdo con el estado de evaluación que mantienen en fases avanzadas de investigación y validación de campo, se perfilan como



**Cuadro 1.**

Variedades (54) de caña de azúcar sembradas y recomendadas para cultivo y en fase de validación según región y zona productora.

Variedad	Regiones y Zonas Productoras								
	Guanacaste		Pacífico Central	Zona Norte		Valle Central	Turrialba		Zona Sur
	Este	Oeste		San Carlos	Los Chiles		Zona Alta	Zona Media	
<b>Recomendadas *</b>									
1	NA 85-1602	CP 72-2086	CP 14-1518 1/	B 77-95	LAICA 01-604	RB 86-7515	LAICA 04-250	B 76-259	LAICA 05-805
2	CP 72-2086	SP 81-3250	CP 72-2086	PR 80-2038	LAICA 12-340	SP 78-4764	H 77-4643	B 77-95	RB 98-710
3	B 82-333	LAICA 00-301	NA 85-1602	LAICA 12-340	LAICA 08-390	Mex 79-431	LAICA 07-203	LAICA 10-207	LAICA 07-801
4	LAICA 08-361	B 82-333	CP 88-1165	LAICA 08-390	B 77-95	LAICA 12-340	SP 78-4764	LAICA 05-805	SP 78-4764
<b>Promisorias **</b>									
1	LAICA 08-361	LAICA 08-389	LAICA 08-361	LAICA 15-622	LAICA 16-655	LAICA 16-49	LAICA 15-224	RB 98-710	LAICA 10-202
2	LAICA 07-810	LAICA 12-340	LAICA 16-49	LAICA 15-629	LAICA 15-619	LAICA 11-37	LAICA 15-215	RB 93-1003	LAICA 06-328
3	LAICA 10-809	LAICA 08-361	LAICA 15-337	LAICA 15-618	LAICA 16-601	LAICA 11-27	LAICA 15-216	LAICA 07-203	LAICA 16-49
<b>Cultivadas ***</b>									
1	NA 85-1602	CP 72-2086	CP 14-1518 1/	PR 80-2038	B 77-95	RB 86-7515	H 77-4643	B 76-259	LAICA 04-825
2	CC 01-1940	SP 81-3250	CP 72-2086	B 77-95	PR 80-2038	SP 78-4764	LAICA 04-250	B 77-95	LAICA 05-805
3	CP 72-2086	B 82-333	NA 85-1602	Q 96	LAICA 01-604	B 76-259	B 76-259	H 77-4643	LAICA 04-809
4	RB 86-7515	Mex 79-431	RB 86-7515	B 76-385	B 82-333	Mex 79-431	H 74-1715	PINDAR	RB 99-381
5	B 82-333	LAICA 00-301	B 82-333	B 76-259	LAICA 04-809	SP 71-3149	H 68-1158	Q 96	CP 87-1248

\* Recomendadas para siembra comercial en la actualidad. Comunicación personal Ing. Agr. Pablo Carvajal Quesada (DIECA), octubre 2022.

\*\* Se encuentran en fase avanzada de selección y validación.

\*\*\* Más cultivadas por importancia según resultado de Censo Cañero 2019 (Chaves et al 2020).

Guanacaste: Este: Abangares, Bagaces, Cañas. Oeste: Carrillo, Liberia, Nicoya, Santa Cruz.

Turrialba: Zona Alta (> 1.000 msnm): Juan Viñas, Alvarado, Paraíso, Tucurrique. Zona Media (< 999 msnm): Jiménez, Turrialba.

1/ Variedad con sigla de identificación desconocida y mención errónea.

Al establecer una relación de adaptación se infiere en relación con las 54 variedades identificadas como sembradas y promisorias, que Turrialba es la región que integralmente (Zona Media + Zona Alta) mayor cantidad de clones diferentes cultiva con 17 cultivares para un significativo 31,5% del total; seguida de manera

próxima por la Región Norte con 16 para un 29,6 y Guanacaste con 13 variedades y un 24,1%.

De manera más distante se ubican la Zona Sur con 11 variedades (20,4%), el Pacífico Central y Valle Central con igualdad de 9 clones c/u para un 16,7%. Existe una clara relación con la heterogeneidad.

**Cuadro 2.**

Variedades de caña de azúcar (54) sembradas en Costa Rica en calidad de cultivadas, recomendadas y promisorias.

Variedad sembrada	Regiones y Zonas Productoras						Zona Sur	
	Guanacaste	Pacífico Central	Zona Norte	Valle Central	Turrialba			
					Zona Media	Zona Alta		
B 76-259					S			
B 76-385					S			
B 77-95					S			
B 82-333	S	S	S					
CP 14-1518 *								
CP 72-2086	S	S						
CP 87-1248							S	
CP 88-1165			S					
CC 01-1940	S							
H 68-1158							S	
H 74-1715							S	
H 77-4643					S	S		
LAICA 00-301	S							
LAICA 01-604					S			
LAICA 04-250							S	
LAICA 04-809			S				S	
LAICA 04-825							S	
LAICA 05-805					S		S	
LAICA 06-328						P		
LAICA 07-203					P	S	S	
LAICA 07-801							S	
LAICA 07-810	P							
LAICA 08-361	S-P	P						
LAICA 08-389	P							
LAICA 08-390			S					
LAICA 10-202							P	
LAICA 10-207						S		
LAICA 10-809	P							
LAICA 11-27					P			
LAICA 11-37					P			
LAICA 12-340	P	S	S					
LAICA 15-215							P	
LAICA 15-216							P	
LAICA 15-224							P	
LAICA 15-337					P			
LAICA 15-618					P			
LAICA 15-619					P			
LAICA 15-622					P			
LAICA 15-629					P			
LAICA 16-49		P			P		P	
LAICA 16-601		P			P			
LAICA 16-655		P			P			
Mex 79-431	S				S			
NA 85-1602	S	S					S	
PINDAR							S	
PR 80-2038					S			
Q 96			S		S		S	
RB 86-7515	S	S	S					
RB 93-1003						P		
RB 98-710						P	S	
RB 99-381							S	
SP 71-3149					S			
SP 78-4764					S		S	
SP 81-3250	S							
<b>Total (54)</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	
% **	24,1	16,7	29,6	16,7	18,5	18,5	20,4	

Fuente: Formulado por el autor con información primaria y referencial.

