

REVISTA



ENTRE
CAÑEROS



NÚMERO 20 • JULIO 2021. ISSN 2215-597X.
Revista trimestral del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña
de Azúcar (DIECA).
Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA).



PRESENTACIÓN

Los saludamos con el mayor de los gustos y les presentamos el número 20 de nuestra Revista Entre Cañeros.

Es un placer para nosotros compartir con nuestros lectores un artículo con datos relevantes sobre la distribución de las plantaciones de caña de azúcar en Costa Rica, donde se hace un repaso detallado no sólo de la ubicación geográfica en las diferentes regiones productivas, sino que también se aborda la distribución del cultivo en los diferentes planos altitudinales, lo que refleja la heterogeneidad y complejidad del panorama productivo en cuanto a las diferencias en condiciones edafoclimáticas y agroecológicas.

Continuando con el tema de las características de las regiones productoras del país, les brindamos los resultados de la selección de alternativas varietales de la Región Norte de Costa Rica en un enfoque que involucra no sólo factores agroecológicos y edáficos sino también el perfil social de las localidades productoras de caña de azúcar de la región.

Les instamos a explorar la información que les compartimos y a hacernos llegar sus comentarios al correo electrónico echavarria@laica.co.cr; igualmente los invitamos a contactar a los diferentes autores en caso de que requieran la ampliación en alguno de los temas propuestos.

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

CONTENIDO

02

Presentación

04

Distribución geográfica de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en Costa Rica según altitud y localidad.

37

Condiciones que caracterizan los sistemas productivos de caña de azúcar en la zona norte del país (San Carlos y Los Chiles) e inciden en el desarrollo de nuevas variedades.

Revista Entre Cañeros
Número 20, Julio del 2021. ISSN 2215-597X

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

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

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

En el Sector Cañero Azucarero Costarricense decimos:

NO Trabajo Infantil



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

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

¿Qué dice la legislación?

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



LAICA RSE



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



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PLANTACIONES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR EN COSTA RICA SEGÚN ALTITUD Y LOCALIDAD.

Ing. Agr. Marco A. Chaves Solera, M.Sc.¹ • Erick Chavarría Soto²

Resumen

En el presente caso, disponer de información geográfica detallada y actualizada como la aquí generada sobre el cultivo de la caña, aporta indudablemente importantes beneficios para los diversos fines y objetivos de uso potencial de la misma, como son entre otros, los siguientes:

- Ubicar y desagregar los lugares donde se encuentran situadas las plantaciones comerciales de acuerdo a criterios geográficos administrativos de provincia, cantón y distrito.
- Caracterizar territorialmente las seis regiones productoras de caña establecidas oficialmente por la legislación azucarera (LAICA 1998).
- Dimensionar y contextualizar la condición edafoclimática de las localidades que producen caña en el país.
- Ubicar la altitud (msnm) en que se encuentran situadas las plantaciones en el territorio nacional.
- Identificar e inventariar la disposición y disponibilidad de los recursos agroproductivos y servicios básicos existentes en

las diferentes zonas productoras de caña y fabricación de azúcar de Costa Rica.

- Identificar potenciales y limitantes a la producción agrícola y procesamiento industrial de la materia prima cosechada regionalmente.
- Valorar y juzgar el grado de dispersión y distribución territorial del cultivo en el país.



¹Ingeniero Agrónomo. Especialista Cultivo de la Caña de Azúcar. E-mail: chavessolera@gmail.com

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



- Medir en el tiempo la movilización y desplazamiento territorial que ha mantenido el cultivo.

La información recabada y aquí expuesta puede ser utilizada con fines múltiples de acuerdo con el objetivo y meta pretendida, como son la planificación, investigación, inventario y asignación de recursos, validación de potenciales, identificación de problemas, aspectos productivos, climáticos y fitosanitarios, entre muchos otros.

Características de la información expuesta

La información recolectada y expuesta en el presente trabajo es obtenida, organizada y presentada todos los años por el Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), órgano tecnológico sectorial perteneciente a la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA) para fines institucionales internos de estimación de indicadores de rendimiento y productividad agroindustrial; también de uso público como destino final. La misma forma parte de los indicadores que el sector azucarero debe oficiosamente entregarle anualmente a la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), organización de apoyo técnico al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), como rector del Sector Agropecuario.

La información se integra a toda la documentación de índole sectorial público-privada promulgada por el sector agropecuario costarricense y que circula a nivel nacional e internacional (SEPSA 2020). La cobertura, representatividad, calidad, actualidad y confiabilidad de la información aportada y empleada es por las razones anteriores muy alta, lo que da margen para usos diversos y muy amplios en los campos

productivo, administrativo, tecnológico, financiero, económico, institucional y de planificación.

Obtención de la información

El levantamiento de las áreas se realizó con base en la información de la base de datos georreferenciada del 2007, obtenida según el procedimiento descrito por Chaves y Chavarría (2013) y actualizada mediante fotointerpretación de imágenes satelitales con resolución de 2 x 2 m por pixel para conformar la base de datos SIG con los polígonos de las áreas con caña de azúcar. La base de datos SIG representa el área total con caña de azúcar independientemente del destino de la plantación, por lo que no discrimina las plantaciones que son cosechadas como materia prima para la elaboración de dulce de panela o alimentación animal.

El análisis espacial se dio mediante superposición de las capas con los polígonos de caña de azúcar con la capa de polígonos de la de la División Territorial Administrativa de Costa Rica disponible en el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) (Acuña 2018).

¿Cómo es la distribución geográfica de las plantaciones?

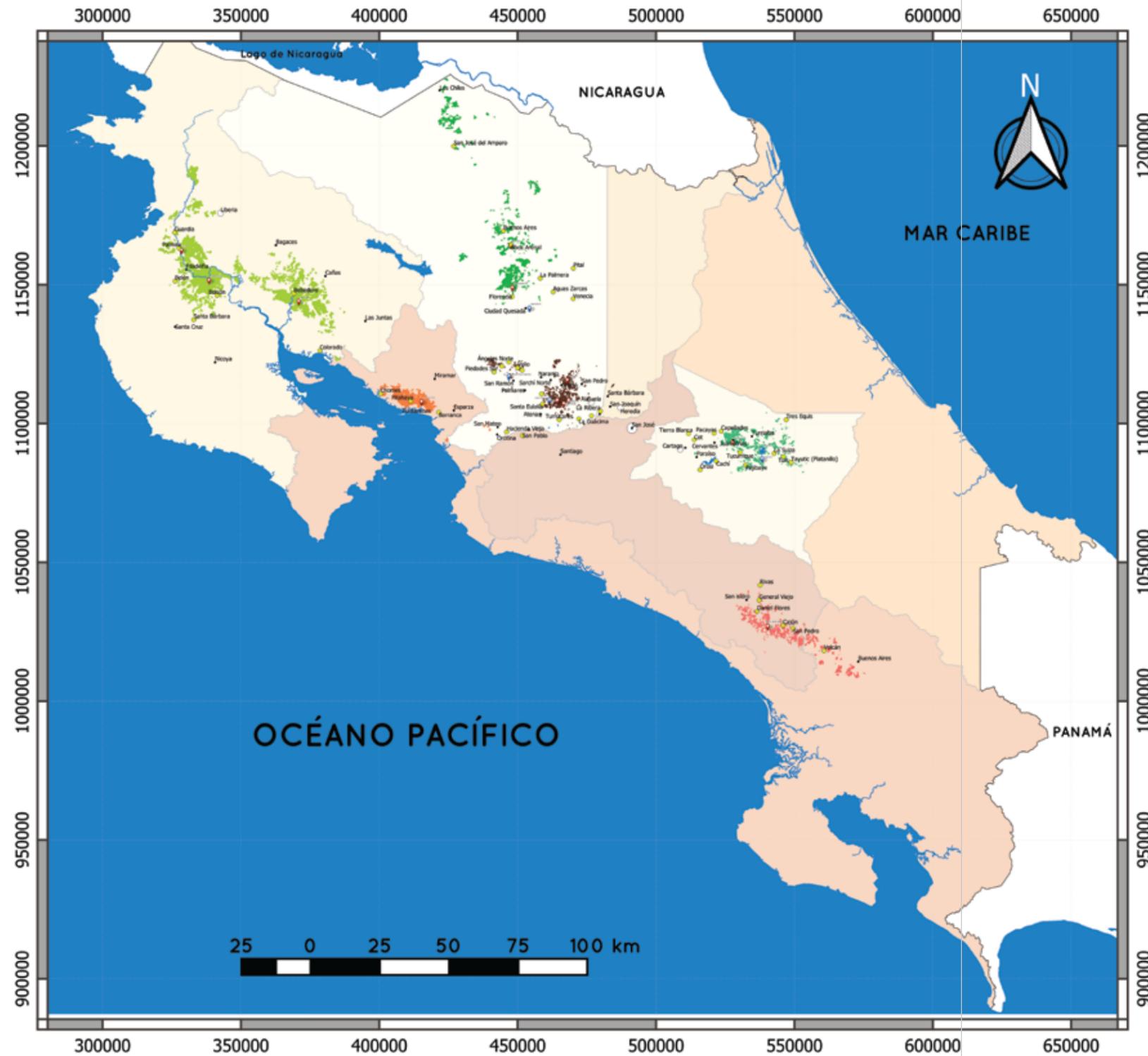
Con el fin de cumplir y satisfacer los objetivos originalmente planteados, se exponen y analizan seguidamente los resultados obtenidos de manera sistemática y ordenada, de acuerdo con varios niveles y formas de desplegar la distribución territorial para su mejor comprensión; todas de mucho interés para los propósitos y pretensiones para los que la información sea demandada y empleada.

COSTA RICA

Distribución de Plantaciones de Caña de Azúcar por Regiones



Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar
(DIECA)



Simbología

Ciudades

- Cabecera de cantón
- Cabecera de distrito
- Cabecera de provincia
- Capital
- Comunidad

Ingenios

- Activos
- Inactivos

Área por regiones

- Guanacaste: 34.991,9 ha
- Norte: 9.247,6 ha
- Puntarenas: 5.969,4 ha
- Sur: 4.205,0 ha
- Turrialba: 4.481,8 ha
- Valle Central: 3.770,0 ha

Área total: 62.665,8 ha

Elaborado por: Ing. Erick Chavarría Soto

Sistema de coordenadas: Costa Rica Transversal de Mercator 2005 (CRTM05)
Datum: World Geodetic System 1984 (WGS84)

Escala: 1:735.000

Costa Rica, abril del 2021

Nota: el Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar agradece la colaboración y el enorme aporte del personal técnico de CoopeAgri RL en el levantamiento de las áreas de la Región Sur.

Figura 1.

Distribución territorial de las plantaciones de caña de azúcar en Costa Rica. Periodo 2019-2020.

A) Nacional:

La caña de azúcar es un cultivo que se encuentra distribuido de manera muy amplia, dispersa y desproporcionada por todo el territorio nacional, donde ocupa áreas muy importantes que se han constituido a través de la historia en fuente generadora de desarrollo, trabajo y riqueza para muchas localidades y familias, como lo han señalado con amplitud Chaves y Bermúdez (2020) y Chaves (1997). Asegura al respecto Chaves (2020c), que *“La caña de azúcar es una planta con muchas particularidades distintivas que la tipifican como excepcional virtud del amplio y diverso potencial de uso agrícola, industrial y energético que posee, al generar: residuos biomásicos producto de la cosecha; residuos vegetales separados y remanentes en los puntos de recibo, acopio y limpieza de la materia prima destinada a la fábrica de azúcar; bagazo; cachaza o torta residual; cenizas producto de la incineración del*

bagazo; azúcar; miel final o melaza y agua vegetal remanente del procesamiento fabril.”

Como es obvio inferir, esa gran dispersión y desagregación territorial, visualizada en la Figura 1, es a su vez promotora y generadora de condiciones muy heterogéneas en todos los ámbitos, sean edáficos, climáticos, fisiográficos y topográficos, de estructuras de tenencia de la tierra, agroproductivos, grado y características de la tecnología incorporada y empleada, manejo agronómico de las plantaciones, potencial mecanizable, aspectos fitosanitarios, potencial productivo agroindustrial, disponibilidad y acceso a servicios básicos, inversión tecnológica, capacidad fabril instalada real y potencial, organización sectorial, características y cantidad de productores participantes, entre otros.

En una valoración muy particularizada y específica sobre el tema territorial, es viable

comprobar cómo se ha modificado y movilizadado de manera significativa la estructura productiva agroindustrial con los años. Chaves (2019b) enuncia al plantear y desarrollar una amplia caracterización sectorial en torno a este tema, que en *“... la valoración realizada en el año 2018 con la caña establecida y sembrada en el campo, son 6 las provincias, 29 los cantones y 115 los distritos donde se produce la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica. También anotó la existencia de 12 ingenios vigentes y/o en activa operación en ese momento. Adicionalmente, el mismo autor (Chaves 2020b) estableció en materia espacial, que “...básicamente para efectos de localización y ubicación geográfica en mapas cartográficos, las coordenadas más extremas en sentido norte-sur y este-oeste donde están colocadas y sembradas actualmente las plantaciones comerciales de caña de azúcar de Costa Rica, son: 11° 01' 57" y 09° 01' 05" latitud norte y 83° 33' 07" y 85° 38' 56" longitud oeste. Las zonas productoras de caña en el país superiores a 900 msnm donde las temperaturas son bajas, representan aproximadamente un 6% (≈3.750 hectáreas) del total nacional.”*

Con base en los resultados recabados y expuestos en el presente documento puede inferirse sectorialmente que, existen diferencias importantes en relación a la referencia geográfica y agroindustrial anterior, pues de acuerdo con lo obtenido, para el año 2020 se identificaron 27 cantones de 82 (32,9% nacional) y 109 distritos de 488 (22,3% nacional) sembrados con caña de azúcar destinada a la fabricación de azúcar, en las 10 plantas industriales que operaron con ese destino en todo el país. Las mismas están ubicadas en las coordenadas más extremas sentido norte-sur y este-oeste a 11° 01' 57" (Los Chiles) y 09° 09' 55" (Brunka) latitud norte y 85° 38' 56" (Sardinal) y 83° 20' 14" (Buenos



Aires) longitud oeste (Cuadro 1). La altitud de siembra de las plantaciones se establece entre 4 msnm (Puntarenas) y 1.653 msnm (Alvarado); identificando un 4,6% de las mismas (2.865,8 hectáreas) cultivadas sobre los 1.000 msnm, pertenecientes a 11 cantones del Valle Central (7= 63,6%) y Turrialba (4= 36,4%), además de 27 distritos.

Lo cierto del caso y como reiteradamente se ha manifestado por parte de Chaves (2020b), no puede omitirse ni desconocerse, que *“la caña de azúcar es una planta de sol, agua y alta temperatura; por ello el cultivo requiere de días largos, soleados y calientes (32 a 38°C) durante la temporada de crecimiento, con niveles moderados a altos de precipitación (1.100 y 1.500 mm).”* En el caso de la fase final de maduración las condiciones deseables van en contrario, es decir bajas temperaturas (<18°C) y periodo seco sin lluvia. Esta condición ideal es un determinante y condicionante importante para fines de planificación sectorial, regional y local, lo cual cuando se coteja con las características y particularidades de las regiones sembradas con caña, se comprueba que no todas cumplen ni aproximan a esas condiciones deseables y privilegiadas.

Cuadro 1.

Coordenadas de las áreas extremas sembradas con caña de azúcar

Región	Latitud		Longitud	
	Norte	Sur	Este	Oeste
Guanacaste	10° 50' 46"	10° 12' 00"	85° 38' 56"	85° 03' 42"
Pacífico Central	10° 07' 57"	09° 55' 11"	85° 01' 15"	84° 40' 05"
Zona Norte	11° 01' 57"	10° 19' 30"	84° 43' 05"	84° 20' 32"
Valle Central	10° 05' 47"	10° 02' 30"	84° 31' 30"	84° 08' 52"
Zona Sur	09° 22' 32"	09° 09' 55"	83° 42' 19"	83° 20' 14"
Turrialba-JV	09° 58' 35"	09° 51' 18"	83° 48' 16"	83° 33' 25"
Costa Rica	11° 01' 57"	09° 09' 55"	85° 38' 56"	83° 20' 14"

Nota: ubica por coordenadas los extremos geográficos donde están sembradas las plantaciones comerciales de caña en el país, en sentido norte-sur y este-oeste.
Fuente: Costa Rica (2007)



B) Por provincia:

El Cuadro 2 presenta la información de áreas de siembra ordenada de acuerdo con la división territorial administrativa operativa en el país, como lo establece la legislación nacional vigente en la materia (Costa Rica 2007, 2019). El ordenamiento de las áreas de cultivo por provincia es importante de exponer para tener una mejor idea de su distribución geográfica aplicando ese criterio territorial de límites administrativos.

Este concepto ubica las localidades productoras en su ámbito geográfico de origen y no apenas de destino de la materia prima producida, cosechada y procesada, como es común encontrar en la actividad cañero-azucarera. Esta circunstancia implica,

muchas veces tener que trasladar y reubicar territorios para satisfacer rigurosamente el objetivo pretendido; como acontece por ejemplo con las 146,9 hectáreas sembradas con caña en el distrito de Manzanillo de Puntarenas, pero que son procesadas en la región de Guanacaste (Cañas), y que, para estos efectos, son reubicadas en su provincia de origen. Lo mismo acontece con la materia prima producida en el cantón de Buenos Aires, que es contabilizada en la provincia de Puntarenas y no en San José.

De acuerdo con los resultados del estudio (Cuadro 2), se comprueba que son seis (85,7%) las provincias donde se produce y tiene sembrada caña de azúcar en el país, siendo

definitivamente Guanacaste la más importante en términos agroindustriales y donde más área (34.845 ha) hay cultivada (55,6%), más materia prima se procesa y más azúcar se fabrica en Costa Rica. Le siguen en relevancia las provincias de Alajuela y Puntarenas al contar con 13.151,1 ha y 7.241 ha, para una representatividad del 21,0 y 11,6%, respectivamente. Es por el contrario la provincia de Heredia donde menos caña se cultiva con apenas 9,2 ha para un insignificante 0,01%. Limón es la única provincia que no siembra caña para fabricar azúcar en Costa Rica. Como se infiere, las provincias de Guanacaste y Puntarenas representan conjuntamente el 67,2% de toda el área cañera nacional correspondiente a 42.086 hectáreas.

Al contabilizar por cantón la provincia de Alajuela es la que mayor cantidad posee con 10 (37%) seguido de Guanacaste con 7 (25,9%); mientras que San José y Heredia apenas disponen de un cantón para un 3,7% c/u. En

cuanto a distritos cañeros la situación se revierte, siendo Alajuela con 51 unidades distritales la más importante seguida de Guanacaste con 20, para un 46,8% y 18,3%, respectivamente. Destaca la provincia de Cartago que apenas con 4 cantones cuenta con 17 (15,6%) distritos donde se cultiva caña; al igual que San José, que apenas con un cantón (Pérez Zeledón) cuenta con 7 distritos (6,4%). La provincia de Alajuela es la que tiene más polarizada la altitud en que se encuentran las plantaciones de caña, al ubicarse las mismas entre 43 y 1.357 msnm, para un diferencial de 1.314 msnm, lo que se traduce y manifiesta en la condición agronómica de las mismas.

Nótese que en la zona baja representada en este caso por las provincias de Guanacaste y Puntarenas, las plantaciones comerciales se ubican en un Piso Altitudinal inferior a 418 msnm, lo que es muy sugestivo de las condiciones fisiográficas planas, clima caliente, seco y soleado prevaleciente en las mismas, a excepción de la zona de Buenos Aires.

Cuadro 2.

Área sembrada (ha) con caña de azúcar según provincia

Provincia	Número		Altitud msnm)	Área (ha)	
	Cantones	Distritos		Total	Porcentaje
Guanacaste	7	20	7 - 366	34.845,0	55,60
Alajuela	10	51	43 - 1.357	13.151,1	21,00
Puntarenas	4	13	4 - 418	7.241,0	11,60
Cartago	4	17	480 - 1.653	4.481,8	7,15
San José	1	7	585 - 865	2.937,8	4,69
Heredia	1	1	1.160	9,2	0,01
Total	27	109	4 - 1.653	62.665,8	100

Fuente: LAIA-DIECA (2020). Costa Rica (2007, 2019).