\* Sigla desconocida, citada y reconocida con error.

\*\* Estima el % con respecto a los 54 clones identificados en el país, según Cuadro 1.

Condición: S = Sembrada; P = Promiscua.

### b) Sigla descriptiva

En principio las 54 variedades identificadas y nombradas por su condición como sembradas, recomendadas y promisorias se concentraron en 12 Siglas descriptivas de diferente origen, como se aprecia en el Cuadro 3, lo que denota la importante y significativa variabilidad genética introducida al país y proyectada a nivel de campo en el material genético empleado en las siembras comerciales de caña en la actualidad.

Es notorio y evidente que existen clones cuya “sangre” por su origen y características genéticas propias poseen una mayor habilidad y disposición para adaptarse a condiciones dispares y diferentes, como sucede con las variedades de Sigla B y RB ubicadas en cinco de las seis regiones productoras (83,3%); seguidas por SP con cuatro para un 66,7% y luego clones de Sigla CP, Mex, NA y Q que se emplean comercialmente al menos en dos regiones (33,3%) como materiales de siembra.

Como se indicó, hay por el contrario variedades cuya posibilidad de adaptación y preferencia por el agricultor en la actualidad es muy específica y selecta, como acontece con los clones de Sigla CC, H, PINDAR y PR. Digno de destacar es la presencia de clones Sigla LAICA en todas las seis regiones y zonas productoras de caña, lo que evidencia el intenso y efectivo trabajo de mejora y adaptación realizado en el país por DIECA para satisfacer condiciones específicas y especiales de cultivo.

Una interpretación geográfica de esos datos revela que es la región de Guanacaste la que mayor diversidad genética muestra al disponer clones de 8 de las 12 Siglas de origen identificadas en el país, lo que representa un significativo 66,7%; le siguen la región de Turrialba con 7 Siglas para un 58,3% y luego el Pacífico Central y Valle Central con 5 (41,7%). La Zona Norte y Sur parecieran ser más específicas en los requerimientos que deben mantener los materiales genéticos que



**Cuadro 3.**

Distribución clonal según Sigla de origen (12) y localidad productora de caña de azúcar.

Sigla Descriptiva	Regiones y Zonas Productoras					
	Guanacaste	Pacífico Central	Zona Norte	Valle Central	Turrialba	Zona Sur
Gu	1	1	4	1	2	1
CP	1	3				1
CC	1					
H					1	3
LAICA	6	3	10	4	3	5
Mex	1				1	
NA	1	1				
PINDAR						1
PR				1		
Q		1		1	1	
RB	1	1		1	2	2
SP	1				2	1
Total (12)	8	5	4	5	6	4
% **	66,7	41,7	33,3	41,7	18,5	33,3
						33,3

Se anota la cantidad de clones para cada región y zona. Entre localidades puede existir replicación.

\* Estima el % con respecto a las 12 Siglas identificados en el país, según Cuadro 1.

tengan potencial y posibilidades reales de adaptación a los difíciles ambientes de cultivo que presentan, virtud de sus características de suelo y condiciones agrestes de clima, donde solo 4 (33,3%) de las siglas parecieran tener posibilidad.

En el Cuadro 7 se anota y describe un detalle de las 12 Siglas de origen genético identificadas como cultivadas en el país con carácter preferencial, indicando el país de origen, la procedencia de la semilla empleada en el cruzamiento y el lugar

de selección del clon; esto virtud de las diferencias que hay entre los mismos (Chaves 2019i).

### c) Progenitores

Un ordenamiento de las 54 variedades identificadas como cultivadas en el país actualmente con carácter preferencial, muestra que al desagregarlas en importadas y por tanto de origen externo. Por su parte, en el Cuadro 5 se indican las 30 **Variedades de Fabricación Nacional Sigla LAICA** actualmente

se ubicaron 24 materiales genéticos, lo que representa un 44,4%; siendo los 30 clones restantes (55,6%) de fabricación nacional y reconocidos por la Sigla LAICA.

En el Cuadro 4 se identifican las 24 principales **Variedades de Origen Externo** cultivadas en el país, anotando los progenitores masculino y femenino que les dieron formación. Como se infiere la naturaleza y procedencia de estos es muy diversa y variada, lo que explica de alguna manera su buen grado de adaptación a las condiciones y ambientes cambiantes de producción comercial donde son utilizadas.

Algunos de esos clones son aun de amplio uso internacional, como apunta Chaves (2015). El método de cruzamiento empleado corresponde a mecanismos biparentales (clon x clon) o en su caso a policruzas (múltiples o abiertos) donde participan varios progenitores, lo que amplía en teoría la probabilidad de obtener progenies diferenciadas que contrarresten la posible endogamia. En esos cruces se emplearon 13 progenitores diferentes pertenecientes a las Siglas: B, CCSP, CL, Co, CP, CR, H, Mex, MQ, NA, Q, RB y SP, cuyo detalle descriptivo se anota en el Cuadro 7.

#### Cuadro 4.

Sigla de los Progenitores de las variedades (24) comerciales y promisorias de origen externo (importado), sembradas en Costa Rica actualmente.

No.	Clon *	Progenitor		No.	Clon *	Progenitor	
		Femenino	Masculino			Femenino	Masculino
1	B 76-259	B 65-15	B 59-162	13	Mex 79-431	Co 421	Mex 57-473
2	B 76-385	B 62-165	B 61-60	14	NA 85-1602	?	?
3	B 77-95	ND	ND	15	PINDAR	Co 270	MQ 33-157
4	B 82-333	B 76-78	?	16	PR 80-2038	ND	ND
5	CC 01-1940	CCSP 89-1997	?	17	Q 96	Q 63	Q 68
6	CP 14-1518 *	D	D	18	RB 86-7515	RB 72-454	?
7	CP 72-2086	CP 62-374	CP 63-588	19	RB 93-1003	RB 72-454	RB 83-5089
8	CP 87-1248	CP 78-1610	CP 72-1210	20	RB 98-710	SP 81-3250	RB 93-509
9	CP 88-1165	CL 61-620	CP 81-1302	21	RB 99-381	CR 64-215	RB 86-7515
10	H 68-1158	H 53-3989	?	22	SP 71-3149	NA 56-79	?
11	H 74-1715	H 61-1820	?	23	SP 78-4764	H 66-6254	?
12	H 77-4643	H 60-3862	?	24	SP 81-3250	CP 70-1547	SP 71-1279

Fuente: Chaves (2018a, 2019i, 2020g).

ND = No Disponible; D = Desconocido

\* Basado en la información indicada en Cuadro 1.

Por su parte, en el Cuadro 5 se indican las 30 **Variedades de Fabricación Nacional Sigla LAICA** actualmente cultivadas en el país, las cuales proceden también de cruces biparentales y múltiples producto de policruzas. Al igual que aconteció con

los clones importados se emplearon en esta oportunidad 12 progenitores diferentes pertenecientes a las Siglas: B, CT, CTC, Co, H, LAICA, Mex, Q, RD, RB, SP y TCP, cuyo detalle descriptivo se anota igualmente en el Cuadro 7 (Chaves 2019i, 2020e).

#### Cuadro 5.

Progenitores de las principales variedades (30) comerciales y promisorias Sigla LAICA de origen nacional, fabricadas y sembradas en Costa Rica actualmente.

No.	Clon *	Progenitor		No.	Clon *	Progenitor	
		Femenino	Masculino			Femenino	Masculino
1	LAICA 00-301	CTC 93-811	?	16	LAICA 10-809	SP 86-042	TCP 87-3388
2	LAICA 01-604	Q 96	SP 70-1143	17	LAICA 11-27	RD 75-11	?
3	LAICA 04-250	H 77-4643	?	18	LAICA 11-37	RB 91-2525	SP 71-3149
4	LAICA 04-809	RD 75-11	B 60-267	19	LAICA 12-340	Co 421	TCP 87-3388
5	LAICA 04-825	Desconocido	Desconocido	20	LAICA 15-215	LAICA 04-244	TCP 87-3388
6	LAICA 05-805	H 77-4643	?	21	LAICA 15-216	LAICA 04-244	TCP 87-3388
7	LAICA 06-328	TCP 87-3388	?	22	LAICA 15-224	LAICA 04-244	TCP 87-3388
8	LAICA 07-203	H 68-1158	?	23	LAICA 15-337	Mex 79-431	CT 10-468
9	LAICA 07-801	SP 81-2068	?	24	LAICA 15-618	B 76-259	RB 94-7520
10	LAICA 07-810	SP 81-2068	?	25	LAICA 15-619	RB 93-509	?
11	LAICA 08-361	RD 75-11	RB 83-102	26	LAICA 15-622	RB 93-509	?
12	LAICA 08-389	B 76-259	Mex 79-431	27	LAICA 15-629	Q 132	?
13	LAICA 08-390	Mex 79-431	B 76-259	28	LAICA 16-49	LAICA 03-805	?
14	LAICA 10-202	LAICA 03-06	TCP 87-3388	29	LAICA 16-601	LAICA 01-604	SP 85-3877
15	LAICA 10-207	B 77-95	SP 82-1176	30	LAICA 16-655	Q 96	?

Fuente: Chaves (2018a, 2019i, 2020g). Comunicación personal Ing. Agr. Pablo Carvajal Quesada (DIECA), noviembre 2022.

\* Basado en la información indicada en Cuadro 1.

Nota: La descripción sobre el origen de los progenitores se anota en Chaves (2019k, 2020m).

## SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

Buscando mayor especificidad y profundidad en el análisis se presenta en el Cuadro 6 un detalle de los 55 progenitores identificados y citados en los Cuadros 4 y 5, que dieron origen en su fabricación a las 54 variedades sembradas y declaradas como principales actualmente en el país.

Los mismos proceden de 18 Siglas de origen muy diversas dominadas en cantidad y representatividad por B y SP con 8 clones c/u (14,3%), CP con 7 (12,5%), H y RB con 6 c/u (10,7%), LAICA y Q con 4 c/u (7,1%), Mex y Co con 2 c/u (3,6%) y las Siglas CCSP, CL, CR, CT, CTC, MQ, NA, RD y TCP con apenas una cada una para

un 1,8%. Los materiales genéticos procedentes de B, SP, CP, H y RB son en definitiva los más empleados al representar integralmente un 62,5% de todos los clones empleados como progenitores; lo cual, indiscutiblemente debe ser considerado y aplicado al momento de definir los progenitores en el programa anual de cruzamientos operado por DIECA.

Es interesante notar que solo hay dos variedades que convergen por afinidad entre importadas y nacionales como son Co 421 y RB 93-509 y tres que fueron empleadas tanto como progenitores masculino y femenino: B 76-259, Mex 79-431 y TCP 87-3388.



### Cuadro 6.

Progenitores (55) empleados en la fabricación de las principales 54 variedades nacionales e importadas sembradas actualmente en Costa Rica.

Clon	Importados		Nacionales	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
B 59-162		X		
B 60-267				X
B 61-60		X		
B 62-165	X			
B 65-15	X			
B 76-78	X			
B 76-259			X	X
B 77-95			X	
CCSP 89-1997	X			
CL 61-620	X			
Co 270	X			
Co 421	X			X
CR 64-215	X			
CP 62-374	X			
CP 63-588		X		
CP 70-1547	X			
CP 72-1210		X		
CP 78-1610	X			
CP 81-1312			X	
CT 10-468				X
CTC 93-811				X
H 53-3989	X			
H 60-3862	X			
H 61-1820	X			
H 66-6254	X			
H 68-1158				X
H 77-4643			X	
LAICA 01-604			X	
LAICA 03-06			X	
LAICA 03-805			X	
LAICA 04-244			X	
Mex 57-473		X		
Mex 79-431			X	X
MQ 33-157		X		
NA 56-79	X			
Q 63	X			
Q 68		X		
Q 96			X	
Q 132		X		
RB 72-454		X		
RB 83-102				X
RB 83-5089		X		
RB 91-2525			X	
RB 93-509		X	X	
RB 94-7520				X
RD 75-11			X	
SP 70-1143				X
SP 71-1279			X	
SP 71-3149				X
SP 81-2068			X	
SP 81-3250		X		
SP 82-1176				X
SP 85-3877				X
SP 86-042		X		
TCP 87-3388		X	X	X
<b>Total (55)</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>11</b>

Elaborado por el autor con base en los Cuadros 4 y 5.