C) Por cantón:

Al reducir el criterio de interpretación territorial a nivel de cantón, se dimensiona y aprecia con un mejor criterio la ubicación y situación de las plantaciones. En total se identificaron 27 cantones donde hay caña sembrada, lo que representa un 32,9% de todos los 82 cantones existentes y vigentes en la actualidad en el país (Costa Rica 2019).

El Cuadro 3 detalla la situación de los 27 cantones en cuanto a la cantidad de distritos vinculados, altitud de sus plantíos y diferencial entre las mismas interpretado entre (ámbito) la más alta y la más baja; como también su altura promedio. Se anota de igual manera el área reportada y establece una relación sugestiva e interesante entre el área sembrada (ha) respecto al número de unidades distritales que cada cantón mantiene.

Los resultados revelan que Turrialba es el cantón con más distritos productores de caña al poseer 10 para un 9,2%; seguido por Alajuela y San Ramón con 9 (8,2%) cada uno. En cuanto al área sembrada los cinco cantones más importantes en su orden son Liberia con 10.349,3 ha (16,5%), Carrillo con 9.218,5 ha (14,7%), Cañas con 6.920,2 ha (11,0%), San Carlos con 6.810,7 ha (10,9%) y Bagaces con 6.387,8 ha (10,2%); los cuales de manera conjunta representaron un total de 39.686,5 hectáreas correspondiente al 63,3% de toda el área cañera nacional, lo que es muy significativo. Existen, por el contrario, cantones cuyo aporte en área es muy bajo, como acontece con Esparza (65,4 ha), Naranjo (54,6 ha), Alvarado (37,2 ha) y Santa Bárbara (9,2 ha), que integralmente significan 166,4 ha y apenas un 0,26%.

La relación aritmética que establece y vincula la proporcionalidad existente entre el área sembrada (ha) con caña respecto al número de distritos productores, señala que los cinco cantones con mejor índice son por su importancia: Bagaces con 6.387,8 ha, Carrillo con 2.304,6 ha, Liberia (2.069,9 ha), Cañas (1.730,1 ha) y Los Chiles con un valor de 1.217,9 ha para sus dos únicos distritos. La relación para los 27 cantones y 109 distritos fue de 574,9 hectáreas por distrito.



Cuadro 3.

Área sembrada con caña por cantón (27) y rango de altitud (msnm) de sus plantaciones

Cantón	Provincia	Distritos (N°)	Rango Altitud (msnm)	Diferencial Altitud (msnm)	Promedio Altitud (msnm)	Área Total (ha)	Porcentaje	Relación Área/N° Distritos
Abangares	Guanacaste	2	18 - 150	132	66	703,8	1,12	351,9
Alajuela	Alajuela	9	638 - 1.357	719	997,5	340,7	0,54	37,9
Alvarado	Cartago	1	1.653	0	1.653	37,2	0,06	37,2
Atenas	Alajuela	5	376 - 738	362	557	168,3	0,27	33,7
Bagaces	Guanacaste	1	80	0	80	6.387,8	10,19	6.387,8
Buenos Aires	Puntarenas	3	361 - 418	57	389,5	1.267,3	2,02	422,4
Cañas	Guanacaste	4	7 - 86	79	354,5	6.920,2	11,04	1.730,1
Carrillo	Guanacaste	4	17 - 46	29	31,5	9.218,5	14,71	2.304,6
Esparza	Puntarenas	2	7 - 208	201	107,5	65,4	0,10	32,7
Grecia	Alajuela	7	800 - 1.290	490	1.045	2.314,3	3,69	330,6
Jiménez	Cartago	3	643 - 1.165	522	904	2.155,7	3,44	718,6
Liberia	Guanacaste	5	29 - 366	337	197,5	10.349,3	16,52	2.069,9
Los Chiles	Alajuela	2	43 - 44	1	43,5	2.435,8	3,89	1.217,9
Montes Oro	Puntarenas	2	150 - 340	190	245	274,0	0,44	137,0
Naranjo	Alajuela	2	835 - 1.040	205	937,5	54,6	0,09	27,3
Nicoya	Guanacaste	1	68	0	68	355,6	0,57	355,6
Paraíso	Cartago	3	1.049 - 1.347	298	1.198	140,7	0,22	46,9
Pérez Zeledón	San José	7	585 - 865	280	725	2.937,8	4,69	419,7
Poás	Alajuela	4	812 - 1.270	458	1.041	217,3	0,35	54,3
Puntarenas	Puntarenas	6	4 - 27	23	15,5	5.634,3	8,99	939,1
San Carlos	Alajuela	8	65 - 656	591	360,5	6.810,7	10,87	851,3
San Mateo	Alajuela	1	254	0	254	42,6	0,23	142,6
San Ramón	Alajuela	9	200 - 1.160	960	680	469,7	0,75	52,2
Santa Bárbara	Heredia	1	1.160	0	1.160	9,2	0,01	9,2
Santa Cruz	Guanacaste	3	13 - 49	36	31	909,8	1,45	303,3
Sarchí	Alajuela	4	967 - 1.170	203	1.068,5	196,9	0,31	49,2
Turrialba	Cartago	10	480 - 1.475	995	977,5	2.148,2	3,43	214,8
Total (27)	6	109	4 - 1.653	1.649	824,5	62.665,7	100	574,9

Fuente: Elaborado por los autores con información de LAIA-DIECA (2020). Costa Rica (2007, 2019).

D) Por distrito:

El criterio aplicado en este caso es aún más riguroso y revelador de las características, propiedades, limitantes, potenciales y condiciones particulares de los diferentes entornos agroproductivos, llevándolos a un nivel de detalle muy interesante e importante para los diferentes objetivos y fines en que puede ser empleada la información expuesta, como se anotó al inicio.

El Cuadro 4 ordena de manera sistemática, ascendente y creciente las localidades expresadas bajo la figura administrativa de distrito en cuanto a su altitud (msnm). Se presenta la situación de las áreas cultivadas en los 109 distritos identificados como productores de caña de azúcar en el país. La representatividad administrativa distrital es alta, pues implica un 22,3% de todos los 488 distritos actualmente vigentes en Costa Rica, como lo señala Costa Rica (2019). La forma heterogénea en que se distribuyen las localidades representadas en este caso por divisiones administrativas de distritos, demuestra que no hay una lógica ni tendencia definida en ese comportamiento, pues lo complejo y cambiante del relieve moviliza la geografía y localidades de forma muy disímil; pese a lo cual, se observa que la zona baja de Guanacaste y el Pacífico Central son en algún grado más estables y homogéneas.

Una valoración geográfica del área cañera ubica cinco distritos principales con un territorio sembrado equivalente a 26.774,2 hectáreas para una representación del 42,7%, desagregada por su magnitud en la siguiente forma: Liberia con 7.556,4 ha, Bagaces con 6.387,8 ha, Filadelfia (6.185,4 ha), Pitahaya (3.497,4 ha) y Florencia con 3.147,2 ha; como se infiere a partir del Cuadro 4, los mismos pertenecen a los cantones de Guanacaste, Puntarenas y San Carlos. Hay 17 localidades (15,6%) que reportaron tener un área sembrada con caña de azúcar mayor a 1.000 hectáreas, lo que es muy revelador de su extensión y cobertura territorial. De igual manera, se ubican 10 distritos (9,2%) cuya área sembrada es pequeña, inferior a 5,0 hectáreas, lo que denota y evidencia mucho el tipo de tenencia de

la tierra prevaleciente en esas localidades; el distrito con menor área sembrada es Concepción de Atenas con apenas 0,3 ha, seguido de Monterrey de San Carlos y Santa Cruz de Turrialba con un reporte de 0,8 hectáreas c/u.

Una inferencia geográfica detallada acompañada de una interpretación apropiada, razonable y justa, permite concluir y evidenciar las grandes diferencias que prevalecen en términos de características físico-químicas (textura, profundidad, agregación, acidez, grado de fertilidad, contenido de materia orgánica); microbiológicas y degradación del suelo (erosión, compactación, salinización, acidez, contaminación); topografía del relieve (pendiente y potencial mecanizable); altitud (msnm) de las plantaciones; condición de los elementos del clima (lluvia, temperatura, luz, viento, radiación) en cuanto a presencia, cantidad, magnitud, también el grado de evapotranspiración prevaleciente; aptitud y potencial agrícola; limitantes bióticos y abióticos para la producción y la competitividad; condición fitosanitaria; operación de economías de escala; necesidad de riego y/o drenaje; necesidad de incorporar prácticas de conservación de recursos naturales; potencial diferencial de adaptación de variedades; requerimientos agronómicos diferentes; entre otros. Todo lo anterior se traduce ineludiblemente en sendas diferencias significativas y concluyentes en términos de costos implícitos, rentabilidad esperada y grado de competitividad nacional e internacional accesible.

No puede omitirse ni dejar de mencionarse en este punto virtud de su significancia, la validez y razonabilidad de establecer un prudente pero realista comparativo de condiciones asociadas con la producción, para constatar y dimensionar la heterogeneidad prevaleciente en la agroindustria azucarera costarricense, en relación a otras agroindustrias de la región, particularmente la centroamericana. Una valoración objetiva de esas agroindustrias demuestra que mayoritariamente: a) se ubican próximas a los litorales marítimos lo que define



mucho de su condición agroclimática de control de factores, b) se ubican predominantemente por debajo de los 500 msnm, c) operan con unidades de gran extensión territorial (latifundios), d) la proporcionalidad de productores independientes existente es relativamente baja, e) se cuenta con grandes, modernas y muy eficientes plantas de procesamiento fabril, f) hay una actividad económica ampliada, diversificada e integrada que involucra cogeneración eléctrica, destilación de etanol, aprovechamiento de residuos e incorporación de valor agregado a los derivados agroindustriales, g) las economías de escala son su forma y figura estratégica de operar, h) la agricultura es mayoritariamente mecanizada y

automatizada, i) el manejo agronómico de las plantaciones es muy homogéneo lo que permite unificar criterios y j) el margen de rentabilidad final es satisfactorio y motivador para inducir inversión productiva. Las diferencias bióticas y abióticas son por ello muy grandes en relación a la agroindustria azucarera costarricense.



Cuadro 4.

Detalle del área (ha) sembrada con caña de azúcar en Costa Rica según cantón (27), distrito (107) y altitud (msnm). Año 2020.

Distrito	Altura (msnm)	Cantón	Área (ha)	Distrito	Altura (msnm)	Cantón	Área (ha)
Puntarenas	4	Puntarenas	1.247,3	San Lorenzo	200	San Ramón	1,1
El Roble	4	Puntarenas	93,0	Espíritu Santo	208	Esparza	16,3
Chomes	4	Puntarenas	256,5	Florencia	225	San Carlos	3.147,2
Bebedero	7	Cañas	2.728,6	Fortuna	253	San Carlos	303,1
Caldera	7	Esparza	49,1	San Mateo	254	San Mateo	142,6
Pitahaya	10	Puntarenas	3.497,4	Monterrey	280	San Carlos	0,8
Manzanillo	12	Puntarenas	146,9	Curubandé	322	Liberia	751,5
Bolsón	13	Santa Cruz	355,1	Miramar	340	Montes de Oro	46,0
Filadelfia	17	Carrillo	6.185,4	Palmera	350	San Carlos	549,9
Colorado	18	Abangares	493,8	Buenos Aires	361	Buenos Aires	306,4
Palmira	24	Carrillo	382,8	Mayorga	366	Liberia	1.081,4
Barranca	27	Puntarenas	393,1	Escobal	376	Atenas	32,7
Nacascolo	29	Liberia	370,9	Brunka	391	Buenos Aires	311,9
Belén	34	Carrillo	1.467,0	Volcán	418	Buenos Aires	648,9
Porozal	35	Cañas	1.604,4	Santa Teresita	480	Turrialba	126,5
Diría	40	Santa Cruz	293,9	Aguas Zarcas	489	San Carlos	224,1
Los Chiles	43	Los chiles	2.096,9	Concepción	535	Atenas	0,3
El Amparo	44	Los Chiles	339,0	San Pedro	585	Pérez Zeledón	763,0
Sardinal	46	Carrillo	1.183,3	La Suiza	616	Turrialba	379,5
Santa Cruz	49	Santa Cruz	260,8	Daniel Flores	630	Pérez Zeledón	351,1
Cutris	65	San Carlos	1.264,0	La Isabel	630	Turrialba	141,7
San Antonio	68	Nicoya	355,6	Tres Equis	630	Turrialba	55,5
San Miguel	75	Cañas	1.741,7	Turrúcares	638	Alajuela	13,8
Bagaces	80	Bagaces	6.387,8	Pejibaye	643	Jiménez	602,0
Cañas	86	Cañas	845,4	Turrialba	646	Turrialba	933,4
Cañas Dulces	105	Liberia	589,2	Quesada	656	San Carlos	74,2
Pocosol	110	San Carlos	1.247,3	Cajón	687	Pérez Zeledón	742,7
Liberia	144	Liberia	7.556,2	Garita	693	Alajuela	154,9
Juntas	150	Abangares	210,0	Atenas	698	Atenas	7,2
San Isidro	150	Montes de Oro	228,0	San Isidro General	702	Pérez Zeledón	532,2

Fuente: DIECA (2020)

Distrito	Altura (msnm)	Cantón	Área (ha)	Distrito	Altura (msnm)	Cantón	Área (ha)
Santa Eulalia	709	Atenas	126,6	Cachí	1.049	Paraíso	8,8
General	710	Pérez Zeledón	540,2	Bolívar	1.060	Grecia	25,2
Tuis	735	Turrialba	130,0	San José	1.074	Grecia	162,9
San José	738	Atenas	1,6	San Roque	1.077	Grecia	132,8
Tucurrique	777	Jiménez	94,6	San Rafael	1.080	San Ramón	11,0
La Amistad	780	Pérez Zeledón	7,3	Santiago	1.084	Paraíso	97,1
Tacáres	800	Grecia	1.006,7	San Juan	1.085	San Ramón	3,1
Guácima	807	Alajuela	5,4	Ángeles	1.111	San Ramón	30,9
Santa Rosa	810	Turrialba	20,6	Piedades Norte	1.130	San Ramón	250,6
Carrillos	812	Poás	144,3	Santiago	1.130	San Ramón	2,6
Pavones	819	Turrialba	227,0	San Pedro	1.148	Poás	30,2
Rosario	835	Naranjo	38,2	Concepción	1.155	San Ramón	24,8
San Rafael	845	Alajuela	16,7	Volio	1.160	San Ramón	106,3
Platanares	865	Pérez Zeledón	1,2	Jesús	1.160	Santa Bárbara	9,2
Tayutic	870	Turrialba	133,2	Juan Viñas	1.165	Jiménez	1.459,2
San Antonio	870	Alajuela	2,8	San Pedro	1.170	Sarchí	6,8
Puente Piedra	875	Grecia	609,5	San Rafael	1.250	Poás	36,4
San José	882	Alajuela	14,8	Sabanilla	1.270	Alajuela	13,9
Tambor	950	Alajuela	95,8	San Juan	1.270	Poás	6,4
Sarchí Sur	967	Sarchí	18,3	San Isidro	1.290	Grecia	266,1
Sarchí Norte	970	Sarchí	141,2	Llanos Santa Lucía	1.347	Paraíso	34,8
Grecia	999	Grecia	111,1	San Isidro	1.357	Alajuela	22,6
Piedades sur	1.013	San Ramón	39,2	Santa Cruz	1.475	Turrialba	0,8
Rodríguez	1.033	Sarchí	30,5	Capellades	1.653	Alvarado	37,2
San Miguel	1.040	Naranjo	16,4	Total (109)		27	62.665,2

Fuente: DIECA (2020)

E) Por región cañera:

Saliendo del orden administrativo territorial oficial (Costa Rica 2019), se presenta en el Cuadro 5 y la Figura 2 la información de áreas productoras de caña organizada por región productora, de acuerdo con los lineamientos que dicta la legislación azucarera nacional (LAICA 1998). Dicho criterio establece seis regiones discrecionalmente ubicadas y tipificadas geográficamente donde se produce la caña que se procesa en los ingenios nacionales; lo cual no limita ni prohíbe el traslado inter regional de materia prima, lo cual opera bajo las regulaciones que dicha ley instaura para ese fin.

Dicho cuadro presenta con gran detalle las áreas de cultivo ubicadas por región agrícola,

para lo cual desagrega la misma en los conceptos prácticos pero diferentes de área sembrada y cosechada, anotando adicionalmente el respectivo porcentaje de cosecha aplicado en cada una; además, disocia el área que, aunque cosechada no ingresó a proceso fabril, pues fue por alguna razón destinada a otros fines alternativos como son la producción de dulce, el uso pecuario como forraje, se empleó como semilla, o permaneció en el campo sin cortarse por razones de ciclo vegetativo prolongado (16-24 meses), debió enciclarse por razones de edad o irremediamente por algún motivo de fuerza mayor se perdió. Importante verificar que, por su importancia y magnitud, la región de Guanacaste se desagregó para facilidad comprensiva y de ubicación en sus dos zonas principales: *Este y Oeste*.

Cuadro 5.

Área (hectáreas) de caña de azúcar sembrada y cosechada según región productora

Región	Número		Área (ha)			%		Otros usos (ha) *						
	Cantones	Distritos	Siembrada	Cosechada	No procesada	Siembra	Cosecha	Semilla	Dulce	Ciclo vegetativo	Pecuario	Perdida o no cortada	Otros	Total (ha)
Guanacaste Este	3	8	14.158,7	13.160,2	998,5	40,5	92,9	263,0		12			723,5	998,5
Guanacaste Oeste	4	13	20.833,2	18.394,4	2.438,8	59,5	88,3	1.113,5				14,8	1.310,6	2.438,9
Guanacaste	7	21	34.991,9	31.554,6	3.437,3	55,8	90,2	1.376,5		12		14,8	2.034,1	3.437,4
Norte	2	10	9.247,6	8.743,3	504,3	14,8	94,5	391,7		29	56	20	7,6	504,3
Pacífico Central	3	9	5.969,4	5.785,0	184,4	9,5	96,9	120					64,4	184,4
Turrialba-JV	4	17	4.481,8	2.957,5	1.524,3	7,2	66,0	21,5	762	717,5		9,8	13,5	1.524,3
Sur	2	10	4.205,0	4.080,0	125,0	6,7	97,0	40	75			10		125,0
Valle Central	9	42	3.770,0	3.568,9	201,1	6,0	94,7	90,9	62,5	40	7,7			201,0
Total	27	109	62.665,3	56.689,3	5.976,4	100	90,5	2.040,6	899,5	798,5	63,7	54,6	2.119,6	5.976,4

Fuente: DIECA (2020)

* Se refiere a usos alternativos a la fabricación de azúcar; la cual pese a ser cosechada en algunos casos, no ingresó al ingenio o no se utilizó para elaborar azúcar. Guanacaste: Este: Cañas, Bagaces, Abangares; Oeste: Liberia, Carrillo, Santa Cruz, Nicoya.

Como se aprecia e infiere del Cuadro 5 y la Figura 2, por su extensión la región de Guanacaste es incuestionablemente la que más área (55,8%) tiene cultivada con caña, y por tanto, más materia prima produce y cosecha para fabricar azúcar, correspondiente a 34.991,9 hectáreas. Al desagregar territorialmente esa región, se comprueba que la Zona Oeste representada por los cantones de Carrillo, Liberia, Santa Cruz y Nicoya es la que más área tiene sembrada con un 59,5%; en tanto que el 40,5% corresponde a la Zona Este, representada por los cantones de Cañas, Bagaces y Abangares. Importante anotar y considerar que el distrito Manzanillo de Puntarenas entrega su materia prima (146,9 ha) en esta zona, por lo cual para los efectos es contabilizada en la misma. Por su relevancia en cuanto al área sembrada, le siguen las regiones Norte (San Carlos + Los Chiles) con 9.247,6 ha correspondiente al 14,8% del total nacional; además del Pacífico Central con 5.964,4 ha (9,5%), Turrialba-Juan Viñas con 4.481,8% (7,2%), Zona Sur con 4.205,0 ha (6,7%) y el Valle Central con 3.770,0 ha para un 6%. Un análisis comparativo aplicado en el tiempo demuestra las tendencias seguidas en cuanto al área sembrada con caña en el país, donde hay importantes incre-

mentos en las regiones de Guanacaste y Zona Sur, y reducciones en grado variable en las demás localidades, particularmente en el Valle Central.