## Cuadro 7.

Origen genético de los progenitores (21) de las variedades sembradas y promisorias (54) cultivadas en Costa Rica según Sigla.

Sigla	País de origen	Semilla proveniente de	Seleccionada en
B	Barbados	Barbados	Barbados
CC	Colombia	Calí, Colombia (CENICAÑA)	Colombia
CCSP	Colombia	Brasil	Colombia
CL	USA	Clewiston	Clewiston, Florida
Co	India	Coimbatore	Coimbatore/Tamil/Nadu
CP	USA-Florida	Canal Point, Florida	Canal Point, Florida
CR	República Dominicana	República Dominicana	Central Romana
CT	Brasil	Centro de Tecnología Canavieira (CTC)	Brasil
CTC	Brasil	São Paulo, Brasil	Brasil
H	USA-Florida	Hawai	Hawai
LAICA	Costa Rica	LAICA	Costa Rica
MQ	Australia	Macknade, Queensland	Australia, Queensland
Mex	México	Tapachula	México
NA	Argentina	Chacra Santa Rosa	Norte argentino, Salta
PINDAR	Australia	CSRL LTD.	Australia
PR	Puerto Rico	Gurabo, Mayagüez	Gurabo, Puerto Rico
Q	Australia	Meringa	Queensland, Australia
RB	Brasil	Serra do Ouro, Brasil	Alagoas, Brasil Federal University
RD	República Dominicana	Ingenio Duquesa	República Dominicana
SP	Brasil	Camamu, Bahia	São Paulo, Brasil
TCP	USA, Texas	Canal Point, Florida	Weslaco, Texas, USA

Fuente: Chaves (2018a, 2019i, 2020g).

Nota: aplica tanto para progenitores masculinos como femeninos.

### d) Origen

Con el objeto de contar con una visión integrada que revele el origen genético de los principales clones sembrados actualmente

en el país, sean importados o nacionales, se presenta el Cuadro 8 mostrando un detalle de estos según Sigla de origen vinculada y región de cultivo donde son utilizados (Chaves 2019i). Esta perspectiva permite ubicar los

progenitores mejor calificados y con mayor potencial genético para ser empleados en los cruzamientos que a futuro pudieran implementarse en el programa nacional de hibridación.

En total se identificaron y mencionaron 23 Siglas diferentes de las cuales hay dos clones con señalamiento como **No Disponible (ND)** virtud de no contar con la información

pertinente pese a haberla buscado a nivel internacional en la fuente de origen, como sucedió con el caso de las variedades B 77-95 y PR 80-2038, y otra, citada como **Desconocida o Ignorada (D)** por corresponder a un evidente error de identificación, como sucede con CP 14-1518. Esta condición ubica en 21 las Siglas de origen correctamente identificadas, sumadas a una de ND y otra D.

## Cuadro 8.

Origen genético de los clones empleados en la fabricación de las variedades introducidas (EXT) y las de origen nacional Sigla LAICA (NAL) sembradas actualmente en el país.

Sigla de Origen	Regiones y Zonas Productoras											
	Guanacaste		Pacífico Central		Zona Norte		Valle Central		Turrialba		Zona Sur	
	Ext	Nal	Ext	Nal	Ext	Nal	Ext	Nal	Ext	Nal	Ext	Nal
B	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
CC	X											
CCSP	X											
CL			X									
Co	X	X					X	X	X	X		
CP	X		X									X
CR												X
CT					X							
CTC		X										
D	X		X									X
H							X		X	X	X	X
LAICA	X		X		X		X		X	X	X	X
MQ							X					
Mex	X	X	X		X	X						
NA	X		X				X					
ND					X							
PINDAR									X			
PR							X					
Q					X	X			X			X
RB	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
RD	X		X		X		X		X			X
SP	X	X			X		X		X	X	X	X
TCP	X				X		X		X	X	X	X
<b>Total (23)</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>

X = Indica presencia y uso de clones de ese origen como progenitores.

Nota: D = Desconocido; ND = No Disponible.

EXT: Referido a clones de procedencia externa introducidos al país.

NAL: Indica la Sigla de los clones empleados en la obtención de las variedades nacionales Sigla LAICA.



El Cuadro 9 presenta un detalle de las naciones donde fueron originadas las 54 variedades importadas y nacionales identificadas y nombradas en el estudio (Cuadro 1).

Como se aprecia, son 11 los países involucrados incluyendo Costa Rica, todos de muy amplia tradición azucarera lo que

da fe del importante componente génico introducido al país.

Por su parte, el Cuadro 10 expone la condición de las 54 variedades importadas y nacionales identificadas en consecuencia con el tipo de cruzamiento empleado para vincular los clones progenitores. Pareciera ser esta la mejor vía de lograr variabilidad en la progenie obtenida.

Como se aprecia, corresponde mayoritariamente al cruce de dos clones preseleccionados por sus atributos (biparental) la técnica de mejora empleada, tanto en el caso de las variedades importadas como las de fabricación nacional, al reportar el 50% y 53,4%, respectivamente.

La policruza se ha empleado en menor grado como técnica en la hibridación que les dio origen. Es por tanto válida y rescatable esta consideración para tomarla en cuenta en el programa nacional de mejora genética.

### Cuadro 9.

País (11) de origen de los progenitores de las principales (54) variedades de caña de azúcar cultivadas en Costa Rica.

País	
Argentina	India
Australia	México
Barbados	Puerto Rico
Brasil	República Dominicana
Colombia	USA
Costa Rica	

Elaborado por el autor con base en los cuadros 3, 4 y 5.



### Cuadro 10.

Tipo de Cruzamiento que dio origen a las variedades comerciales nacionales (54).

Tipo	Importadas		Nacionales		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Biparental	12	50,0	16	53,4	28	51,9
Policruza	9	37,5	13	43,3	22	40,7
No Disponible	2	8,3			2	3,7
Desconocido	1	4,2	1	3,3	2	3,7
Total	24	100	30	100	54	100

Elaborado por el autor con base en los Cuadros 3, 4 y 5.

### Potencial para mejora genética

Por su carácter natural vinculado directamente con procesos fisiológicos, metabólicos y génicos complejos, aun incomprendibles en su mayoría y sobre todo no manipulables por las técnicas de hibridación convencional tradicional empleadas por el hombre, la heredabilidad es un asunto que no responde a lo que podría pretender predecirse y manipularse al cruzar dos progenitores ampliamente conocidos por sus antecedentes.

Esta realidad deja en la simple probabilidad matemática, la eficiencia de la metodología empleada y la capacidad de observación de los

técnicos involucrados en la selección por fases, la oportunidad de poder encontrar progenies y biotipos que cumplan con la mayoría de los requerimientos fijados por la agroindustria como satisfactorios.

Lo cierto es que nunca se podrá lograr satisfacer a cabalidad lo que en la teoría se tipifica como la “variedad ideal de caña de azúcar”, como apuntara Chaves (1995a, 2020e).

La oportunidad de optimizar para obtener mejores variedades de caña en tiempo, esfuerzo y costo razonables, se deben considerar insoslayablemente elementos como los siguientes:

## SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

1) Concentrar el esfuerzo de mejora genética en el diseño e implementación de una metodología trazada con criterio técnico-científico, pero también pragmático, que asegure de manera sistemática y discrecional identificar las mejores progenies.

2) Una buena metodología no implica ni significa necesariamente extrapolar e incorporar un sistema externo empleado en otras latitudes y condiciones; lo que habilita la posibilidad de tomar eso si lo mejor y ajustarlo a las condiciones y necesidades propias. Tampoco es aceptable estar modificando y cambiando permanentemente y sin razón justa un sistema de selección; vale reconocer que DIECA ha sido muy consistente y estable en esta materia con los años.

3) Un buen sistema de mejora debe ser práctico, lógico, sistemático, operado en fases sucesivas y estrictas de selección empleando indicadores apropiados para cada condición y ambiente particular, lo que evita rigidez e inflexibilidad. Debe contar preferiblemente con subprogramas regionales o proyectados a condiciones particulares de cultivo por ej mecanización, suelos ácidos, etc.

Seleccionar variedades en una zona de alta humedad como la Zona Norte es muy diferente a realizarla en condiciones de secano en la zona baja; los indicadores empleados (clima, suelo, fitosanidad, agronómicos, mecánicos, productivos, industriales, etc.) deben ser específicos para cada condición particular, como exige y obliga la elevada heterogeneidad de ambientes productivos prevaleciente en el país (Chaves 2017b, 2019jk, 2020d; Chaves y Chavarría 2017).

4) Dicha metodología debe ser efectiva y eficiente en sus criterios y alcances, pero también de bajo costo y muy dinámica, considerando el tiempo

implicado en la labor como un factor por atender y resolver. No puede ser excesivamente prolongada ni tampoco rápida, lo que obliga ponderar y resolver razonablemente los factores Tiempo-Riesgo; donde largo tiempo de evaluación minimiza riesgo y viceversa.

5) Los indicadores empleados como criterio de selección deben ser justos para la condición y biotipo de caña deseado obtener. No es igual seleccionar una planta mecanizable para la condición de Guanacaste y Pacífico Central, que otra para siembra en ladera de alta pendiente como la Zona Alta de Turrialba; muchos ejemplos similares pueden colocarse.

6) Las características, condiciones y duración del ciclo vegetativo del cultivo no solo valorado en cuanto al tiempo implicado para cosecha (11-24 meses); sino también respecto a su ciclo de maduración y concentración de sacarosa (temprana, media, prolongada) es necesario de tomar en cuenta (Chaves 2019f).

7) La fase de validación final de los clones promisorios seleccionados en el campo es fundamental, pues permite observar con escalamiento de área (ha) y en el ambiente de cultivo particular, el comportamiento del material genético evaluado y promovido.

8) Cualquier material genético que se pretenda introducir y evaluar en el país debe ser previa y rigurosamente estudiado en sus antecedentes productivos y características agronómicas, erradicando la posibilidad de “introducir y evaluar apenas lo que nos den” (Chaves 2016b).

9) La ubicación geográfica de los materiales genéticos en primera instancia seleccionados con base en su Sigla de origen según antecedente de uso regional, resulta de gran valor para

identificar con buen criterio técnico potenciales de adaptación, como lo ha revelado con gran detalle Chaves (2018bcdefghijkl).

10) Se debe contar con un Banco de Germoplasma bien conducido, constituido por materiales con valor genético utilitario para posibles cruzas futuras, evitando mantener un “jardín de variedades” o peor aún un “museo de variedades”; lo que no exceptúa ubicar variedades referentes de alto valor histórico (Chaves 2013, 2020f). Cada material genético debe contar con un registro particular que tipifique sus características genéticas, fenotípicas, fitosanitarias y productivas.

11) Todocruzamiento debe ser obligadamente estudiado y direccionado empleando progenitores que han demostrado por antecedente tener adaptación y capacidad productiva potencial para condiciones similares. La fase de cruzamientos debe contar con un estudio previo y riguroso de posibilidades y selección de progenitores para cada región, zona y condición particular. Es definitivo que si se cruza bueno con bueno es esperable obtener con muy alta probabilidad algo bueno; contrario a cruzar algo deficiente con algo limitado, donde el producto no será posiblemente el mejor.

12) Se debe profundizar aún mucho en el estudio de la floración como instrumento de mejora genética y limitante para la producción, pues la información disponible es aún muy limitada en el país (Chaves 2017a, 2019h, 2020a; Carvajal et al 2019). DIECA cuenta con una Cámara de Fotoperiodo que facilita la labor de sincronización floral de progenitores (Chaves 2020f).

13) El avance, uso y aplicación de nuevos criterios, metodologías, mecanismos e implementos biotecnológicos es en la actualidad robusta y muy dinámica, lo que debe ser incorporado dentro de las posibilidades existentes, en el programa de mejora genética nacional; el país y DIECA ya cuentan con elementos para ello.