Resulta la verdad paradójica y hasta contraproducente comprobar, como la región que más cantones (9= 33,3%) y distritos (42= 38,5%) posee sembrados con caña, como es el Valle Central, es la zona que menos área tiene sembrada, lo que obliga tener que traer materia prima de otras regiones para sustentar su capacidad operativa fabril instalada, como ha sucedido en los últimos años con caña procedente de la Región Norte y también de Turrialba (Chaves y Bermúdez 2020). Los porcentajes de cosecha identificados son altos, superiores al 90%, excepto en la Región de Turrialba donde las plantaciones de altura superiores a 1.000 msnm requieren de más tiempo para crecer y desarrollarse (16-24 meses), razón por la cual la zona reporta una cosecha del 66% de la caña sembrada, el resto se mantiene en desarrollo (Chaves 2019a). Como información valiosa, se anotan y detallan los destinos y usos alternativos de la caña sembrada pero no procesada en el ingenio.

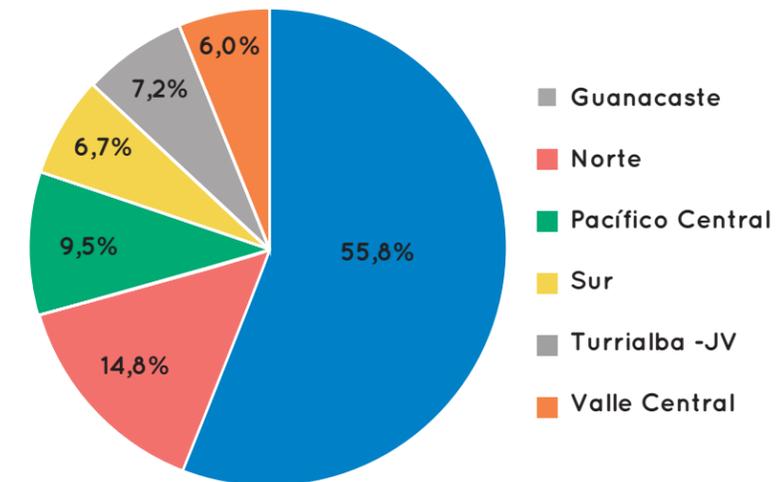


Figura 2

Área de siembra según región productora

F) Por piso altitudinal (msnm):

Este indicador resulta en lo particular de especial interés para fines climáticos, productivos y tecnológicos, en consideración del vínculo directo y las interacciones que se dan entre los diferentes factores de la producción. No cabe la menor duda que la altitud es un determinante relevante y sugestivo de varias condiciones agronómicas asociadas con la productividad agroindustrial, destacando las edafoclimáticas y operativas en el campo cañero, pues como ha enfatizado y demostrado por Chaves (2020g) “El azúcar en el cultivo de la caña se produce en el campo y extrae en la fábrica”, motivo por el cual

“La fábrica no puede extraer más azúcar de la que contenga la planta de caña”.

La información presentada en el Cuadro 6 y la Figura 3 resume y ubica toda el área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica de acuerdo con su Piso Altitudinal (msnm), espaciada y estratificada cada 100 metros, lo cual permite y favorece una determinación muy específica de las altitudes implicadas. De acuerdo con la información recabada, puede asegurarse que la caña de azúcar fue sembrada en Costa Rica en el año 2020 en un piso altitudinal que va desde los 4

Cuadro 6.

Área sembrada (ha) según altitud (msnm)

Altitud (msnm)	Distrito	Área (ha)	%
1 - 100	25	34.039,7	54,32
101 - 200	5	9.830,7	15,69
201 - 300	6	3.611,1	5,76
301 - 400	7	3.079,8	4,91
401 - 500	3	999,5	1,59
501 - 600	2	763,3	1,22
601 - 700	11	3.456,0	5,52
701 - 800	7	1.432,5	2,29
801 - 900	12	2.220,4	3,54
901 - 1000	4	366,4	0,58
1001 - 1100	10	527,0	0,84
1101 - 1200	9	1.920,6	3,06
1201 - 1300	4	322,8	0,52
1301 - 1400	2	57,4	0,09
1401 - 1500	1	0,8	0,001
1501 - 1600	0	0,0	0,00
>1601	1	37,2	0,06
Total	109	62.665,2	100

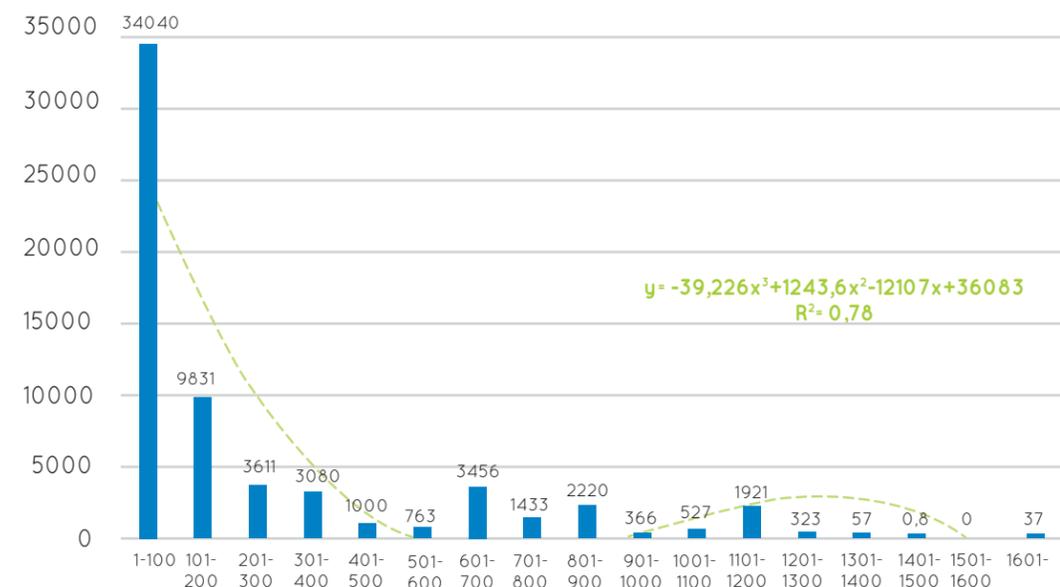


Figura 3

Distribución de las áreas de siembra según piso altitudinal.

y hasta los 1.653 msnm. Como se aprecia en esa información, de los 17 estratos altitudinales establecidos en todos se cultiva caña, excepto en la altura que va de 1.500 a 1.600 msnm donde no se reportan plantaciones comerciales, aunque por continuidad local es muy posible que existan áreas muy pequeñas en la región de Turrialba-Juan Viñas.

El estrato donde más sembradíos existen es en el nivel más bajo que va de 4 a 100 msnm con un

reporte de 34.039,7 hectáreas, que representan el 54,3% de toda el área cañera nacional; seguido por el rango de 101-200 msnm con un área de 9.830,7 ha y el de 201-300 msnm con 3.611,1 msnm, los cuales integralmente involucran 47.481,5 ha para un significativo e incuestionable 75,8%. Arriba de los 1.300 msnm las siembras de caña se reducen significativamente, representando apenas un 0,15% equivalente a 95,4 hectáreas. Un resumen de áreas organizadas por estratos de interés agronómico revela lo siguiente:

Altura (msnm)	Cantones*	Cantones*	Área (ha)	%
4 - 300	13	36	47.481,5	75,8
301 - 600	7	12	4.842,6	7,7
601 - 1.000	10	34	7.475,3	11,9
> 1.101	9	27	2.865,8	4,6
Total	27	109	62.665,7	100

* Hay cantones que ocupan varios estratos.

SECCIÓN EDITORIAL

Con el objeto de contar con una perspectiva altitudinal de carácter geográfico donde se consideren los 27 cantones identificados con cultivos de caña, se presenta la Figura 4, en la cual se anota y expresa en forma ascendente la altitud promedio de las plantaciones localizadas en cada unidad administrativa, como indica el Cuadro 3.

Queda demostrada la enorme dispersión y heterogeneidad que mantienen las plantaciones de caña de azúcar en el territorio nacional en el plano altitudinal, lo que se traduce consecuentemente en grandes diferencias en los ámbitos biótico y abiótico.

El Cuadro 7 presenta la información de áreas organizada por región productora y piso altitudinal.

dinal, lo que ofrece una perspectiva diferente para emitir conclusiones, entre las cuales se tienen las siguientes: 1) Pacífico Central y Guanacaste tienen su área cañera mayoritariamente (95,2%) debajo de los 300 msnm y nada sobre los 400 msnm, 2) solo el Valle Central y Turrialba-JV son las que siembran caña sobre los 1.000 msnm, 3) la Zona Sur y Turrialba no poseen siembras por debajo de los 300 msnm, 4) Turrialba-JV son las únicas regiones que poseen plantaciones situadas sobre los 1.500 msnm, 5) el Valle Central es la región que ofrece una mejor distribución a través de todo el Piso Altitudinal de sus plantaciones y 6) la media aritmética de las plantaciones comerciales de caña del país se ubica en los 824,5 msnm con extremos entre 4 y 1.653 msnm para una amplitud de 1.649 msnm.

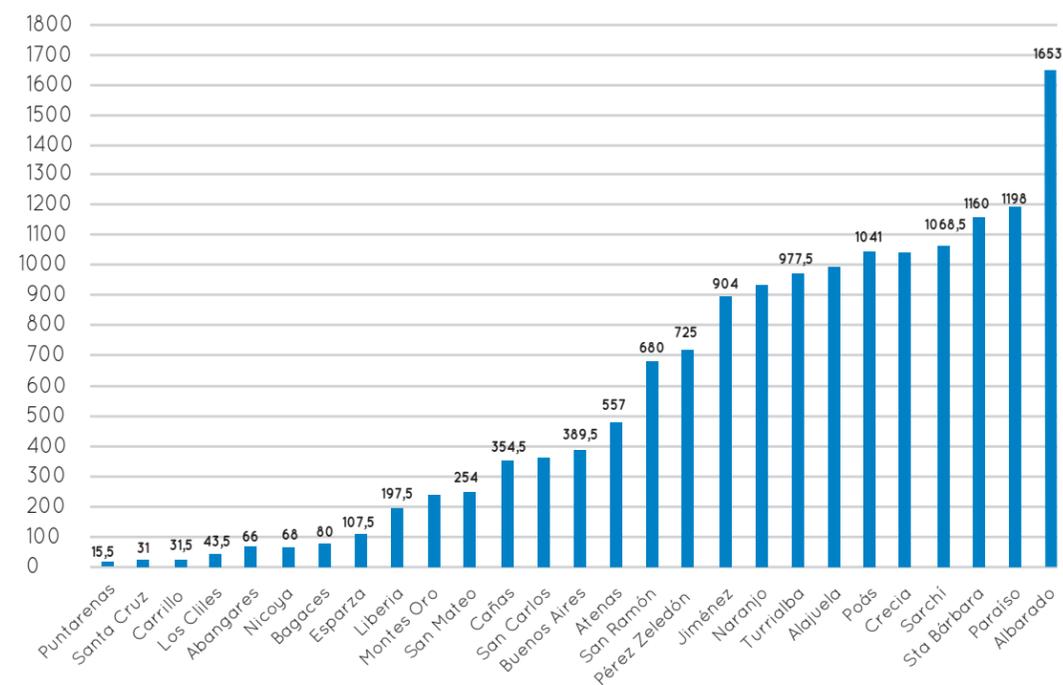


Figura 4

Altitud promedio(msnm) del área cañera según cantón (27).

Cuadro 7.

Áreas de siembra (ha) según región y piso altitudinal (msnm)

Región	Número		Índice	Altitud (msnm)					Total
	Cantones	Distritos		1 - 300	301 - 600	601 - 1000	1001 - 1500	> 1501	
Guanacaste	7	20	Área	33.011,9	1.832,9				34.844,8
			%	94,74	5,26				100,0
Pacífico Central	3	10	Área	5.927,6	46,0				5.973,6
			%	99,23	0,77				100,0
Zona Norte	2	10	Área	8.398,3	774,0	74,2			9.246,5
			%	90,83	8,37	0,80			100,0
Valle Central	9	42	Área	143,7	33,0	2.508,8	1.228,0		3.913,5
			%	3,67	0,84	64,11	31,38		100,0
Zona Sur	2	10	Área		2.030,2	2.174,8			4.205,0
			%		48,28	51,72			100,0
Turrialba-JV	4	17	Área		126,5	2.717,5	1.600,6	37,2	4.481,8
			%		2,82	60,64	35,71	0,83	100,0
Costa Rica	27	109	Área	47.481,50	4.842,60	7.475,30	2.828,60	37,20	62.665,2
			%	75,77	7,73	11,93	4,51	0,06	100,0





¿Qué vínculo tiene con el clima?

La información presentada y comentada a través del documento, no hay duda que tiene una enorme relación, vínculo e implicación directa y muy estrecha con los elementos que conforman y determinan el factor clima. Como es conocido y está demostrado, la altitud (msnm) determina la condición (presencia, intensidad, frecuencia,

magnitud) de los elementos lluvia, temperatura, luz, radiación, viento y evapotranspiración, entre otros; los cuales participan por medio de mecanismos hormonales, fotosíntesis, metabólicos y de división celular en procesos vitales determinantes para la planta de caña de azúcar, como son: germinación, retoñamiento,

ahijamiento, macollamiento, crecimiento, floración y maduración (Chaves 2019acdef).

La participación en todos esos procesos vitales opera por la vía de los sinergismos y los antagonismos, los efectos estresantes de índole biótico (plagas, enfermedades, biológicos,

metabólicos) y abiótico (hídrico, térmico, eólico, lumínico, mineral), la actividad de los microorganismos, la consecuencia de actividades y labores de campo, la presencia de condiciones extremas (sequía, inundación), entre otros, como lo señalara Chaves (2020bdef, 2021a).

Inferencias climáticas de la información geográfica

- Zonas bajas inferiores a 300 msnm de la Vertiente Pacífica (Guanacaste y Pacífico Central), poseen régimen Ústico con un periodo seco prolongado que implica uso de riego. Las temperaturas son altas en relación a las otras regiones y la zona goza de una excelente luminosidad que se vincula con la floración. Viento con ráfagas de alta velocidad en la época seca (Chaves 2020f).
- La zona baja inferior a 500 msnm de la Vertiente Atlántica (San Carlos, Los Chiles) es caliente, de alta humedad relativa, con temperaturas mínimas elevadas inconvenientes para la maduración la cual se ve muy limitada (Chaves 2020b). Son muy lluviosas por lo que requieren incorporar labores de drenaje, con presencia de nubosidad en localidades próximas a montaña que favorecen floración (Chaves 2019c). Ambiente propicio para generar problemas fitosanitarios y de malezas. Cosecha difícil.
- Las localidades altas mayores a 1.000 msnm se ubican en áreas montañosas con baja temperatura mínima y poca luminosidad. Crecimiento es muy lento por lo que el ciclo vegetativo se prolonga a 16-24 meses (Chaves 2019a). Requiere necesariamente del cultivo de variedades rústicas, adaptadas y apropiadas a esa condición especial.
- La Zona Sur es muy particular en su clima con un régimen lluvioso alto y un periodo de cosecha muy definido donde las lluvias bajan. Alta radiación y temperatura con mínimas apropiadas que promueven el acúmulo de sacarosa. Posee la mejor condición de madurez (Chaves *et al* 2018; Chaves 2019b).
- La zona media entre 400 y 900 msnm del Valle Central posee una condición idónea para producir caña, posiblemente la mejor, con un régimen de lluvias, temperatura y luminosidad adecuado. Variación térmica buena que favorece la maduración.
- A mayor altitud el relieve se torna por lo general de topografía más quebrada con pendientes más elevadas, dificultando la operación del equipo mecánico.
- Los suelos más degradados e intemperados se encuentran por lo general en los regímenes de lluvia más altos y temperaturas más elevadas, como acontece en la Zona Sur y Turrialba.

Conclusiones

A partir de la información recabada y expuesta anteriormente pueden concluirse los siguientes aspectos relevantes:

- 1) La caña de azúcar es un cultivo de muy amplia cobertura territorial que se encuentra disperso y diseminado en prácticamente todos los entornos agroproductivos de la geografía nacional, lo que lo hace muy especial como fuente generadora de trabajo y riqueza.
- 2) En el año 2020 se identificaron 27 cantones de 82 (32,9% nacional) y 109 distritos de 488 (22,3% nacional) sembrados con caña de azúcar destinada exclusivamente a la fabricación de azúcar, en las 10 plantas industriales que operaron con ese objetivo en todo el país. Las mismas están ubicadas en las coordenadas más extremas sentido norte-sur y este-oeste a 11° 01' 57" (Los Chiles) y 09° 09' 55" (Brunka) latitud norte y 85° 38' 56" (Sardinal) y 83° 20' 14" (Buenos Aires) longitud oeste.
- 3) Guanacaste es la región agrícola que más área (55,8%) siembra de caña al contar con 34.991,9 hectáreas; seguida por las regiones Norte (San Carlos + Los Chiles) con 9.247,6 ha correspondiente al 14,8% del total nacional; además del Pacífico Central con 5.964,4 ha (9,5%), Turrialba-Juan Viñas con 4.481,8% (7,2%), Zona Sur con 4.205,0 ha (6,7%) y el Valle Central con 3.770,0 ha para un 6,0%.
- 4) Geográficamente los cantones más importantes por su área cultivada son Liberia con 10.349,3 ha (16,5%), Carrillo con 9.218,5 ha (14,7%), Cañas con 6.920,2 ha (11,0%), San Carlos con 6.810,7 ha (10,9%) y Bagaces con 6.387,8 ha (10,2%); los cuales representan integralmente un total de 39.686,5 ha correspondiente al 63,3% de toda el área cañera costarricense.
- 5) Los cinco distritos más importantes que cuentan con un área total sembrada equivalente a 26.774,2 hectáreas para una representación del 42,7%, son Liberia con 7.556,4 ha, Bagaces con 6.387,8 ha, Filadelfia (6.185,4 ha), Pitahaya (3.497,4 ha) y Florencia (3.147,2 ha), todo de zonas bajas < 250 msnm.
- 6) La altitud de siembra de las plantaciones costarricenses de caña se establece entre 4 (Puntarenas) y 1.653 msnm (Alvarado); identificando un 4,6% de las mismas (2.865,8 ha) cultivadas sobre los 1.000 msnm, pertenecientes a 11 cantones (40,7%) de los cuales 7 (63,6%) pertenecen al Valle Central y 4 (36,4%) a Turrialba; además de 27 distritos.
- 7) El 75,8% de toda la caña sembrada en Costa Rica para fabricar azúcar, equivalente a 47.481,5 hectáreas, se cultiva en localidades cuya altitud es inferior a 300 msnm.
- 8) Existe una relación y vínculo directo y muy estrecho entre las variables región, zona, localidad, altitud (msnm) con el factor clima y la condición de sus elementos lluvia, temperaturas, luz, radiación, viento.