Como se anotó en el punto 9 anterior la identificación de los progenitores por emplear en la fase de hibridación y cruzamiento es determinante en la calidad de progenies que se obtengan como producto final, lo cual definirá la validez del resto del prolongado y oneroso mecanismo de selección de variedades. Esta razón es motivo suficiente para prestarle mucha atención, cuidado y rigurosidad a la forma en que se desarrolle y opere esa labor, la cual no puede quedar simplemente bajo decisión personal de un mejorador o funcionario vinculado con el proceso; pues lo serio y responsable es definir un protocolo técnico para ese fin, el cual debe contener y considerar elementos como:

- a) Biotipo de la variedad buscada, deseada y requerida disponer para la condición particular y específica donde será potencialmente empleado comercialmente el clon.
- b) Características bióticas y abióticas del lugar de uso comercial potencial de la progenie esperada.
- c) Ubicación de las variedades e

identificación de las progenitores y Siglas de origen con antecedente exitoso en el lugar.

- d) Asegurar la disponibilidad de esos materiales genéticos para operar la hibridación correspondiente.
- e) Definir el tipo de cruzamiento por emplear: biparental o policruza (múltiple).
- f) Favorecer y asegurar la sincronización de floración y polinización entre progenitores.

Con el objeto de contribuir con lo señalado en el punto c) se adjunta el Cuadro 11 con la identificación basada en lo apuntado en los Cuadros 1, 2, 4 y 5, las Siglas de origen de las variedades y progenitores que mejor adaptación y resultado productivo han mostrado en cada región y zona productora de caña de azúcar del país; lo cual orienta sobre los materiales genéticos que podrían eventualmente emplearse en la fase de hibridación.

### Cuadro 11.

Siglas (21) con potencial de uso en cruzamientos genéticos según región productora.

Región productora	Siglas con potencial	Total
Guanacaste	B - Co - CP - LAICA - Mex - NA - RB - RD - SP - TCP	10
Pacífico Central	B - CP - LAICA - Mex - NA - RB - RD	7
Zona Norte	B - Co - LAICA - Mex - PINDAR - PR - Q - RB - RD - SP - TCP	11
Valle Central	B - Co - H - LAICA - Mex - Q - RB - RD - SP - TCP	10
Turrialba		
Zona Media	B - Co - H - LAICA - PINDAR - Q - RB - SP	8
Zona Alta	B - H - LAICA - SP - TCP	5
Zona Sur	B - H - LAICA - Q - RB - RD - SP - TCP	8

Elaborado por el autor.

### Conclusiones

Con fundamento en lo analizado y comentado anteriormente es viable establecer algunas inferencias y conclusiones que se consideran relevantes y trascendentes declarar para la operación futura del tópico genético, como son entre otras las siguientes:

- 1) La mejora genética constituye sin duda alguna la opción tecnológica más efectiva, accesible y rentable que existe para resolver con solvencia y eficiencia problemas fitosanitarios y de productividad sin tener que incurrir en onerosas inversiones y gastos extraordinarios en otros rubros; pues permite superar inconvenientes de adaptabilidad, fitosanidad y productividad, razón por la cual debe mantenerse activa y en condición de mejora permanente.
- 2) La imperiosa y obligada necesidad de cambiar las variedades constituye una necesidad permanente y una práctica agrícola recurrente, debido a la pérdida natural y sistemática de vigor y capacidad productiva agroindustrial, que torna su empleo en el tiempo poco rentable y competitivo.
- 3) Es necesario abastecer y solventar la imperiosa necesidad de contar siempre con nuevas opciones genéticas, mediante la suplencia de alternativas de siembra de calidad que satisfagan las exigencias del agricultor ante un mercado y entorno comercial cada vez más exigente.
- 4) La cantidad de variedades de uso comercial y en condición de promisorias identificada en el país es en la actualidad alta, al ubicar como principales un total de 54 clones en condición de sembrados, recomendados y promisorios, de los cuales 24 (44,4%) correspondieron a variedades importadas del exterior (vía asexual) y 30 (55,6%) nacionales fabricados en el país (vía sexual), reconocidos por la sigla LAICA.
- 5) La dinámica del cambio permanente de materiales genéticos se justifica virtud de lo heterogéneo y disímil de las condiciones y ambientes de cultivo prevalecientes en el país.
- 6) Prevalecen aún como materiales de siembra variedades de uso tradicional y antiguo como acontece con B 76-259, B 82-333, CP 72-2086, H 68-1158, H 74-1715, H 77-4643, Mex 79-431, PINDAR, Q 96 y RB 86-7515, entre otras de uso más reciente.
- 7) Por su parte, las variedades nacionales más difundidas y que mejor adaptación reportan son muchas, pero importantes las siguientes: LAICA 00-301, LAICA 01-604, LAICA 04-250, LAICA 04-809, LAICA 04-825, LAICA 05-805, LAICA 07-801 y LAICA 12-340, entre otras.
- 8) Coincidentemente tanto en el caso de las variedades importadas como las fabricadas en el país, un total de 19 clones actuaron como parentales femeninos y 11 como masculinos, con las cuales se generaron las 54 variedades sembradas actualmente de manera preferencial.
- 9) La diversidad genética de esos progenitores fue muy amplia en