- 9) La ubicación de la localidad y la altitud (msnm) en que se encuentre situada la plantación, define en alto grado su régimen de lluvias, temperaturas, luminosidad, radiación, viento y evapotranspiración.
- 10) Las condiciones prevalecientes en el entorno de las localidades donde está sembrada la plantación es inductora de posibles estados de estrés bióticos y abióticos, provocados por factores hídricos, térmicos, lumínicos, eólicos y minerales, entre otros, cuyo efecto e impacto puede ser contraproducente y detrimental para los intereses agroindustriales y empresariales (Chaves 2020bdef, 2021a).
- 11) Como está demostrado en la práctica y experiencia azucarera de muchos años, la cantidad y sobre todo la calidad de los indicadores agroindustriales básicos y fundamentales, depende y está influenciada fuertemente por las condiciones del entorno donde estén ubicadas y cultivadas las plantaciones comerciales (Chaves 2008, 2019gh, 2020ah; Chaves *et al* 2018).



Literatura citada

- Acuña Agüero, R. 2018. *División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica, por provincia, cantón y distrito, escala 1:5.000 (en línea)*. San José, Costa Rica. IGN (Instituto Geográfico Nacional). Consultado 3 de enero del 2021. Disponible en <https://www.snitcr.go.cr/Visor/index2019>
- Costa Rica. *Leyes, Decretos, etc. 2007*. División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica. 6ª edición. San José, Costa Rica. Imprenta Nacional, Serie de Publicaciones Oficiales La Gaceta. 352 p.
- Costa Rica. *Poder Ejecutivo. Decretos Tribunal Supremo de Elecciones. Resoluciones. 2019*. División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica. Decreto Ejecutivo N° 41548-MGP. San José, Costa Rica: La Gaceta. Diario Oficial. Alcance N° 60. martes 19 de marzo del 2019. 79 p.
- Chaves Solera, M.A. 1993. *Área cultivada, índices de producción y estimación de costos agrícolas de la caña de azúcar- mayo 1993*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 59 p.
- Chaves, M.; Alfaro, R. 1996. *Distribución del área cultivada con caña de azúcar en Costa Rica, según región agrícola y tamaño de la unidad productiva*. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 10, Congreso Nacional de Fitopatología, 3, Congreso Nacional de Suelos, 2, San José, Costa Rica, 1996. Memoria: Agronomía y Recursos Naturales. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Asociación Costarricense de Fitopatología y Asociación Costarricense de Suelos: EUNED, EUNA, julio. Volumen I. p: 367. También en: Congreso de ATACORI "Cámara de Productores de Caña del Pacífico", 10, Hotel Sol Playa Hermosa, Guanacaste, Costa Rica, 1996. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 48.



- Chaves Solera, M. 1997. *Resumen del desarrollo histórico de la caña de azúcar en Costa Rica*. En: Congreso de ATACORI "Roberto Mayorga C.", 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, ATACORI, octubre-noviembre. Tomo I p: 112-121.
- Chaves Solera, M.; Calderón A., G.; Angulo M., A.; Barrantes M., J.C.; Rodríguez R., M.; Alfaro P., R.; Chavarría S., E.; Rodríguez F., J.M. 1998a. *Área cultivada y rendimientos agrícolas de la caña de azúcar en Costa Rica*. En: Congreso de ATACORI "Álvaro Chavarría P.", 12, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 1998. Memoria. San José, ATACORI, setiembre. p: 78-83.
- Chaves Solera, M.; Calderón A., G.; Angulo M., A.; Barrantes M., J.C.; Rodríguez R., M.; Alfaro P., R.; Chavarría S., E.; Rodríguez F., J.M. 1998b. *Estimación del área cultivada con caña de azúcar en Costa Rica y determinación del índice de rendimiento agrícola, según región y rango de entrega de materia prima al ingenio*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 189 p.
- Chaves, M. 1999a. *Evolución del área sembrada y cosechada con caña para la fabricación de azúcar en Costa Rica, durante período 1969-1998*. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 315. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 222.
- Chaves, M. 1999b. *Productividad agrícola de la caña de azúcar en 21 cantones de Costa Rica durante 1997*. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 319. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 227.
- Chaves, M.; Bermúdez, A. 1999a. *Producción de caña para la fabricación de azúcar en Costa Rica según región agrícola, durante el período 1980-1998*. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 326. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 217.
- Chaves, M.; Bermúdez, A. 1999b. *Fabricación de azúcar de caña en Costa Rica según región agrícola, durante el período 1987-1998*. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 323. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 218.
- Chaves, M.; Bermúdez, L.; Pessoa, F. 1999a. *Origen de las entregas nacionales de caña de azúcar para su procesamiento industrial, según región agrícola, durante el período 1990-1998*. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Aspectos Sociales, Económicos y Políticos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen I. p: 504. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 242.

SECCIÓN EDITORIAL

- Chaves, M.; Chavarría, E. 2013. *¿Cómo se distribuye y dónde se cultiva territorialmente la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica?* En: XIX Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA). XX Congreso de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). 11 al 13 de septiembre del 2013. Centro Internacional de Convenciones. Hotel Wyndham Herradura, La Asunción de Belén. Heredia, Costa Rica.
- Chaves, M.; Guzmán, G.; Bermúdez, L.; Pessoa, F. 1999b. *Origen de las entregas de caña de azúcar en Costa Rica, según cantón, durante el período 1993-1998.* En: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 240.
- Chaves, M.; Guzmán, G.; Bermúdez, L.; Pessoa, F. 1999c. *Origen de las entregas de caña de azúcar en Costa Rica según cantón, durante el período 1993-1998.* En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Aspectos Sociales, Económicos y Políticos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen I. p: 502-503. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 240-241.
- Chaves S., M.; Barrantes M., J.C.; Villalobos M., C.; Angulo M., A.; Rodríguez R., M.; Calderón A., G.; Rodríguez F., J.M.; Alfaro P., R. 2001. *Estimación del área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica durante el año 2000, según región productora.* San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 126 p.
- Chaves Solera, M. 2008. *Variabilidad productiva agroindustrial en el sector azucarero costarricense: un análisis estadístico de antecedentes.* En: Seminario "Estimación y Proyección Productiva en la Agroindustria Azucarera", San José, Costa Rica. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), LAICA y Colegio de Ingenieros Agrónomos, 9 de octubre del 2008. 94 p.
- Chaves Solera, M.; Chavarría Soto, E. 2013. *¿Cómo se distribuye y dónde se cultiva territorialmente la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica?* En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 19, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 20, "MSc Marco A. Chaves Solera". Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2013. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 11-13 de setiembre. Tomo I. p: 179-203.
- Chaves Solera, M.A. 2017a. *La Caña de Azúcar en el Censo Nacional Agropecuario Costarricense Año 2014: presentación de resultados.* San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 41 p.
- Chaves Solera, MA. 2019a. *Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar.* Boletín Agroclimático 1(7): 5-6, julio.



- Chaves Solera, M.A.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D.; Bolaños De Ford, F. 2018. *Medición de los indicadores de calidad de la materia prima procesada por los Ingenios azucareros de Costa Rica durante el Periodo 2004-2016 (13 zafras)*. 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. También en: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 75 p.
- Chaves Solera, MA. 2019b. *Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica*. En: Seminario Internacional: Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica. Hotel Condovac La Costa, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2019. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 15, 16 y 17 de octubre, 2019. 114 p.
- Chaves Solera, MA. 2019c. *Clima y floración en la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 9, julio. p: 5-7.
- Chaves Solera, MA. 2019d. *Clima, maduración y concentración de sacarosa en la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 15, octubre-noviembre. p: 5-8.
- Chaves Solera, MA. 2019e. *Temperatura, desarrollo y concentración de sacarosa en la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 16, octubre-noviembre. p: 5-9.
- Chaves Solera, MA. 2019f. *Incidencia de las bajas temperaturas en la concentración de sacarosa en la caña de azúcar: el caso de Costa Rica*. Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 17, noviembre-diciembre. p: 6-10.
- Chaves Solera, M.A. 2019g. *Ambiente agro climático y producción de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(18): 5-10, noviembre-diciembre.
- Chaves Solera, M.A. 2019h. *Clima, cosecha de caña y fabricación de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 1(19): 5-10, noviembre-diciembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020a. *Implicaciones del clima en la calidad de la materia prima caña de azúcar*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(1): 5-12, enero.
- Chaves Solera, M.A. 2020b. *Estrés por frío en la caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(7): 6-16, marzo-abril.
- Chaves Solera, M.A. 2020c. *Participación del clima en la degradación y mineralización de la materia orgánica: aplicación a la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(12): 6-17, junio.

- Chaves Solera, M.A. 2020d. *Estrés hídrico en la caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(8): 5-16, abril.
- Chaves Solera, M.A. 2020e. *Estrés por calor en la caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(5): 5-12, marzo.
- Chaves Solera, M.A. 2020f. *Estrés por viento en la caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(9): 4-15, abril.
- Chaves Solera, M.A. 2020g. *El azúcar se hace en el campo y extrae en la fábrica: una verdad incuestionable*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(19): 6-13, setiembre.
- Chaves Solera, M.A. 2020h. *Agroclimatología y producción competitiva de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 2(24): 5-13, noviembre.
- Chaves Solera, M.; Bolaños Porras, J.; Barrantes Mora, J.C.; Rodríguez Rodríguez, 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.; Bermúdez Loría, A.Z. 2020. *80 Años de Vida Institucional del Sector Cañero-Azucarero Costarricense: Breve Recorrido por su Historia*. Revista Entre Cañeros N° 16. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, agosto. 37 p.
- Chaves Solera, M.A. 2021a. *Estrés mineral y caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático (Costa Rica) 3(11): 5-21, mayo.
- Chaves Solera, M.A. 2021b. *Indicadores históricos de producción y productividad de la agroindustria azucarera costarricense: análisis del periodo 1969-2019 (51 zafras)*. Revista Entre Cañeros N° 19. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, diciembre. p: 9-67.
- LAICA. 1998. *Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 22 de Setiembre de 1998*. San José, Costa Rica, LAICA. 117 p.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). 2020. *Boletín Estadístico Agropecuario No. 30 Serie Cronológica 2016-2019*. San José, Costa Rica. Sector Agropecuario Pesquero y Rural. SEPSA 2020 - 004, abril. Buscar en: <http://www.sepsa.go.cr/productos.html>





Resumen

Se describe un perfil con las principales variables del ambiente productivo desde un enfoque social, demográfico y agroecológico con el fin de analizar las principales condiciones del entorno que caracterizan el desarrollo productivo de la Zona Cañera Norte del país e inciden en el desarrollo de nuevas variedades comerciales.

CONDICIONES QUE CARACTERIZAN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA ZONA NORTE DEL PAÍS (SAN CARLOS Y LOS CHILES) E INCIDEN EN EL DESARROLLO DE NUEVAS VARIEDADES

Jose Eduardo Vargas Miranda¹ • José Roberto Durán Alfaro² • Elberth Barquero Madrigal³
Roberto Alfaro Portugal⁴ • Juan Pablo Carvajal Alfaro⁵

El abordaje de estos temas plantea la necesidad de potenciar a la región Norte del país haciendo uso de todas las herramientas necesarias para maximizar y optimizar de manera integral la producción de caña de azúcar en respuesta a las necesidades de su población, y que necesariamente el mejoramiento genético de la caña de azúcar debe estar involucrado como un complemento importante para ofrecer respuestas a las necesidades. En esta línea

de trabajo el Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA) ha respondido a través de su Programa de Variedades poniendo a disposición diferentes opciones las cuales tienen capacidades adaptativas a condiciones variadas. Se hace una descripción de las diferentes variedades que muestran comportamientos excelentes entre las que se destacan LAICA 08-390, LAICA 12-340 y LAICA 10-207 por sus atributos adaptativos.

Introducción

En la producción agrícola en general, existirá siempre una serie de factores involucrados en la producción. Algunos pueden ser controlados por el hombre como es el caso de la nutrición, la cual puede ser suplementada al cultivo mediante el uso de enmiendas calcáreas, abonos orgánicos y verdes, fertilizantes químicos; otros pueden ser difíciles de controlar, por ejemplo temperatura, precipitación, luminosidad (Tirado 2018).

Bajo un enfoque socio productivo, debe además reconocerse los factores antrópicos como parte importante del entorno (Andrade Pérez y Navarrete 2004), el cual permite dar respuesta a preguntas medulares en el desarrollo de la agroindustria azucarera, como por ejemplo las condiciones bajo las cuales ingenios y productores disponen del recurso humano para planificar y ejecutar labores agrícolas, los incentivos,

¹Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Asistente Programa de Variedades. Grecia, Costa Rica. E-mail: jvargasm@laica.co.cr

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

³Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Coordinador Zona Norte. San Carlos, Costa Rica. E-mail: ebarquero@laica.co.cr

⁴Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Jefe Programa de Agronomía. Grecia, Costa Rica. E-mail: ralfaro@laica.co.cr

⁵Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Asistente Programa de Variedades. Grecia, Costa Rica. E-mail: pcarvajal@laica.co.cr

oportunidades y limitantes existentes en el entorno social y productivo, así como el impacto generado.

Todas estas particularidades relacionadas con factores de diversa índole, hacen también de la Zona Norte una unidad productiva muy singular. Para desarrollar esta temática se requiere el aprovechamiento de información productiva generada por los ensayos

Objetivo

Analizar las principales condiciones del entorno que caracterizan el desarrollo productivo de la Zona Cañera Norte del país e inciden en el desarrollo de nuevas variedades comerciales

Metodología

Interacción humano- ambiente

Uno de los factores más importantes e influyentes dentro del proceso productivo e investigativo, es indudablemente el humano. Según Alfaro (2012:15) cuenta con características que lo diferencian de los otros factores productivos ya que el “conocimiento, experiencia y habilidades son parte de un patrimonio personal”. Pero a su vez, la expresión se encuentra condicionada por una serie de factores relacionados con el entorno.

Por lo tanto, para comprender mejor el modo en que el hombre influye en los sistemas productivos, fue necesario conocer en primera instancia las características de entorno social y productivo bajo el cual desarrolla la actividad, siendo en este caso las regiones de influencia Cutris, en el cantón de San Carlos, El Amparo y distrito Los Chiles, pertenecientes al cantón Los Chiles. Para ello se consultaron registros y planes

de investigación de variedades; los cuales cuentan además con registros climatológicos y análisis de suelos, estudios emitidos por el gobierno local e información suministrada por productores e ingenios en el manejo de los ensayos y plantaciones comerciales. Generando así una perspectiva integral sobre las condiciones en las que se desarrolla el mejoramiento genético y la producción azucarera de la Zona Norte.

distritales que han sido desarrollados por el gobierno local.

Posteriormente, se realizó una entrevista dirigida a especialistas (Ver anexo 1) tanto del Ingenio Cutris, como Agrícola Fabaso, con el fin de determinar cuáles son las principales -limitantes para el desarrollo de las actividades productivas, cuáles rubros son prioridad y si dentro de ellos existe alguno, relacionado directamente con el ejercicio de las labores agrícolas.

Por último, para obtener información más precisa sobre la interacción humana en los sistemas productivos, se utilizaron los registros de labores agrícolas suministrados por el técnico de DIECA y encargado de las áreas experimentales, considerando que estas labores son un reflejo de los trabajos realizados en las plantaciones comerciales. Si bien es cierto que las labores agrícolas son un reflejo de la interacción humana con el ambiente, también implican una modificación química o física del suelo, lo cual, unido a análisis químico permite generar una mayor comprensión de las condiciones del suelo y sus posibles efectos en el cultivo. Por esta razón se realizaron análisis de suelos en las fincas donde se encuentran los ensayos de mejoramiento genético en los años 2018 y 2019.

Factores ambientales

Los factores que fueron considerados en el estudio son precipitación pluvial y temperatura. Los datos fueron solicitados a Agrícola Fabaso y Finca Scana, que cuentan con estaciones meteorológicas y llevan registros de clima cerca de los lugares donde están ubicados los experimentos, se usó la información mensual de temperaturas máximas y mínimas (°C) y la precipitación pluvial, medida en mm.

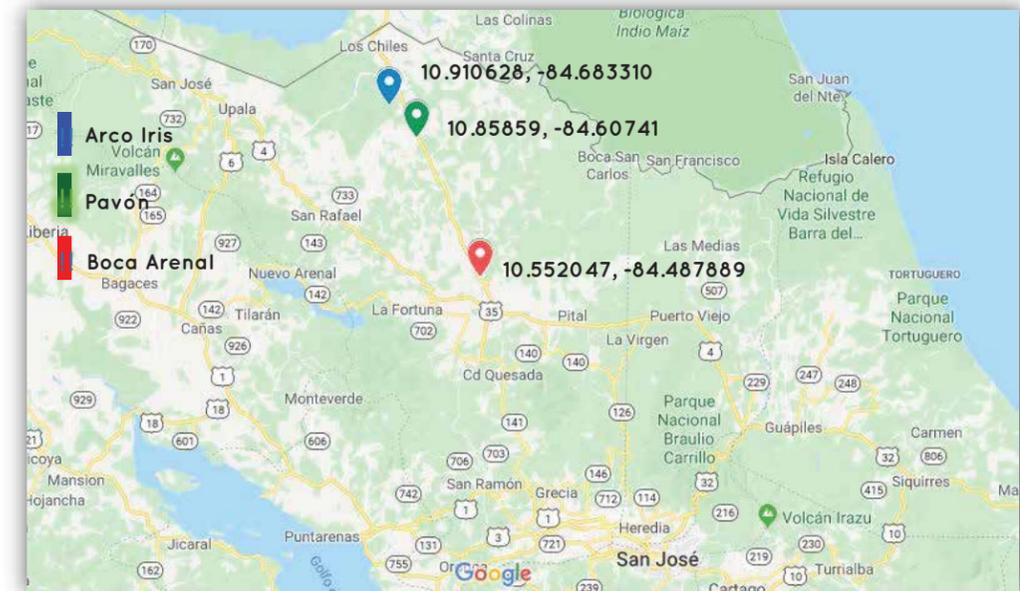
Ensayos de referencia

Los ensayos de fase VI del programa de mejoramiento genético son para este estudio un referente de las condiciones ambientales, de suelo y manejo como se ha mencionado anteriormente, adicionalmente existe

información productiva de la experimentación con variedades que permite realizar inferencias de la influencia del entorno en los niveles de rendimiento registrados desde el 2017 al 2020. A continuación se mencionan algunas características importantes a saber:

Instalación y características de los experimentos:

El programa de mejoramiento genético de DIECA instaló en junio del 2016 tres ensayos de competición de variedades LAICA en fase VI, ubicados uno en finca Agroclisa, Boca Arenal, distrito Cutris, cantón de San Carlos y dos en el cantón de Los Chiles, en finca Yuca Rica, Arco Iris y el otro en finca La Cubana, Pavón. La ubicación de los ensayos se detalla en la Figura 1.



Fuente: Adaptado de Google Maps 2019.

Figura 1.

Localización espacial de Arco Iris (Los Chiles), Pavón (Los Chiles) y Boca Arenal (San Carlos)

El diseño utilizado en cada parcela fue de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones, totalizando más de 60 parcelas en cada uno. El factor de variación corresponde a las variedades que fueron comparadas con los testigos B 7795 y PR 80 2038. Cada parcela fue constituida por 5 surcos de 10 m de longitud, espaciados 1,5 m entre sí, siendo el área total de la parcela de 75 m.

Adicionalmente en cada ensayo, se establecieron parcelas de 4 surcos de 3,5 m de cada variedad, con el objetivo de determinar la curva de madurez de cada una. Para ello, entre los meses de enero a mayo de cada año, se realizaron muestreos quincenales a partir del inicio de la zafra, consistiendo la muestra tomada en 5 tallos por variedad, los cuales se trasladaban al laboratorio del Ingenio de Cutris, para su análisis. Posterior a los 9 meses los clones cuentan con un desarrollo destacable, que permite obtener información valiosa sobre vigor, grosor, altura, capacidad de encepamiento y floración.

Al momento de la cosecha se procedió con la corta manual de las parcelas, las cuales fueron pesadas en una balanza mecánica y se tomaron igualmente 5 tallos al azar de cada una para el análisis industrial. Con esta información se determinaron los datos de tonelaje de caña y azúcar por hectárea de las variedades en estudio y las variedades usadas como testigo.

Se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos en cada una de las variables estudiadas, se obtuvo el análisis de varianza con el programa InfoStat, y mediante la prueba de comparación de medias de Tuckey, se determinó la significancia al nivel de 5% de probabilidad, confianza del 95%.