- origen, destacando las siglas B, SP, CP, H, RB, LAICA, Q, Co y Mex, que corresponden a las “sangres” de uso preferencial empleadas por los mejoradores genéticos; seguidas por otras adicionales como TCP, RD, NA, CTC, CT, CR, CCSP, CL y MQ.
- 10) Destacan los clones B 76-259, Mex 79-431 y TCP 87-3388 por aplicar indiferentemente como progenitores masculino y femenino virtud de su reconocida capacidad de adaptación y calidad agroindustrial. También las variedades Co 421 y RB 93-509 al ser empleadas como progenitores tanto en materiales importados como en cruzamientos nacionales.
- 11) De la totalidad de variedades identificadas (54) se tiene de acuerdo con su Sigla de origen, que los 30 clones LAICA son en cantidad los más representativos con el 55,6% del total sembrado en el país, seguido por los de Barbados (B), Canal Point (CP) y RB de Brasil con el 7,1% c/u; seguidos por Hawái (H) y São Paulo (SP) con un 5,5% c/u. Otras Siglas son también relevantes como las procedentes de México (Mex), Queensland (Q), Puerto Rico (PR), PINDAR, Norte Argentino (NA) con un 1,8% c/u.
- 12) El origen de los clones que dieron formación a las 54 variedades sembradas procedió de 11 naciones: Argentina, Australia, Barbados, Brasil, Colombia, Costa Rica, India, México, Puerto Rico, República Dominicana y USA.
- 13) La mejora genética de variedades debe mantener en operación las dos vías actualmente empleadas, por lo que la importación de clones sigue y seguirá siendo una excelente opción que no puede ni debe desestimularse.
- 14) Es importante que los usuarios beneficiarios y promotores de la gestión tecnológica reconozcan que obtener una nueva variedad de caña de azúcar promisoria no es un proceso fácil ni tampoco sencillo de operar, pues implica mucho dominio, paciencia, recursos, tiempo y esfuerzo tecnológico. No puede esperarse por ello, como algunos erróneamente creen, la liberación de variedades en períodos cortos de tiempo, aún menores a seis años, pues deben cumplirse obligadamente ciclos biológicos; motivo por el cual la actividad de mejora debe ser constante y sistemática para posibilitar la generación de nuevos biotipos de manera continua.
- 15) Debe reconocerse con justicia meritoria que lo actuado históricamente por las instituciones responsables (ENA, MAI, MAG, DIECA) de la mejora genética de variedades de caña de azúcar en Costa Rica ha sido buena, profesional y muy responsable; sin embargo, como ya se ha expresado en otros foros, es momento de realizar un salto tecnológico significativo incorporando nuevos elementos científicos vinculados con la biología molecular y los métodos estadísticos cuantitativos que favorezcan una mayor efectividad al proceso de selección de variedades de caña de azúcar para uso comercial.

## Literatura citada

- Carvajal Quesada, J.P.; Vargas Miranda, E.; Durán Alfaro, J.R.; Chaves Solera, M. 2019. *Inducción floral y su importancia en la investigación genética y la producción comercial de la caña de azúcar (Saccharum spp.) en Costa Rica*. Revista Entre Cañeros N° 12. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, agosto. p: 17-32.
- Chaves Solera, M.A. 1995a. *Características de la variedad ideal de caña para la producción de azúcar en Costa Rica*. En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 293-306.
- Chaves Solera, M.A. 1995b. *Obtención de variedades comerciales de caña de azúcar a partir de semilla sexual: un logro de la tecnología costarricense*. En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 347-354.
- 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 Solera, M. 2012. *Dinámica de las variedades comerciales de caña de azúcar en Costa Rica: análisis por sigla de origen*. Periodo 1986-2010. En: Congreso Azucarero Nacional ATACORI “Alex Soto Montenegro”, 19, Condovac La Costa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 4 y 5 de octubre del 2012. Presentación Electrónica en Power Point. 62 láminas.
- Chaves Solera, M.; Bermúdez Loria, A.Z. 2012. *Dinámica de cultivo comercial de las variedades de caña de azúcar en Costa Rica: análisis histórico*. En: Congreso de la Asociación de Técnicos





Azucareros de Latinoamérica y el Caribe (ATALAC), 8, y Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA), 9, Santiago de Cali, Colombia, 2012. Memorias. Cali, Colombia, ATALAC/TECNICAÑA, setiembre 12 al 14, Centro de Eventos Valle del Pacífico. Tomo I Campo. p: 151-169. Presentación Electrónica en Power Point. 14 láminas

Chaves Solera, M.A. 2013. Composición del Banco de Germoplasma de caña de azúcar de Costa Rica. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 28 p.

Chaves Solera, M. 2015. Principales variedades de caña cultivadas comercialmente en algunos países de tradición azucarera del Continente Americano. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 25 p.

Chaves Solera, M.A. 2016a. Origen y procedencia de los clones importados por LAICA para selección nacional. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 37 p.

Chaves Solera, M.A. 2016c. Importación responsable de clones de caña de azúcar. Revista Entre Cañeros Nº 5. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, julio. p: 17-22.

Chaves Solera, M.A. 2016d. La mejora genética de la caña de azúcar en Costa Rica. En: Congreso Nacional Agropecuario, Forestal y Ambiental, 14, Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2016. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, octubre 27 al 29. 28 p

Chaves Solera, M.A. 2017c. 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. 2018a. *Genética aplicada a la mejora de las plantaciones comerciales de caña de caña de azúcar*. En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 43 p.

Chaves Solera, M.A. 2018b. *Siembra comercial de variedades de caña de azúcar: dinámica histórica de su cultivo en Costa Rica*. En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 89 p.

Chaves Solera, M.A. 2018c. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Canal Point (Sigla CP) en Costa Rica*. Periodo 1986-2016 (30 años). En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 8 p.

Chaves Solera, M.A. 2018d. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Hawaiano (Sigla H) en Costa Rica*. Periodo 1986-2016 (30 años). En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 7 p.

Chaves Solera, M.A. 2018e. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Barbados (Sigla B) en Costa Rica*. Periodo 1986-2016 (30 años). En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 8 p.

Chaves Solera, M.A. 2018f. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Brasileño (Siglas CT-RB-SP) en Costa Rica*. Periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 9 p.

Chaves Solera, M.A. 2018g. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Caribeño procedentes de Cuba, República Dominicana y Puerto Rico (Siglas C-Ja-RD-PR) en Costa Rica*. Periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 8 p.

Chaves Solera, M.A. 2018h. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Costarricense (Sigla LAICA) en Costa Rica*. Periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 11 p.

Chaves Solera, M.A. 2018i. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Mexicano (Sigla Mex) en Costa Rica*. Periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 10 p.

Chaves Solera, M.A. 2018j. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de*

## SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

azúcar de origen Indio (Siglas Co-NCo) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 9 p.

Chaves Solera, M.A. 2018k. Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Argentino (Siglas NA-TUC) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 9 p.

Chaves Solera, M.A. 2018l. Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Australiano (Siglas Q-CATO-PINDAR) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 9 p.

Chaves Solera, M.A. 2018m. Las 75 variedades de caña de azúcar más sembradas comercialmente en Costa Rica durante el periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 15 p.

Chaves Solera, M.A. 2018n. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la región de Guanacaste, Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. 23 p.

Chaves Solera, M.A. 2018o. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Región Norte (San Carlos-Los Chiles), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 24 p.