Variedades introducidas:

Dentro de los objetivos presentes en el programa de mejoramiento genético, están el obtener variedades adaptadas a condiciones edafoclimáticas en diferentes localidades del país y de la región (interacción genotipo por

ambiente) y generar variedades de caña que superen en productividad a los mejores testigos de la región.

Para cumplir con esta premisa en el año 2014, se tomaron las mejores variedades LAICA de todo el país y se distribuyeron en distintas zonas cañeras del país, con el fin de instalar ensayos en condiciones ambientales distintas a la región de origen. De estas, 30 clones se sembraron en Los Chiles, en finca propiedad del Ingenio Cutris y evaluados en los ciclos de caña planta y primera soca, con base en esto, 15 fueron seleccionados el año siguiente, procediéndose a su distribución en toda la Región Norte, plantándose tres ensayos de fase VI en las localidades de Arco Iris, El Amparo de Los Chiles y Cutris de San Carlos. (Durán *et al* 2018) (Ver cuadro 1).

Dentro del grupo vinieron variedades proveniente de Guanacaste, las cuales han mostrado una muy buena adaptación a las condiciones climáticas del pacífico seco, evaluadas principalmente en suelos francos con acceso a riego.

También se introdujeron un grupo de variedades originarias de Pérez Zeledón, que en general han mostrado un muy buen comportamiento en suelos del orden Ultisol, suelo que también predomina en los cantones San Carlos y Los Chiles. Otros dos grupos más pequeños que los anteriores, correspondían a variedades provenientes del Valle Central y Turrialba, los cuales han sido evaluados en



diferentes condiciones de suelo y altura entre la misma localidad, mostrando hasta la fecha una excelente productividad y adaptabilidad.

Adicionalmente a las variedades LAICA, en los experimentos se incluyeron las variedades importadas RB 98-710 y RB 99-381, con buenos antecedentes de la Zona Sur (Pérez Zeledón) y las variedades NA 85-1602 y la SP 81-3250 que ya se encontraban en otro ensayo de la región y fueron también incorporadas para evaluar mejor su comportamiento (Durán *et al* 2018), también se incluyó en uno de los ensayos la variedad B

89-138, por sus buenas características agronómicas.

Este proceso de distribución de semilla de variedades LAICA promisorias y su evaluación en diferentes zonas del país, ha permitido conocer la capacidad de adaptación de los materiales genéticos en diversos entornos productivos, lo cual es de gran importancia en un programa de mejoramiento genético. A continuación se presentan las variedades evaluadas en cada ensayo y adicionalmente los progenitores de cada una (cuadro 1 y 2).

Cuadro 1.

Variedades evaluadas en cada ensayo establecido para la Zona Norte

Arco Iris	FABASO	El Ferry
B 77-95 (T)	B 77-95 (T)	B 77-95 (T)
PR 80-2038 (T)	PR 80-2038 (T)	PR 80-2038 (T)
LAICA 04-825	LAICA 04-825	LAICA 04-825
LAICA 05-805	LAICA 05-805	LAICA 05-805
LAICA 07-09	LAICA 07-09	LAICA 07-09
LAICA 07-26	LAICA 07-26	LAICA 07-26
LAICA 10-804	LAICA 10-804	LAICA 10-804
LAICA 12-339	LAICA 12-339	LAICA 12-339
LAICA 12-340	LAICA 12-340	LAICA 12-340
LAICA 12-341	LAICA 12-341	LAICA 12-341
LAICA 12-344	LAICA 12-344	LAICA 12-344
RB 98-710	RB 98-710	RB 98-710
LAICA 08-22	LAICA 00-301	LAICA 08-22
LAICA 08-808	LAICA 08-808	LAICA 04-809
LAICA 10-207	LAICA 10-207	LAICA 08-390
LAICA 10-664	RB 99-381	LAICA 10-664
	SP 81-3250	SP 81-3250
	B 89-138	MEX 79-431
		NA 85-1602

Cuadro 2.

Progenitores de las 15 variedades LAICA establecidas en los ensayos de fase VI en la Zona Norte

Variedades	Progenitores	
	Madre	Padre
LAICA 04-825	Desconocido	Desconocido
LAICA 04-809	RD 75-11	B 60-267
LAICA 05-805	H 77-4643	Policruce
LAICA 07-09	SP 86-042	Policruce
LAICA 07-26	H 77-4643	B 76-259
LAICA 08-22	RD 75-11	RB 83-102
LAICA 08-390	B 76-259	MEX 79-431
LAICA 08-808	RD 75-11	RB 83-102
LAICA 10-207	B 77-95	SP 82-1176
LAICA 10-664	B 77-95	SP 82-1176
LAICA 10-804	RB 86-7515	TCP 87-3388
LAICA 12-339	CO 421	TCP 87-3388
LAICA 12-340	CO 421	TCP 87-3388
LAICA 12-341	CO 421	TCP 87-3388
LAICA 12-344	CO 421	TCP 87-3388

Interacción Humano - ambiente

Entorno social y productivo

Los tres distritos Cutris del cantón de San Carlos, El Amparo y Los Chiles del cantón de Los Chiles, tienen características similares debido a su localización geográfica, movimientos migratorios, actividad agropecuaria, entre otros. También existen rasgos en su nivel de desarrollo, infraestructura y organización política que los diferencian. Dicha información permite contextualizar el entorno bajo el cual el Ingenio Cutris y Agrícola Fabaso llevan a cabo las labores de producción e investigación.

“Actualmente el distrito de Cutris hace de la ganadería, el cultivo de cítricos y la caña de azúcar, sus principales actividades, empleando una gran cantidad de personas, principalmente

migrantes nicaragüenses” (Municipalidad de San Carlos 2014:34).

“Dentro de los principales problemas que acechan a Cutris se encuentra el mal estado de los caminos vecinales, gran cantidad de habitantes indocumentados y los diversos problemas de salud en la cabecera del distrito Boca de Arenal” (Municipalidad de San Carlos 2014:34).

“Cutris cuenta con 26 escuelas y un colegio, aunado a que en Boca de Arenal, cabecera del distrito, se puede encontrar restaurantes, tiendas de abarrotes, carnicerías y un ingenio” (Municipalidad de San Carlos 2014:34).

El Ingenio Cutris S.A tiene más de 50 años de formar parte de la comunidad, actualmente lo conforman más de 110 colaboradores y en la época de zafra la cantidad se duplica. El 50% de

la caña molida por el ingenio proviene de fincas de productores, siendo unos 800 los productores vinculados al Ingenio. Desde años atrás, la organización ha sido consciente de las necesidades de la zona y se han comprometido con labores de responsabilidad social que contribuyen al desarrollo sostenible¹.

Entre los proyectos de responsabilidad social, liderados por el Ingenio Cutris están: 1) El fortalecimiento de Asocutres, su Asociación Solidarista, a la cual prácticamente la totalidad de sus colaboradores forman parte de la misma; cuentan con servicio de nutricionista, servicios médicos, el proyecto “Sueño Navideño” para familias pobres. 2) Junto al Grupo Nación, brindan libros a todas las escuelas. 3) Acompañamiento en la campaña para disminuir la enfermedad del dengue. 3) Programa de sillas de ruedas. 4) Colaboración a instituciones públicas. 5) Proyecto de reforestación. 6) Acompañamiento al sector productor cañero, entre otros².

Por otra parte, se encuentra el cantón de Los Chiles, con menor infraestructura al servicio de la población y es en el distrito central, donde la mayoría de servicios públicos se encuentran concentrados, (hospital, escuelas, Instituciones públicas como oficinas del IMAS, IDA, MAG, OIJ, Juzgado etc), en los demás distritos, como es el caso de El Amparo, la infraestructura es básica y el desarrollo comercial se centra en la ganadería y la agricultura, destacando la producción de cítricos y caña de azúcar entre las actividades agrícolas (Guillen 2016).

Existe una fuerte problemática con respecto a la contratación de mano de obra, principalmente nicaragüenses, la cual no cuenta con tributo de cargas sociales y expone a los empleados a riesgos laborales, pues en muchos casos no se cuenta con los seguros y derechos de ley para los trabajadores. Según lo indican estudios del MIDEPLAN, los distritos de los Chiles “se caracteri-

zan por un nivel muy bajo de desarrollo económico social” (Guillen 2016:4)

En este cantón, se encuentra una de las empresas más destacadas en la producción azucarera de la región; Agrícola Fabaso, quienes inician con la producción de caña de azúcar en el año 2007, en una área de 70 ha y entregando 5.250 toneladas de caña. A partir de ese año, el área dedicada al cultivo y los niveles de productividad, han ido en aumento, hasta contar con 525 ha y una proyección de 48.825 TMC para entregar en la zafra 2020³.

El crecimiento que ha tenido Agrícola Fabaso hasta la fecha, ha permitido cumplir con la visión de la empresa, generando importantes aportes productivos, económicos, sociales y ambientales para la región.

Desde el punto de vista productivo han aumentado los rendimientos de 70 t de caña, ha valores de 90 t a través de los años. Esto lo han logrado gracias a la constante inversión en tecnología, investigación, adecuando el manejo de suelos, nutrición, variedades, enmiendas, entre otras variables que aportan a la productividad⁴.



¹ Jiménez Urbina, J. 2 oct. 2019. Información sobre la labor social, ambiental y productiva del Ingenio Cutris (correo electrónico). San Carlos, Alajuela, Costa Rica, Ingenio Cutris.

² Ibid

³ Fonseca Vargas, R. 30 oct. 2019. Información sobre la labor social, ambiental y productiva de Agrícola Fabaso (correo electrónico). Los Chiles, Alajuela, Costa Rica, Agrícola Fabaso.

⁴ Fonseca Vargas, R. 30 oct. 2019. Información sobre la labor social, ambiental y productiva de Agrícola Fabaso (correo electrónico). San Carlos, Alajuela, Costa Rica, Agrícola Fabaso.



Unido al crecimiento productivo, realizan grandes esfuerzos por el bienestar ambiental y social. Una de las líneas de trabajo que respaldan la responsabilidad social de la empresa, es indudablemente el proceso de ingreso a la certificación Bonsucro⁵. Esto implica que a pesar de la problemática existente en la región con respecto a la cantidad de migrantes indocumentados, Agrícola Fabaso genera una responsable e importante fuente de empleo basada en el cumplimiento patronal, de los derechos de los trabajadores.

Algunos de los criterios establecidos con respecto a la responsabilidad social laboral según Bonsucro (2015:15-42) son:

Ser responsables en lo que respecta al trabajo infantil, forzoso, discriminación, libertad de asociación, proporcionar un entorno de trabajo seguro y saludable, proporcionar a todos los trabajadores al menos el salario mínimo de ley, proporcionar contratos claros, equitativos y completos, capacitación constante de los empleados en todas las áreas de trabajo y desarrollo de sus habilidades generales, entre otros criterios relacionados con los derechos humanos y el trato justo.

En materia ambiental, han venido desarrollando toda una serie de prácticas en pro de conservar los recursos naturales, algunas de ellas son: preparación de suelo en verano con descanso cerca de 6 a 7 meses, manejo de aguas con la línea de surcado, recolección de sedimentos, reducción de las áreas quemadas para cosecha, reducción de emisiones, entre otras prácticas enfocadas en mejorar continuamente la conservación de los recursos de suelo y agua⁶.

Limitantes y expectativas

Es importante hacer énfasis en las expectativas del Ingenio Cutris y Agrícola Fabaso con respecto al desarrollo productivo en la región, considerando así, que esta visión también tiene efecto en la generación y desarrollo de nuevas tecnologías.

De acuerdo con la entrevista realizada a los especialistas, la Zona Norte del país cuenta con un gran potencial para mejorar los rendimientos productivos actuales. Por un lado el Ingenio Cutris pretende mantenerse en el mercado sin perder cuota, sosteniendo una producción de 550.000 bultos de azúcar, de 50 kg. Por otra parte la

empresa productora Agrícola Fabaso estima llegar a los 55.000 TM, lo cual implica un aumento del 30% con respecto a la producción del 2018.

Para alcanzar estas expectativas, los funcionarios Agrícola Fabaso manifiesta contar actualmente con las capacidades y condiciones requeridas: maquinaria, equipo, capital, logística, entre otras. Para el Ingenio Cutris el tema de equipo e insumos si es limitante, debido principalmente a los costos crecientes de dichos rubros.

Cuando se les pregunta sobre los rubros en que deberán aumentar o priorizar inversión, las respuestas son: variedades, fertilización, enmiendas y personal de campo.

Esta visión hace comprender al menos tres cosas 1) el tema de variedades es fundamental, cobra una especial relevancia cuando se piensa en mejorar los rendimientos 2) debe priorizarse inversión en adecuar las condiciones para obtener una mejor expresión fenotípica y 3) invertir en el factor humano, expresado principalmente en personal para atender las labores de campo es crítico para cumplir las expectativas, según lo expresa el especialista en el Ingenio Cutris.

De acuerdo con la información suministrada en la entrevista, existe entre ambas partes un alto nivel de correlación respecto a los criterios y el nivel de prioridad o impacto que estos tienen para lograr alcanzar las expectativas productivas de cada uno (Ver cuadro 3)

Según lo indican, temas críticos a nivel país son: el IVA, Las cargas sociales, impuestos a las sociedades; los cuales limitan mucho al empresario y exigen una muy alta productividad para poder continuar en el negocio.

En un segundo nivel de relevancia se ubica el mejoramiento genético. Consideran que en gran parte, la disponibilidad de nuevas variedades es parte importante del éxito para alcanzar las expectativas, crecer con limitaciones en este aspecto, podría generar mucha incertidumbre y un alto riesgo.

Un factor que dificulta el manejo del cultivo es el clima. En esta zona tener un clima tan variable, obliga a hacer zafras muy cortas e intensas, la gran variabilidad en el clima también promueve altas y bajas en la respuesta del cultivo.

Cuadro 3.

Prioridades para el desarrollo productivo de la caña de azúcar en la región norte, según el criterio de especialistas del Ingenio Cutris y Agrícola Fabaso

Criterios	Agrícola Fabaso	Ingenio Cutris	Relevancia %
Inflación, cargas sociales, impuestos	5	5	100
Desarrollo de variedades	4	5	90
Factores ambientales	4	4	80
Disponibilidad de mano de obra	3	4	70
Acceso tecnológico	3	3	60
Manejo de personal	1	3	40
Condición de los caminos	---	3	30

⁵ IB
⁶ IBID

Como se ha dicho anteriormente en la descripción del entorno productivo, uno de los problemas para el sector agrícola en general, es la escasez de mano de obra para las labores agrícolas.

Si bien es cierto hay mucho flujo migratorio, principalmente grupos provenientes de Nicaragua, una gran parte de ellos llegan indocumentados, y vienen de forma temporal para la época de zafra. Con respecto al manejo de personal, en Agrícola Fabaso lo consideran poco limitante, en el Ingenio Cutris enmarcan la necesidad de apoyo en el manejo de personal correspondiente a migrantes temporales.

Por otra parte, se encuentran criterios que aunque tienen una menor prioridad en ser atendidos, no deja de ser necesario realizar esfuerzos para mejorar estas condiciones. Entre ellos, se menciona el acceso tecnológico; aún falta mejorar las condiciones, enfatizando principalmente la necesidad de un mayor apoyo en el acceso a semilla de calidad.

Por último, en el Ingenio Cutris han querido enfatizar la problemática de los caminos vecinales, su mal estado dificulta las labores, e implica costos extra para poder transportar la caña hasta las vías principales.

Ambas compañías han manifestado los problemas de mano de obra en la región, lo cual no debe desestimarse, esta es una limitante importante para el desarrollo de las actividades agrícolas, implica que tanto la producción como la investigación sean vulnerables ante la escasez de trabajadores, representando un esfuerzo extra por parte de la administración para que esta realidad no impacte negativamente en las labores de manejo y cosecha del cultivo. Como parte de la solución, ambas empresas buscan constantemente la adaptación en tecnologías de mecanización en las prácticas de manejo, que permitan disminuir costos y al mismo tiempo la dependencia de mano de obra.

Así mismo, la atención y acompañamiento que brinda el personal técnico de DIECA, es un apoyo clave, para que las labores en los ensayos de investigación se realicen de manera oportuna y adecuada.

Acorde con lo descrito del entorno social y productivo, en el cual convergen limitantes económicas, ambientales y político-sociales, es importante destacar los esfuerzos que realizan el Ingenio Cutris y Agrícola Fabaso con el fin de generar un desarrollo sostenible y las condiciones necesarias (logística, insumos, mantenimiento, entre otras) para que tanto las labores productivas, como el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo sean exitosas.

Como se percibe, bajo este panorama, la obtención de nuevas variedades es un rubro de gran relevancia en el desarrollo productivo de la región y no puede ser visto como un asunto aislado del entorno socio-productivo, ya que en este proceso influyen múltiples factores que van más allá de las variables agronómicas e industriales.

Prácticas de manejo

Este es uno de los rubros más importantes desde la perspectiva de interacción del ser humano y el campo, donde se desarrolla la actividad productiva, ya que de él y de su aplicación oportuna, depende en buena parte que las variedades expresen su potencial en la zona de estudio. Un manejo inadecuado del cultivo podría significar la subestimación del potencial genético.



Cuadro 4.

Prácticas de manejo realizadas por el Ingenio Cutris y Agrícola Fabaso a los ensayos de fase VI en la Zona Norte 2018-2019.

Prácticas	Agrícola Fabaso		Ingenio Cutris
	La Pechuga	Arcoíris	El Ferry
2018			
Sub escarificado	1 vez	1 vez	1 vez
Encalado	1 t CaCO3/ha	Mezcla: 0,4 t de CaCO3 +0,4 t de dolomita /ha	Mezcla: 0,4 t de CaCO3 +0,4 t de dolomita /ha
Fertilización	11 sacos de 17-5-22-1,6 mg, 1,3 S./ ha	3 sacos de 14,6-0-27,4-1,8(MgO)-3,8(S)-0.02(B) + 4 sacos de 14,6-0-27,4-1,8(MgO)-3,8(S)-0.02(B) + 2 sacos de 20-18-0-2,4(S)-0,05(Zn)	20-18-0-2,4(S)-0,05(Zn) + 23-20,62-0-2,96(S)-0.07(ZN)
Control Arvenses	No se conoce con exactitud	02-06-2018 Pendimetalina 3,5 l/ha Daconate 72 SL 16-08-2020 Hexazinona 0,6 kg	No se conoce con exactitud
2019			
Sub escarificado	1 vez	1 vez	1 vez
Encalado	0,8 ton de caldolomita	0,5 ton de CaCO3 + 0,5 ton de Caldolomita	0,5 ton de CaCO3 + 0,5 ton de Caldolomita
Fertilización	11 sacos/ha 17,9-9-22	9 sacos de 17-7-22-1,6 mg 1,6 S.	17-5-20-2 (CAO) - 1.5 (Mgo)- 1.2 (S) -0.3 (Zn) - 0.1 (P)
Control Arvenses	No se conoce con exactitud	28-05-2019 Pendimetalina 3l/ha + terbutilazina 2l/ha + Daconate 72SL. 26-08-2019 Hexazinona 0,7 kg /ha + diuron 1,4 kg/ha + Trigger 1l/ha t + Kaytar 0,25 l/ha + ACT UP 25WG	No se conoce con exactitud



Cuadro 5.

Análisis químico de suelos para las parcelas de fase VI en la Zona Norte, 2018

Elementos	Ingenio Cutris		Agrícola Fabaso	Unidades
	El Ferry	Arcoíris	La Pechuga	
pH	5,3	5,2	5,24	
Ca	5,39	4,31	5,18	cmol
Mg	2,25	1,42	1,77	cmol
K	0,24	0,14	0,21	cmol
Acidez	0,23	0,7	0,05	cmol
P	3,6	4,5	4,4	ppm
Fe	158	163	48,3	ppm
Mn	165	100	94,5	ppm
Zn	8,6	1,6	1,2	ppm
Cu	11,2	11,2	10,1	ppm
Ca/Mg	2,40	3,04	2,93	
Mg/K	9,38	10,14	8,43	
Ca+Mg/K	31,83	40,93	33,10	
Ca/K	22,46	30,79	24,67	

Cuadro 6.

Análisis químico de suelos para las parcelas de fase VI en la Zona Norte, 2019

Elementos	Ingenio Cutris		Agrícola Fabaso	Unidades
	El Ferry	Arcoíris	La Pechuga	
pH	5,38	5,16	5,24	
Ca	4,66	4,0	5,35	cmol
Mg	1,86	1,11	1,8	cmol
K	0,21	0,22	0,24	cmol
Acidez	0,1	0,1	0,1	cmol
P	8,84	4,64	11,3	ppm
Fe	150	102	137	ppm
Mn	22	50	30	ppm
Zn	1,4	1,2	1,9	ppm
Cu	6,8	5	5,7	ppm
Ca/Mg	2,50	3,60	2,97	
Mg/K	8,86	5,04	7,5	
Ca+Mg/K	31,04	23,22	23,29	
Ca/K	22,19	18,18	22,29	

De acuerdo a los análisis de suelo de las fincas “El Ferry”, “Arcoiris” y “La Pechuga” tanto en los Cuadros 5 y 6 requieren de la aplicación de mayores contenidos de fósforo ya que en estos suelos el fósforo es un nutriente esencial y altamente deficiente. De acuerdo a los programas de fertilización mencionados en el Cuadro 4, por ejemplo la mayor cantidad de fósforo aplicada fue de poco más de 25 kg /ha, cantidades suficientes para el mantenimiento de las socas e insuficientes si se utiliza esta fertilización al

momento de la siembra donde los requerimientos del cultivo debe ser con cantidades superiores a 150 kg de P₂O₅ / ha.

Las cantidades de las bases cambiables Ca, Mg y K se encuentran levemente superiores a los niveles críticos por lo que se deben incrementar vía fertilización o con la aplicación de enmiendas, situación que se realiza en las fincas con el aporte de dolomita se incorpora Calcio y magnesio y con los fertilizantes magnesio y potasio.

Las relaciones catiónicas en general se encuentran bien con excepción de la finca "Arcoiris" la cual requiere incrementar el potasio.

Las nuevas variedades de caña de azúcar son seleccionadas por sus altos rendimientos agroindustriales, por lo tanto son exigentes nutricionalmente, ante esta situación y en los suelos donde se están cultivando queda claro que los programas de fertilización requieren de ciertos ajustes con el aporte de algunos nutrimentos muy esenciales para el cultivo como el potasio.

Lamentablemente la información disponible no es suficiente para externar un criterio más preciso al respecto, según los registros tanto en Finca Arcoiris como El Ferry, se realizó una sola aplicación, cuando lo más recomendable es hacerlo fraccionado. También es relevante conocer el momento de su ejecución, para valorar más acertadamente si el manejo utilizado por estas fincas no es una limitante importante para obtener rendimientos satisfactorios.

En cuanto al control de malezas con la información suministrada se puede afirmar que es correcto el uso de herbicidas preemergentes como la pendimetalina 50 SC 3 L / ha con MSMA 72 SL (daconate) el cual la dosis debe ser de 1,5 L /ha y posiblemente la aplicación de un herbicida como hexazinona 75 WG es necesaria a la dosis de 0,6 Kg / ha, sin embargo en esta segunda aplicación es necesario aplicar un herbicida que controle las malezas dicotiledóneas en post emergencia como el 2,4-D.

En el año 2019 aparentemente se tomó la decisión de mejorar las mezclas de herbicidas antes mencionadas incluyendo en la primera el herbicida terbutilazina 50 SC con el objetivo de mejorar el control pre emergente de malezas dicotiledóneas.

En la segunda aplicación y para el control de malezas dicotiledóneas se le agrega a la mezcla

el herbicida Triger 48 EC (triclopir). Es importante considerar que este herbicida no es selectivo para la caña de azúcar y la dosis utilizada es relativamente más alta de lo que recomienda el fabricante, situación que podría estar perjudicando el rendimiento agrícola del cultivo y con mayor incidencia si la variedad aplicada es muy susceptible a los herbicidas. El uso del coadyuvante Kaitar (según lo reportado) es el más apropiado para el herbicida hexazinona.

Factores físicos ambientales

Los factores físicos ambientales, están conformados por una serie de elementos que condicionan la expresión del genotipo. En caña de azúcar, existen tres factores considerados de mayor impacto principalmente por su efecto en el desarrollo del cultivo y la concentración de sacarosa, que son la precipitación pluvial, la temperatura y la radiación (Villegas 2017). Las variaciones de los dos primeros factores son mencionados en el presente apartado.



Temperatura

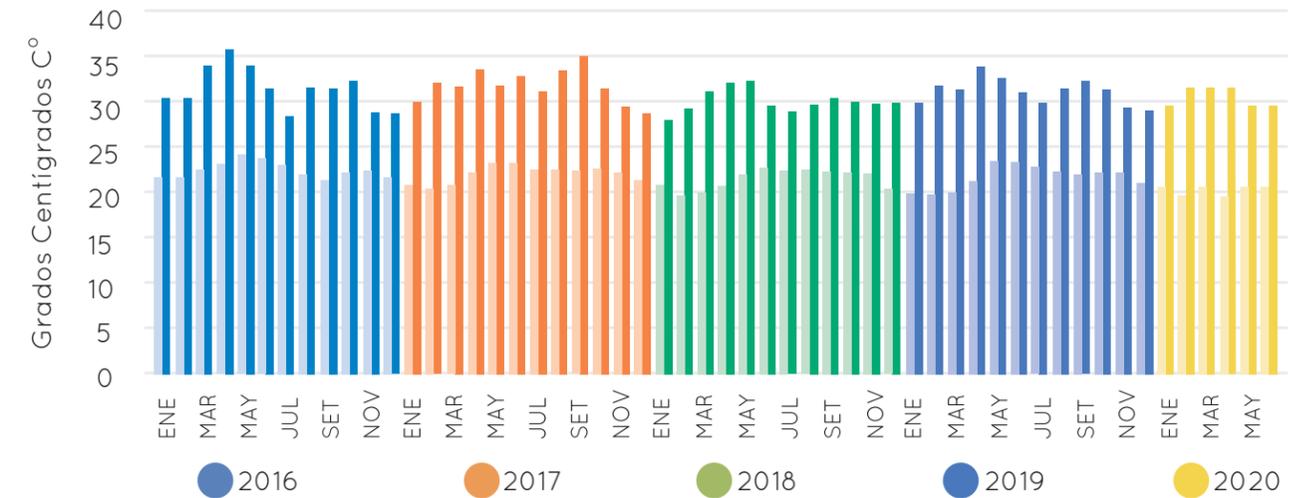


Figura 2.

Variación mensual de temperaturas máximas y mínimas en la región de El Amparo, Los Chiles. 2017-2019

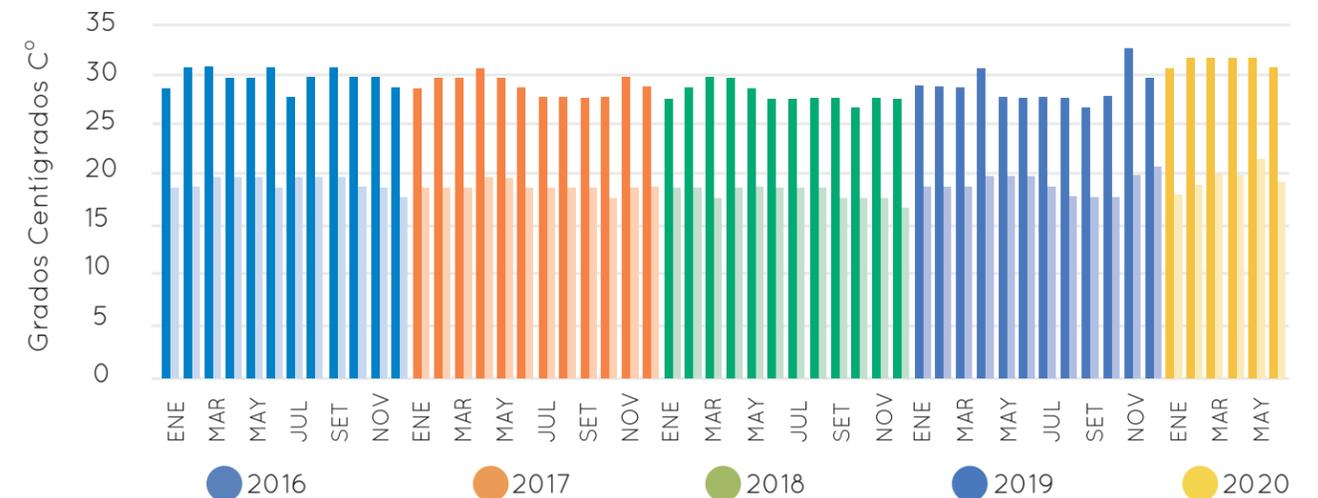


Figura 3.

Variación mensual de temperaturas máximas y mínimas en la región de Pocosol, San Carlos.

En las Figuras 2 y 3, se muestra la variación de temperatura en el aire entre máximas y mínimas. En primera instancia, se debe comprender que la temperatura ambiental es en sí una medida del grado de agitación de las partículas del aire; entre mayor agitación, mayor la temperatura (energía). Por consiguiente, es comprensible que el nivel de agitación de las partículas que incide directamente en los ensayos, sea relativo y dependiente de otros elementos del entorno como por ejemplo la radiación, el viento, la nubosidad, el tipo de suelo, humedad, entre otros (Inzunza 2006), los cuales no están siendo considerados, por esta razón la temperatura del aire nos brinda una aproximación a las condiciones energéticas existentes.

De manera general se han establecido algunos rangos de temperatura que permiten evaluar si las variaciones en una localidad son óptimas para el cultivo según la época y estado fenológico. Aunque los valores puedan variar según el criterio de especialistas, en todo caso existe un principio que los rige; el cultivo requiere de bajas temperaturas para una mayor concentración de azúcares y altas temperaturas para su desarrollo (MAG 1991; CONADESUCA 2015).

En la Zona Norte, el proceso de germinación o rebrote de tallos, se da entre los meses de febrero a mayo, en paralelo con la cosecha. Para el rebrote y nacencia de tallos, son ideales las temperaturas más altas, entre 32°C y 38°C y no inferior a los 24°C. Bajo este parámetro, la temperatura se mostró favorable para la región de El Amparo, donde osciló entre los 28°C a 33°C, en Pocosol (localidad con registro climático más cercano al ensayo en Boca Arenal, Cutris) mantuvo una variación entre los 28°C a 31°, con excepción del 2020 con una variación entre 31°C y 32°C (Figuras 2 y 3).

El macollamiento inicia entre los 35 a 40 días después de la plantación, por lo cual, las fincas cosechadas a finales de zafra aún en junio se en-

contrarán en esta etapa. La temperatura óptima se encuentra entre los 30°C a 32°C, siendo propicio para los cultivares de El Amparo del 2016 al 2020 y para Pocosol específicamente en el 2016 y 2020 (Figuras 2 y 3).

La etapa de rápido crecimiento o elongación comienza aproximadamente a las 3 meses posterior a la siembra, 2 meses después deja de existir competencia entre los retoños, definiéndose así la población de cada cultivar y continua el desarrollo de los tallos hasta los 9 meses aproximadamente (FIRA 2010).

El inicio de esta etapa coincide principalmente con los meses de Junio a Octubre. Donde existe mayor variación es en Pocosol, sin embargo, el promedio se mantuvo entre 27°C a 30° durante los años de estudio, coincidiendo con el rango óptimo para el desarrollo. En la región de El Amparo la temperatura promedio se mantuvo entre 30°C a 33°C, siendo el 2017 el año donde se registran los valores más altos (Figuras 2 y 3).

El periodo de maduración tiene una duración aproximada de 2 a 3 meses, e inicia posterior a los 9 meses de edad del cultivo. En esta etapa se requiere una baja en las temperaturas, y pérdida de humedad en el suelo para retardar el crecimiento y promover el acumulo de sacarosa en los tallos, por lo que son favorables los días calurosos y secos y en las noches temperaturas mínimas cercanas a los 18°C. En la Zona Norte, el periodo de zafra, se da entre los meses de enero a mayo (MAG 1991; CONADESUCA 2015).

Para la región de Pocosol dichos meses registran las mayores temperaturas, con una variación promedio entre 19 °C a 30 °C del 2016 al 2019 y 18 °C a 32 °C en el 2020. En El Amparo los valores de temperatura no fueron tan constantes en comparación a Pocosol, pero en promedio la variación entre las temperaturas máximas y mínimas fue de 21°C a 32°C, alcanzando máximas de 34°C en algunos meses (Figuras 2 y 3).

Precipitación pluvial.

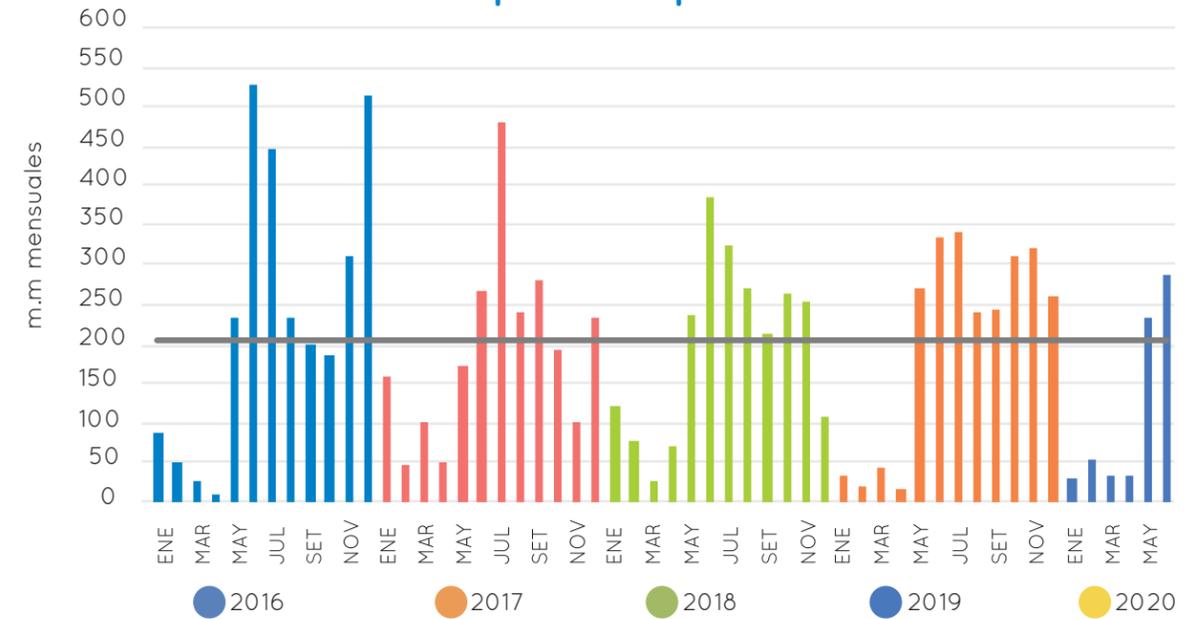


Figura 4.

Variación mensual de precipitación pluvial en mm, en el distrito El Amparo, Los Chiles. 2016-2020.

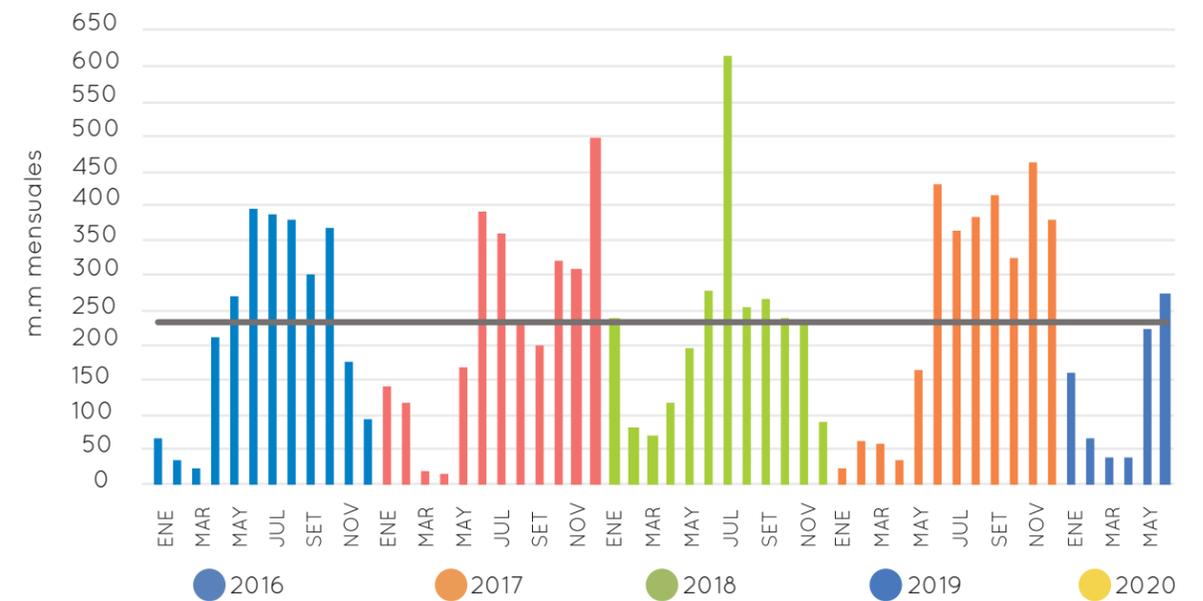


Figura 5.

Variación mensual de precipitación pluvial en mm, en el distrito de Pocosol, San Carlos. 2016-2020



En este caso particular, la temperatura mínima ha sido favorables para la maduración en la región de Pocosol, alcanzando valores mínimos cercanos a los 18°C. Pero en la región de El Amparo es donde alcanza mayor nivel de temperatura, hasta 34°C. En ambas regiones la variación entre mínimas y máxima se encuentra cercana a los 9°C y 11°C.

La Zona Norte se ha categorizado como la región productora con mayores niveles de precipitación, llegando a superar los 3.000 mm anuales. Se estima que el cultivo requiere aproximadamente de 1.500 mm de lluvia, en los 9 meses de crecimiento y desarrollo, sin embargo posterior a esta etapa se debe restringir los niveles hídricos, para obtener una mayor concentración de sacarosa (MAG 1991; Chaves 2011).

De acuerdo con los valores de Coeficiente del Cultivo (Kc), valor que depende del estado fisiológico y morfológico del cultivo, es notorio que las necesidades hídricas aumentan conforme se desarrollan los tallos y requiere valores bajos en el tiempo de maduración. Antes de los 60 días el coeficiente Kc es de 0,3, entre los 60 y 120 días es de 0,5, entre 120 y 300 días de 0,7 y más de 300 días 0,25 (Santana 2018).

La principal dificultad para el manejo del cultivo en relación con la precipitación, es el hecho de que entre los meses de enero a mayo existen en el campo plantaciones en maduración y otras en germinación o macollamiento, etapas muy contrastantes con respecto al requerimiento hídrico. Para los ensayos de investigación, la cosecha se realiza en abril o mayo, esto aplica para todos los tratamientos y es después de esta fecha que inicia el proceso de rebrote y macollamiento.

De los cuatro años de estudio, el 2019 fue el de menor precipitación durante la zafra, permitiendo por lo tanto, alcanzar una mayor concentración de azúcar en los tallos, de enero a mayo se registró un total de 376 mm de lluvia en El Amparo y 319 mm en Pocosol, y fue en el mes de mayo; ya finalizando zafra, cuando se alcanzó la

mayor precipitación, 271 mm en El Amparo y 161 en Pocosol (Figura 4 y 5).

Para la época de maduración, los valores más altos de precipitación se registraron en el año 2018, en El Amparo, Los Chiles fue de 531 mm y en Pocosol, San Carlos fue de 683 mm (Figura 4 y 5).