Chaves Solera, M.A. 2018p. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Atlántica (Turrialba-Juan Viñas), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 27 p.

Chaves Solera, M.A. 2018q. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en el Pacífico Central (Puntarenas), Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 27 p.

Chaves Solera, M.A. 2018r. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Sur (Pérez Zeledón-Buenos Aires), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 28 p.

Chaves Solera, M.A. 2018s. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en el Valle Central (Grecia-San Ramón), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 29 p.

Chaves Solera, M.A. 2019a. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en Los Chiles, Zona Norte, Costa Rica, durante el periodo 2000-2016 (17 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 25 p.

Chaves Solera, M.A. 2019b. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en San Ramón, Valle Central, Costa Rica, durante el periodo 2000-2016 (17 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 26 p.

Chaves Solera, M.A. 2019c. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona

Alta (>1.000 msnm) de Cartago, Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. 30 p.

Chaves Solera, M.A. 2019d. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Este de Guanacaste, Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 23 p.

Chaves Solera, M.A. 2019e. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Oeste de Guanacaste, Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, junio. 25 p.

Chaves solera, M.A. 2019f. Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(7): 5-6, julio.

Chaves Solera, M.A. 2019g. Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en el PACÍFICO SECO (Puntarenas + Guanacaste), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años). San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 32 p.

Chaves Solera, M.A. 2019h. Clima y floración en la caña de azúcar. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(9): 5-7, julio.

Chaves Solera, M.A. 2019i. Nomenclatura y reconocimiento internacional de variedades en el cultivo de la caña de azúcar. Revista Entre Cañeros N° 13. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, setiembre. p: 4-20.

Chaves Solera, M.A. 2019j. Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica. En: Seminario Internacional: Técnicas y normativas para



## SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

- 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. 2019k. *Ambiente agroclimático y producción de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(18): 5-10, noviembre-diciembre.
- Chaves Solera, M.; Bolaños Porras, J.; Barrantes Mora, J.C.; Rodríguez Rodriguez, M.; Angulo Marchena, A.; Barquero Madrigal, E.; Calderón Araya, G. 2020. *Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2019*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. 166 p.
- Chaves Solera, M.A. 2020a. *Atributos anatómicos, genético y eco fisiológicos favorables de la caña de azúcar para enfrentar el cambio climático*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(11): 5-14, mayo.
- Chaves Solera, M.A. 2020b. *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. 2020c. *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. 2020f. *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. 2020g. *Progenitores de caña de azúcar de las principales variedades sembradas comercialmente en Costa Rica: Revisión histórica periodo 1530-2020*. Revista Entre Cañeros N° 18. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, diciembre. p: 5-73.
- Chaves Solera, M.A. 2020h. *Pasado, Presente y Futuro de DIECA. INFORME FINAL RENDICIÓN DE CUENTAS. Periodo 1990 - 2020 (30 años)*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 133 p.
- Chaves Solera, M.A. 2021a. *Deterioro de las variedades de caña de azúcar de uso comercial en Costa Rica: afectación por clima*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(8): 5-20, abril.
- Chaves Solera, M.A.; Chavarría Soto, E. 2021a. *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, julio. p: 5-35.
- Chaves Solera, M.A. 2022c. *Retos tecnológicos de la agroindustria azucarera costarricense en procura de lograr la ecoeficiencia y la eco-competitividad comercial*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(12): 5-21, junio.
- Chaves Solera, M.A. 2022e. *Problemas y limitantes que condicionan y obstaculizan la gestión del productor independiente de caña de azúcar en Costa Rica: valoración e interpretación en el tiempo*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(18): 5-25, setiembre.
- Chaves Solera, M.A. 2022f. *Sistemas agrícolas de producción de caña de azúcar en Costa Rica: primera aproximación*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(20): 5-26, octubre.
- Chaves Solera, M.A. 2022g. *Zonificación agroecológica del cultivo de la caña de azúcar: elementos básicos para su implementación en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 4(22): 5-29, octubre.
- Chaves Solera, M.A. 2023. *Pérdidas ocultas o invisibles de rendimiento generadas en el establecimiento, manejo y cosecha de plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 5(1): 5-21, enero.
- DIECA. 2020a. *VARIEDAD LAICA12-340. Recomendada para la Región Norte*. Grecia, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 11 p.
- DIECA. 2020b. *VARIEDAD LAICA 08-390. Recomendada para la Región Norte*. Grecia, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 9 p.
- Durán Alfaro, JR.; Oviedo Alfaro, M. 2012. *Catálogo de variedades de caña de azúcar cultivadas en algunas regiones cañeras de Costa Rica*. Grecia, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 48 p.
- Durán Alfaro, J.; Oviedo Alfaro, M. 2015. *La hibridación de la caña de azúcar en Costa Rica. ¿Qué se ha hecho?* En: Congreso Tecnológico DIECA 2015, 6, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 20 y 21 de agosto. 16 p.
- Durán Alfaro, JR. 2018. *Avances en el desarrollo de variedades serie LAICA con un enfoque de alta sacarosa*. En: Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial, 2, Puntarenas, Costa Rica, 2018. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), junio 5 al 7, Hotel Double Tree Resort by Hilton. 75 p.
- LAICA. 2022a. *NAMA Caña de Azúcar Costa Rica*. Coordinado por Marco A. Chaves Solera y Zaida Solano Valverde. San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar-LAICA. 225 p.
- LAICA. 2022b. *NAMA Caña de Azúcar Costa Rica. Manual Descriptivo y Operativo del Piloto Nacional*. Coordinado por Marco A. Chaves Solera y Zaida Solano Valverde. San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar-LAICA. 104 p.
- LAICA. 2022c. *Resumen Ejecutivo NAMA Caña de Azúcar Costa Rica*. Coordinado por Marco A. Chaves Solera y Zaida Solano Valverde. San José, Costa Rica. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar-LAICA. 30 p.
- Sáenz Maroto, A. 1970. *Caña de azúcar*. En: *Historia Agrícola de Costa Rica*. San José, Costa Rica. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, Serie Agronómica N° 12. P: 167-182.



*Sabe a lo  
que nunca  
has probado!*

*Nuevas bebidas instantáneas*



*Bajo en calorías*

*Con extracto de  
Stevia*

*Descubrí tu sabor*