Si se consideran 9 meses para crecimiento y desarrollo, entre los meses de mayo (inicio de la época lluviosa) hasta enero del próximo año, los niveles de lluvia fueron superiores a 2.000 mm en este periodo, siendo Pocosol de San Carlos la localidad con mayor nivel en el 2017, registrándose 2.730 mm en los nueve meses (Figura 4 y 5).

Si se realiza un manejo adecuado de suelos, en cuanto a descompactación, y manejo de drenaje, que favorezcan las características físicas de este; los niveles de precipitación mencionados vienen a beneficiar el desarrollo vegetativo de las plantaciones de caña en estas localidades.

Evaluación de los resultados

La razón por el cual se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de fase VI de la Zona Norte, se debe a que la información productiva puede ser analizada de manera conjunta, convirtiéndose en un referente de los efectos generados por la constante interacción de factores que condicionan la producción en la región.

También puede ser analizada de manera individual cada variedad y así obtener información más precisa de la interacción genotipo ambiente.



Resultados agroindustriales

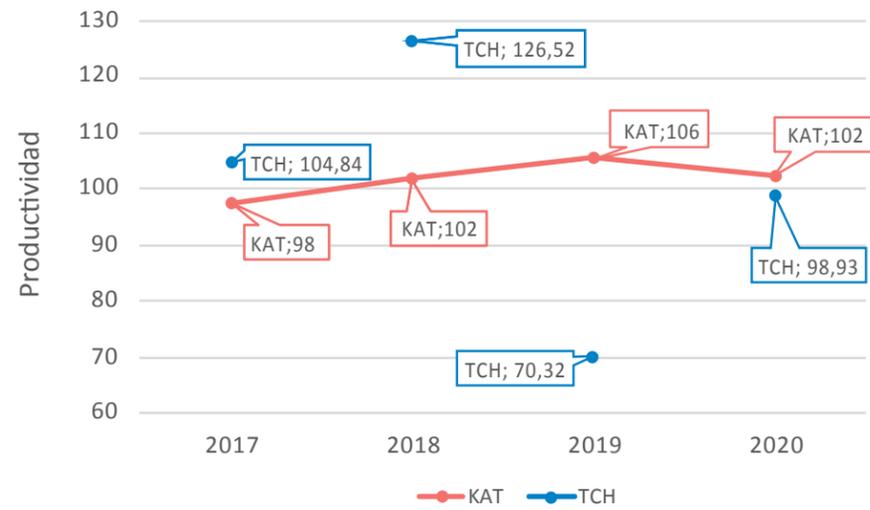


Figura 6.

Variación media en los rendimientos expresados en kilogramos de azúcar por tonelada y toneladas de caña por hectárea, 2017-2020, finca Arcoiris

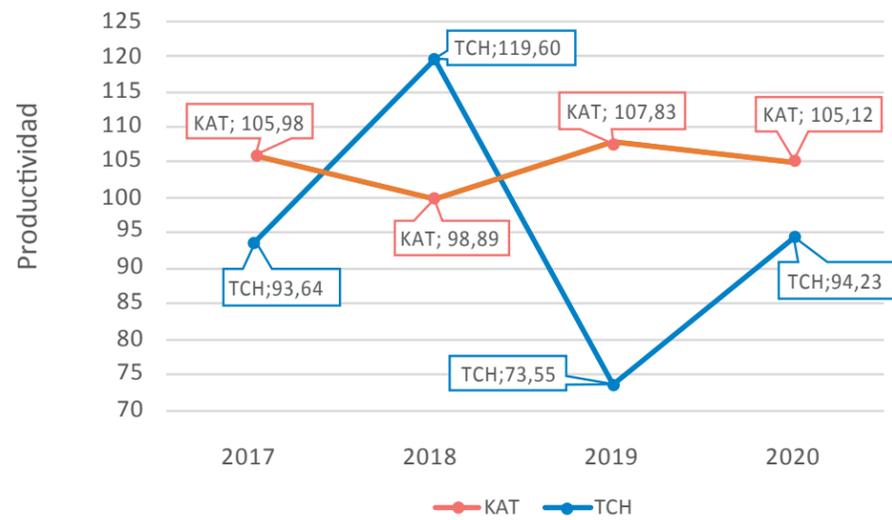


Figura 7.

Variación media en los rendimientos expresados en kilogramos de azúcar por tonelada y toneladas de caña por hectárea, 2017-2020, finca La Pechuga

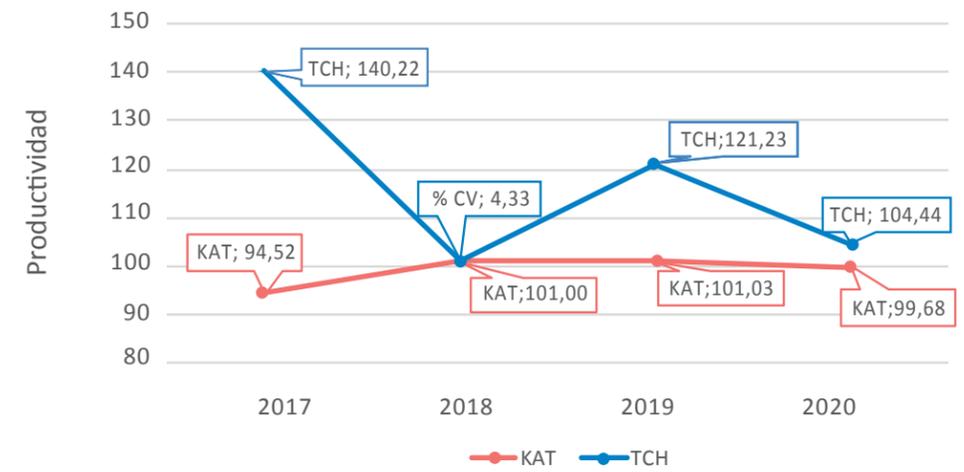


Figura 8.

Variación media en los rendimientos expresados en kilogramos de azúcar por tonelada y toneladas de caña por hectárea, 2017-2020, finca El Ferry



En las Figuras 6, 7 y 8 se presenta el comportamiento global o en conjunto de las variedades en la Zona Norte, mostrando la productividad agrícola e industrial durante 4 cosechas.

En referencia al ensayo establecido en Arcoiris, se aprecia una variación importante entre los promedios del año 2018 y 2019, tanto en rendimiento industrial como agrícola, siendo aún más considerable el efecto en rendimiento agrícola (toneladas de caña por hectárea TCH), también es importante destacar que el 2018, año de mayor rendimiento agrícola, es el año de más bajo rendimiento industrial y en el 2019 el efecto es inverso, lo cual podría atribuirse al clima y más específicamente a la precipitación pluvial registrada en estos dos años (Figura 6).

En finca La Pechuga se observa un comportamiento muy similar con respecto a la variable TCH (toneladas de caña por hectárea), sin embargo los niveles de concentración de azúcar si mantuvieron un comportamiento normal, con una muy ligera disminución en el cuarto año (Figura 7).

Las variedades en finca El Ferry han mostrado una tendencia muy distinta a los dos ensayos ubicados en Los Chiles, con un comportamiento inverso en las toneladas de caña por hectárea, además la variable industrial (kg azúcar/t) se mantuvo muy constante en las últimas tres cosechas (Figura 8).

Según el comportamiento de la precipitación en los cuatro años de estudio, entre los meses de mayo a enero se alcanzaron valores superiores a los 2.000 mm todos los años y para ambas zonas, San Carlos y Los Chiles, el valor se encuentra por encima de los 1.500 mm; siendo este el requerimiento teóricamente sugerido (Figura 4 y 5).

En general, la Zona Norte cuenta con altos valores de precipitación en la etapa de crecimiento vegetativo, de manera que las variaciones en los distintos años no fueron suficientes para asegurar que las variabilidades en el rendimiento agrícola se deban estrictamente a la precipitación, sin embargo es posible hacer algunas correlaciones.

El año 2017 (primera cosecha) fue una de las más altas en el rendimiento agrícola para el ensayo ubicado en finca El Ferry, mostrando mejores resultados que los ensayos ubicados en Los Chiles y se puede constatar que desde el momento de siembra (mediados de junio del 2016) y durante el desarrollo vegetativa las lluvias son más uniformes para finca El Ferry (Figura 5 y 8). Además, en Los Chiles la época de siembra contó con un mayor nivel de precipitación, valor mensual de 535 mm, y debe recordarse que también un exceso de humedad puede afectar de diversas formas la germinación y desarrollo (Figura 4, 6 y 7).

En lo referente al rendimiento industrial, el 2017 fue el año con el promedio más bajo para los ensayos de finca Fabaso (Los Chiles) y El Ferry (San Carlos), una razón es que los ensayos se establecieron a mediados de junio del 2016 y la cosecha se realizó a inicios de mayo (10.5 meses), por lo cual muchas variedades de maduración tardía no mostraron su potencial productivo (Figura 7 y 8).

De forma general, la Zona Norte no muestra un periodo seco definido para la maduración óptima de la caña. En los cuatro años de estudio, el ensayo de finca La Pechuga fue el único en mostrar un nivel de concordancia con respecto a la concentración de azúcar y el aumento o disminución promedio de las lluvias entre los meses más secos (febrero a abril), siendo el 2017 el de menor concentración de azúcar y mayor precipitación y el 2019 el año con mayor concentración y menor precipitación (Figura 4 y 7).

Con respecto a la temperatura para el periodo vegetativo, la zona de Los Chiles es la que cuenta con mayores niveles, favoreciendo principalmente la germinación y macollamiento, sin embargo en la etapa de elongación suele ser la región de Cutris la que cuenta con valores dentro del rango óptimo, dicho comportamiento suele ser muy constante en el tiempo (Figura 2 y 3). De manera que no se aprecia un efecto que favorezca notoriamente a una región u otra (Figura 6, 7 y 8).

En lo referente a la concentración de azúcares, los valores óptimos para el cultivo se encuentran en San Carlos donde se ubica el ensayo de finca El Ferry, con valores mínimos cercanos a los 18°C, en los ensayos de Los Chiles la temperatura mínima es superior, sin embargo la variaciones entre máximas y mínimas suele de 10°C o poco más para ambas regiones (Figura 2 y 3). Aun cuando los valores óptimos se ajustan mejor al ensayo de San Carlos, no se aprecia un efecto importante que pudiese estar marcado por diferencias de temperatura (Figura 6, 7 y 8).

Debe también enfatizarse en el hecho de que las variaciones productivas no son dadas por un factor, sino que convergen una gran cantidad de variables difíciles de precisar. Dentro de los factores ambientales más influyentes también se encuentra la radiación solar, la cual no está siendo analizada dentro del artículo, pero se sabe que los valores impactan notoriamente en la capacidad fotosintética del cultivo, consecuentemente en la producción y acumulación de azúcares.

Cuadro 7.

Resultados agroindustriales de 19 variedades de caña de azúcar en fase VI, promedio de cuatro cosechas, Finca El Ferry, Ingenio Cutris, San Carlos 2017-2020

Variedad	% Brix		% Pureza		% Fibra		Kg azúcar/t		t caña/ha		t azúcar/ha		PRT	Real. Sac.
LAICA 04-809	20,14	ns	88,2	abc	13,54	bc	95,02	abc	156,25	a	14,81	ns	118,20	10,55
LAICA 08-390	21,39	ns	89,74	ab	12,7	c	106,32	ab	135,15	ab	14,48	ns	115,56	9,33
LAICA 12-340	21,33	ns	90,6	a	14,95	ab	102,27	abc	139,62	ab	14,25	ns	113,73	9,80
LAICA 07-26	21,16	ns	86,27	bc	13,59	bc	96,45	abc	135,17	ab	13,03	ns	103,99	10,37
B 77-95	21,53	ns	89,82	ab	13,43	bc	104,69	abc	119,95	ab	12,53	ns	100,00	9,57
RB 98-710	20,78	ns	85,16	c	13,38	bc	93,13	bc	133,42	ab	12,38	ns	98,80	10,78
LAICA 07-09	20,86	ns	89,33	ab	13,76	bc	101,15	abc	118,97	ab	12	ns	95,77	9,91
LAICA 10-664	20,93	ns	87,49	abc	14,59	ab	93,76	abc	127,44	ab	11,94	ns	95,29	10,67
LAICA 10-804	22,13	ns	89,86	ab	13,84	bc	107,91	a	110,11	ab	11,92	ns	95,13	9,24
LAICA 08-22	20,67	ns	86,3	bc	14	bc	93,85	abc	127,15	ab	11,76	ns	93,85	10,81
LAICA 12-339	20,83	ns	90,18	a	13,42	bc	101,23	abc	115,57	ab	11,68	ns	93,22	9,89
PR 80-2038	21,23	ns	89,11	ab	13,94	bc	100,14	abc	115,88	ab	11,59	ns	92,50	10,00
LAICA 12-344	21,05	ns	88,62	abc	14,03	abc	98,69	abc	117,79	ab	11,57	ns	92,34	10,18
SP 81-3250	21,03	ns	88,99	abc	14,06	abc	98,87	abc	117,77	ab	11,56	ns	92,26	10,19
LAICA 04-825	20,65	ns	88,61	abc	13,84	bc	96,89	abc	116,65	ab	11,2	ns	89,39	10,42
LAICA 12-341	21,45	ns	89,85	ab	15,78	a	98,55	abc	113,71	ab	11,15	ns	88,99	10,20
NA 85-1602	21,34	ns	89,24	ab	13,96	bc	101,9	abc	108,04	ab	11,04	ns	88,11	9,79
LAICA 05-805	20,26	ns	87,03	abc	14,45	abc	91,14	c	115,88	ab	10,5	ns	83,80	11,04
MEX 79-431	21,74	ns	88,7	abc	14,74	ab	100,19	abc	103,1	b	10,34	ns	82,52	9,97
Promedio	21,08		88,58		14,00		99,06		122,51		12,09			
% CV	4,17		1,64		4,85		5,62		15,64		15,05			

Cuadro 8.

Resultados agroindustriales de 18 variedades de caña de azúcar en fase VI, promedio de cuatro cosechas, Finca La Pechuga, Agrícola FABASO, El Amparo, Los Chiles, 2017-2020

Variedad	% Brix		% Pureza		% Fibra		Kg azúcar/t		t caña/ha		t azúcar/ha		PRT	Real. Sac.
LAICA 12-340	23,04	ab	19,14	a	14,69	abcd	110,05	abcd	119,78	ns	13,12	ns	130,55	9,13
LAICA 10-207	23,54	a	90,85	ab	14,86	abcd	112,97	a	101,78	ns	11,44	ns	113,83	8,90
B 89-138	19,96	b	83,08	d	13,71	d	86,15	ef	131,38	ns	11,34	ns	112,84	11,59
LAICA 07-26	22,77	ab	87,84	abcd	14,58	abcd	102,50	abcde	106,67	ns	10,86	ns	108,06	9,82
LAICA 00-301	21,82	ab	84,55	cd	15,39	abc	89,40	ef	118,50	ns	10,67	ns	106,17	11,11
LAICA 07-09	22,44	ab	90,77	ab	14,48	abcd	110,10	abc	95,39	ns	10,47	ns	104,18	9,11
RB 98-710	22,59	ab	86,43	abcd	15,47	ab	98,16	cdef	106,24	ns	10,38	ns	103,28	10,24
LAICA 04-825	21,99	ab	89,38	abc	14,53	abcd	102,89	abcd	100,92	ns	10,19	ns	101,39	9,90
B 77-95	22,75	ab	87,36	abcd	14,12	bcd	104,48	abcd	96,18	ns	10,05	ns	100,00	9,57
PR 80-2038	21,87	ab	88,88	abc	14,98	abcd	100,53	abcde	98,15	ns	9,88	ns	98,31	9,93
LAICA 10-804	23,66	a	90,25	ab	14,80	abcd	111,58	ab	87,78	ns	9,81	ns	97,61	8,95
LAICA 12-341	21,85	ab	89,11	abc	15,77	a	98,63	bcdef	99,44	ns	9,80	ns	97,51	10,15
LAICA 08-808	22,04	ab	85,76	bcd	14,90	abcd	97,76	cdef	99,50	ns	9,70	ns	96,52	10,26
SP 81-3250	21,70	ab	87,60	abcd	15,27	abc	98,36	cdef	98,45	ns	9,66	ns	96,12	10,19
LAICA 12-339	22,44	ab	89,41	abc	14,60	abcd	103,66	abcd	90,88	ns	9,40	ns	93,53	9,67
RB 99-381	21,93	ab	88,65	abc	14,06	cd	105,28	abcd	87,79	ns	9,26	ns	92,14	9,48
LAICA 12-344	22,70	ab	89,42	abc	14,63	abcd	106,70	abcd	78,51	ns	8,35	ns	83,08	9,40
LAICA 05-805	21,82	ab	86,10	abcd	15,41	abc	94,48	def	85,48	ns	8,01	ns	79,70	10,67
Promedio	22,27		84,14		14,79		101,87		100,16		10,13			
% CV	5,63		2,32		3,56		5,00		25,01		24,41			

Cuadro 9.

Resultados agroindustriales de 16 variedades de caña de azúcar en fase VI, promedio de de tres cosechas, Finca Arcoiris, Ingenio Cutris, El Amparo, Los Chiles 2017-2020

Variedad	% Brix		% Pureza		% Fibra		Kg azúcar/t		t caña/ha		t azúcar/ha		PRT	Real. Sac.
LAICA 12-340	23,09	ns	90,93	a	15,55	ns	108,11	abc	108,06	ns	11,65	ns	113,88	9,28
LAICA 07-26	22,53	ns	88,27	abc	14,05	ns	104,66	abcde	104,77	ns	10,79	ns	105,47	9,71
LAICA 10-207	23,72	ns	91,1	a	14,52	ns	113,42	a	93,27	ns	10,55	ns	103,13	8,84
B 77-95	23,01	ns	88,82	abc	14,22	ns	107,89	abc	94,81	ns	10,23	ns	100,00	9,27
LAICA 08-808	22,47	ns	88,53	abc	14,06	ns	104,1	abcde	98,42	ns	10,22	ns	99,90	9,63
PR 80-2038	21,97	ns	88,2	abc	14,77	ns	101,05	abcde	101,01	ns	10,14	ns	99,12	9,96
LAICA 12-339	23,08	ns	90,18	ab	14,77	ns	108,77	abc	92,69	ns	10,03	ns	98,04	9,24
RB 98-710	22,56	ns	86,39	abc	14,37	ns	101,54	abcde	99,57	ns	9,96	ns	97,36	10,00
LAICA 12-344	23,36	ns	89,89	abc	14,4	ns	109,84	abc	87,7	ns	9,62	ns	94,04	9,12
LAICA 10-664	21,42	ns	85,15	c	14,16	ns	93,85	e	103,32	ns	9,59	ns	93,74	10,77
LAICA 08-22	21,31	ns	87,98	abc	14,9	ns	97,64	cde	96,51	ns	9,47	ns	92,57	10,19
LAICA 05-805	21,68	ns	85,69	bc	14,9	ns	95	de	98,89	ns	9,35	ns	91,40	10,58
LAICA 12-341	22,27	ns	89,06	abc	15,65	ns	99,77	bcde	93,58	ns	9,32	ns	91,10	10,04
LAICA 10-804	23,46	ns	90,14	ab	14,56	ns	110,91	ab	83,76	ns	9,31	ns	91,01	9,00
LAICA 04-825	22,76	ns	90,51	ab	14,56	ns	106,88	abcd	86,12	ns	9,18	ns	89,74	9,38
LAICA 07-09	22,39	ns	89,74	abc	15,33	ns	103,69	abcde	79,07	ns	8,24	n	80,55	9,60
Promedio	22,57		19,98		88,79		14,67		104,20		95,10			
% CV	4,53		5,46		2,13		5,74		4,8		23,21			

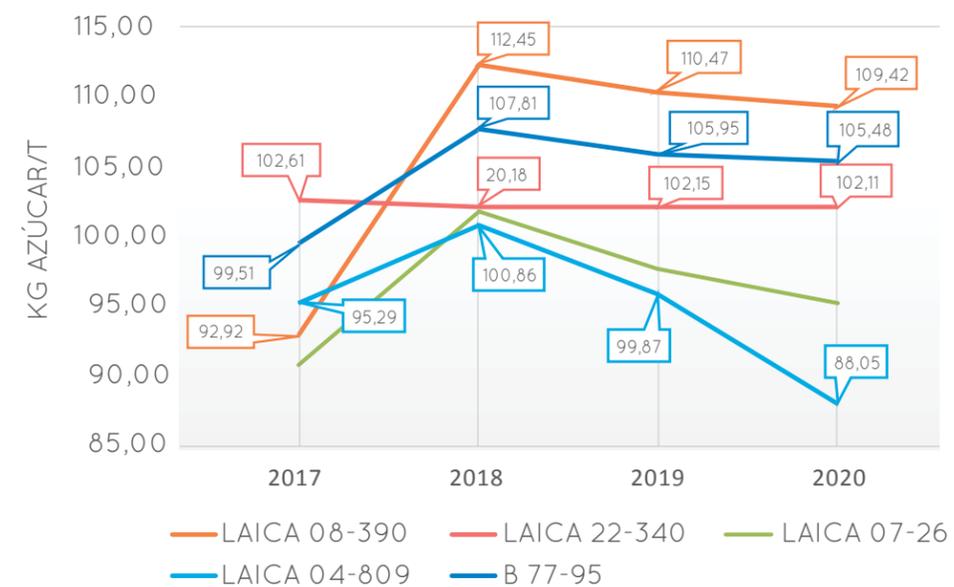


Figura 9.

Variación en el rendimiento industrial de los principales clones del ensayo fase VI, finca El Ferry, San Carlos

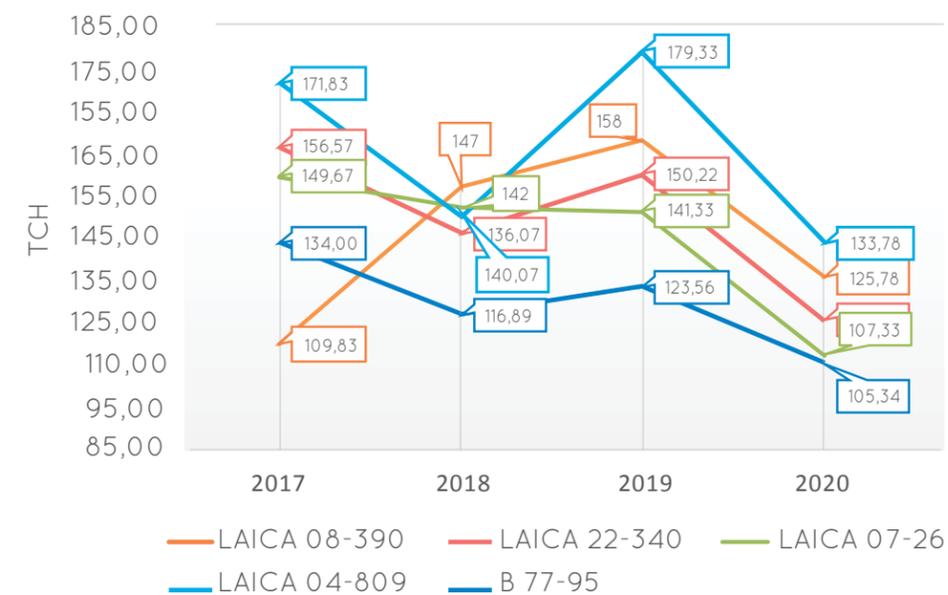


Figura 10.

Variación en el rendimiento agrícola de los principales clones del ensayo fase VI, finca El Ferry, San Carlos



Figura 11.

Variación en el rendimiento industrial de los principales clones del ensayo fase VI, finca Arco Iris, Los Chiles

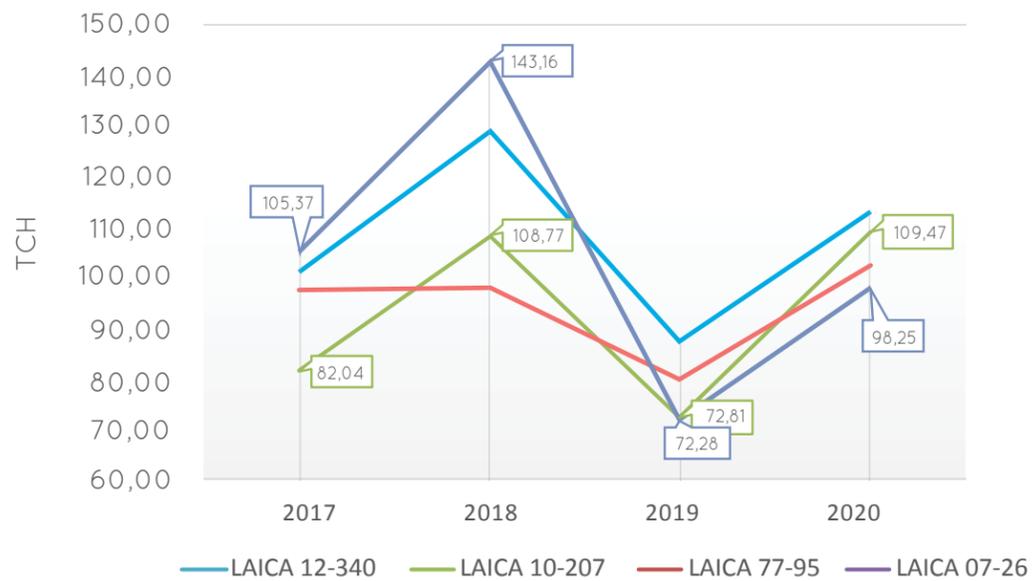


Figura 12.

Variación en el rendimiento agrícola de los principales clones del ensayo fase VI, finca Arcoiris, Los Chiles

En los Cuadros 7, 8 y 9 se muestra el comportamiento promedio de cada variedad en cuatro cosechas. A pesar de que no existen diferencias estadísticamente significativas en los rendimientos de una gran mayoría de variedades, se encuentra un grupo de materiales que destaca entre los más de 16 clones evaluados en la región.

Pudiendo así mencionar las variedades LAICA 12-340, LAICA 04-809, LAICA 08-390, LAICA 07-26, LAICA 10-207, B 89-138 y B 77-95, las cuales se encuentran entre las cuatro mejores variedades de cada ensayo desde el punto de vista productivo, en un término de cuatro años de estudio. Por lo tanto, es importante contrastar el comportamiento de estos materiales en cada evaluación.

En las Figuras 9, 10, 11 y 12 se muestra la variación de los rendimientos en el tiempo (2017-2020) para las variedades más destacables en fase VI, un ensayo corresponde a la región de San Carlos (finca El Ferry) y otro en la región de Los Chiles (finca Arcoiris). Lo cual permite generar una comprensión más clara sobre el comportamiento que tuvieron las variedades más destacables, aún en medio de las variaciones generadas por factores externos, tal como se discutió con anterioridad.

La variedad B 77-95 es un testigo muy competente, y fue superada en toneladas de azúcar por hectárea por cuatro variedades en finca El Ferry ,LAICA 04-809, LAICA 08-390, LAICA 12-340 y LAICA 07-26 y tres en finca Arcoiris ,LAICA 12-340, LAICA 10-207 y LAICA 07-26, en finca La Pechuga fue donde se encontró una mayor diferencia productiva, siendo inferior a ocho variedades, sobresaliendo siempre LAICA 12-340, LAICA 10-207 y LAICA 07-26.

Como fue común en el promedio, el 2017 fue el año con mejor rendimiento industrial en los Chiles y el más bajo en San Carlos.

Posterior a este año destaca en la variedad B 77-95 un comportamiento productivo muy regular. De igual manera el rendimiento agrícola muestra un importante nivel de consistencia, con variaciones menos marcadas entre los años.

En una escala de mayor productividad, debe reconocerse el excelente comportamiento de la variedad LAICA 12-340, ocupando la tercera posición en finca El Ferry (San Carlos) con 14.25 TAH y la primera tanto en finca Arcoiris con 13.12 TAH, como en La Pechuga con 11.65 TAH (ambas fincas en Los Chiles), lo anterior representa un aumento de al menos el 13% en productividad con respecto al mejor testigo B 77-95, siendo a su vez una variedad que destaca en cada ensayo tanto por el rendimiento industrial (Kg azúcar/t) como agrícola (t caña/ha).

Esta variedad es quizá la más consistente de todas, debido a que en los cuatro años de estudio el rendimiento industrial se mantuvo, aún a pesar de las variaciones típicas de cada periodo. El rendimiento agrícola si mantuvo la tendencia común entre las variedades, pero sin dejar de posicionarse entre las más productivas.

La variedad LAICA 04-809 es de los materiales que no pudieron ser incorporados en los tres ensayos y se ubica exclusivamente en finca El Ferry, obteniendo el primer lugar en rendimientos con 14,81 TAH, lo cual representa un aumento en productividad del 18% con respecto al testigo. Es importante considerar que la variedad cuenta con un índice de relación sacarosa de 10,55 el cual es bastante alto, esto se debe a su capacidad de concentración de sacarosa 95,02 kg de azúcar/t en relación al rendimiento agrícola 156,25 t caña/ha.

Respecto al rendimiento industrial mostró un comportamiento bastante crítico, debido

a que en la tercera y cuarta cosecha tuvo en descenso bastante significativo en comparación a otras variedades. El rendimiento agrícola manifestó mucha variación en los periodos, sin embargo no dejó de mantenerse entre las más productivas, con un nivel excepcional en la tercera cosecha.

LAICA 08-390 es también una de las variedades que se encuentra únicamente en el ensayo de Finca el Ferry. Destaca por su buena capacidad de concentración de azúcar 106,32 kg azúcar/t y tonelaje de la caña 135,15 t caña/ha, mostrando un aumento del 15% en productividad en comparación a B 77-95.

Esta variedad pasó de ser una de las menos productivas en el primer año, a ser la variedad con mayor concentración de azúcar en las restantes tres cosechas. El rendimiento agrícola también fue bajo en el primer año pero en los años siguientes pasó a ser una de las variedades más productivas superada solo por LAICA 04-809. Existe una razón particular por la cual dicha variedad mostró esa variación tan importante entre el primer año y los demás, ya que en el primer año la semilla disponible no era suficiente y se encontraba en desproporción con las demás variedades.

Con respecto al rendimiento agrícola, también debe señalarse el hecho de que esta variedad tuvo un comportamiento superior y contrario al típico en la mayoría de variedades del ensayo, principalmente en el 2018, cuando el promedio registró un descenso productivo, LAICA 08-390 llegó a ser la de mayor tonelaje.

LAICA 07-26 ha alcanzado altos niveles productivos que han logrado destacar en los tres ensayos establecidos en la zona. En finca El Ferry, los resultados son muy similares al

testigo, 13,03 TAH la variedad LAICA 07-26 y 12,53 TAH la variedad B 77-95. De modo similar ocurre en finca La Pechuga con un aumento del 8% en productividad y un 5% en finca Arcoíris.

La variedad no es destacable desde el punto de vista agronómico, aunque presento buenos indicadores de productividad. Mostró bastante inconsistencia principalmente en Los Chiles (finca Arcoíris); comúnmente en los periodos con mejor concentración de azúcar mostró un descenso mayor en el rendimiento agrícola, esto comparado con otras variedades importantes.

LAICA 10-207 establecida en los Chiles, es la variedad más azucarera con 112,97 kg azúcar/t en finca La Pechuga y 113,42 kg azúcar/t en Arcoíris. Una característica importante de considerar a nivel productivo es que cuenta con el menor índice de relación sacarosa entre todas las variedades evaluadas, por lo tanto es la que requiere menos toneladas de caña para extraer una tonelada de azúcar.

Es una variedad con un rendimiento agrícola muy cercano al testigo B 77-95, sin embargo se ha caracterizado por el más alto rendimiento industrial, posición que mantuvo durante los cuatro años de estudio en los Chiles, finca Arcoíris.

La B 89-138 establecida en finca La Pechuga, mostro un rendimiento de 11,34 TAH , siendo una de las más productivas, sin embargo, debe considerarse el hecho de que ese valor fue alcanzado por tener el mayor rendimiento agrícola con 131,38 TCH, pero el rendimiento industrial fue el más bajo de todos con 86,15 kg azúcar/t. Es un aspecto en su contra que debe ser considerado.

Comportamiento agronómico

Cuadro 10.

Características agronómicas de las principales variedades, finca La Pechuga, Los Chiles

Variedad	Característica
LAICA 07-26	Cuenta con 12 tallos/m ² , la floración ha sido de 33% máximo en el 2017, el corcho se mantiene bajo en el tercio superior, la concentración de azúcar es media; 102,50 Kg azúcar/ha. Por ser hija de una variedad hawaina, tiene crecimiento, muy abierto y tende al volcamiento, además de mostrar tallos muy delgados.
LAICA 10-207	Tiene en promedio 12 tallos/m ² , la mayor floración fue en el 2018 con un 10,7%, el corcho es medio en el tercio superior, erecta con despaje regular a bueno. Cuenta con una excelente concentración de azúcar; 112,97 Kg azúcar/ha.
LAICA 12-340	Presenta cerca de 13 tallos/m ² , en el 2018 alcanzó un 30% de floración, el corcho es bajo en el tercio superior, porte erecto y buen despaje. Adicionalmente es una variedad con tallos de excelente tonelaje 119,78 TCH, y una muy buena concentración de azúcar; 110,05 Kg azúcar/ha.



Cuadro 11.

Características agronómicas de las principales variedades, finca Arcoíris, Los Chiles

Variedad	Característica
LAICA 07-26	Tiene un promedio de 16 tallos/ m ² , el mayor porcentaje de floración lo presentó en el 2018; un 29%. Mantuvo un porte semi-acamado en los tres primeros años con un mayor acame en el cuarto año, corcho medio en el tercio superior, estresada, con lalas y mayor susceptibilidad a enfermedades, tallos delgados con un grosor promedio menor a 2.5cm . Buen balance entre concentración de azúcar y toneladas de caña, obteniendo 10,84 TAH.
B 77-95	En promedio cuenta con 14 tallos/m ² , 13% de floración, corcho medio en el tercio superior, porte erecto, buen despaje, tallos uniformes con un grosor de 2.7 cm. Además de contar con excelentes características agronomicas, es un variedad con gran potencial productivo y azucararo 11,09 TAH.
LAICA 12-340	Cuenta con 15 tallos/m ² en promedio, expresó menos de un 5% de floración, sin corcho, porte erecto y despaje regular. En comparación a finca La Pechuga la floración fue menos significativa, continúa expresandose como la variedad con mejor relación entre el tonelaje de caña y concentración de azúcar, obteniendo 12,32 TAH.
LAICA 10-207	Cuenta con 13 tallos/m ² , solo mostró un 10% de floración en el ultimo año, sin corcho erecta, con un despaje de regular a bueno, es una de las variedades con menor tamaño 2,1m, debido a esto en algunas cosechas se ha visto afectado el rendimiento agrícola, sin embargo ha mostrado un gran portencial azucarero con 113,42 Kg Azúcar/ ton.

Cuadro 12.

Características agronómicas de las principales variedades, finca El Ferry, San Carlos

Variedad	Característica
LAICA 12-340	Cuenta con 15 tallos/m ² , en el 2018 la floración fue de un 2%, de porte erecto, excelente altura 2,9 m, buen despaje y corcho bajo en el tercio superior, buen nivel de sanidad. Excelente concentración de azúcar con tonelaje, para una producción de 14,25 TAH. Comportamiento característico en todos los ensayos.
LAICA 04-809	En promedio cuenta con 10 tallos/m ² , en el 2018 expresó un 38% de floración, con corcho medio en todo el tallo, acamada con excepción del cuarto año donde se mantuvo semi-erecta, se nuestra vulnerable a la roya café. Solo se encuentra en este ensayo para la zona norte. Es la variedad con el mejor rendimiento promedio 15,85 TAH.
LAICA 08-390	Cuenta con 14 tallos/m ² en promedio, sin floración ni corcho, ha mostrado comportamiento erecto o semi-acamado, con despaje regular, excelente desarrollo. Muy buena concentración de azúcar y tonelaje, para una producción estimada de 14,48 TAH. La variedad solo fue introducida en este ensayo para la zona norte.
LAICA 07-26	En promedio cuenta con 11 tallos/m ² , para el 2018 la floración fue de un 47% con corcho alto en el tercio superior, acamada, los tallos no cuentan con un diametro uniforme, fomración de lalas. Mantiene un buen nivel productivo 13,03 TAH. La variedad se encuentra en todos los ensayos de la zona norte.
B 77-95	Cuenta con 12 tallos/m ² , mantuvo una floración inferior al 20%, el corcho puede ser de bajo a medio en todo el tallo, la variedad es muy erecta con buen despaje. Sobresale también por su rendimiento agrícola promedio de 119,95 TCH, sin dejar de contar con una muy buena capacidad azucarera 104,69 kg azúcar/t.

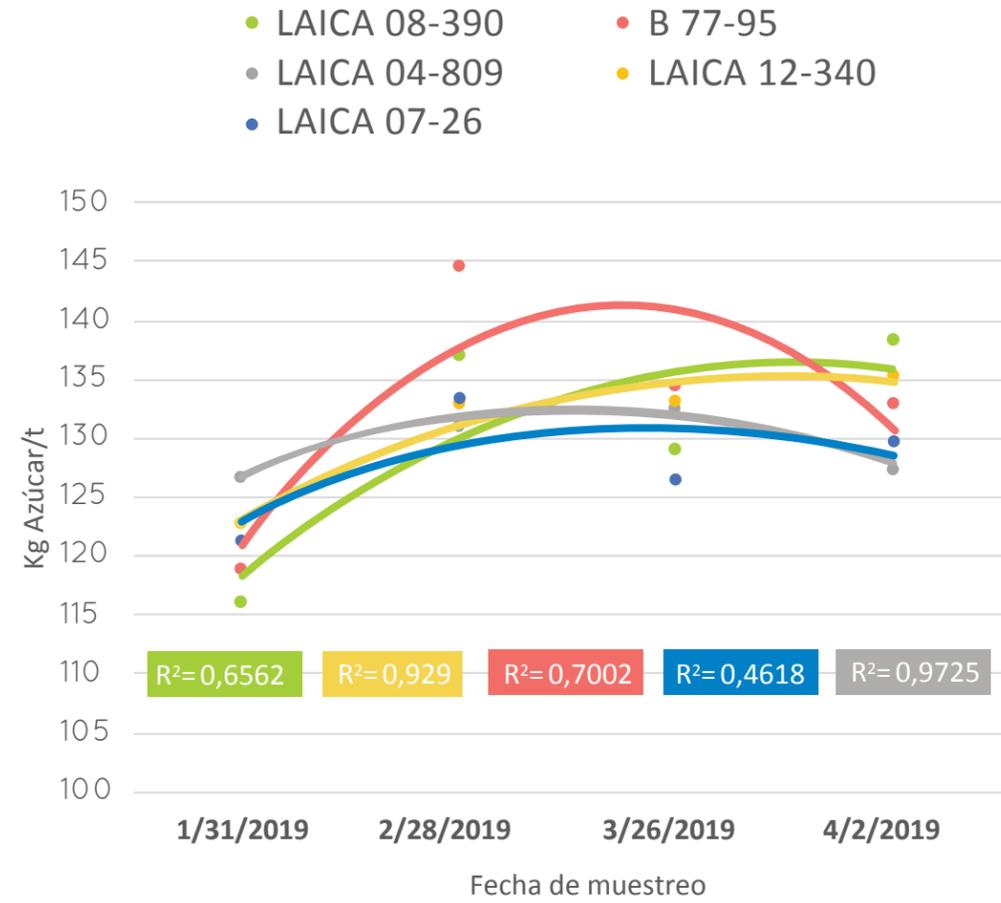


Figura 13.

Curva de madurez de las principales variedades en el ensayo de fase VI, finca El Ferry, San Carlos, 2019

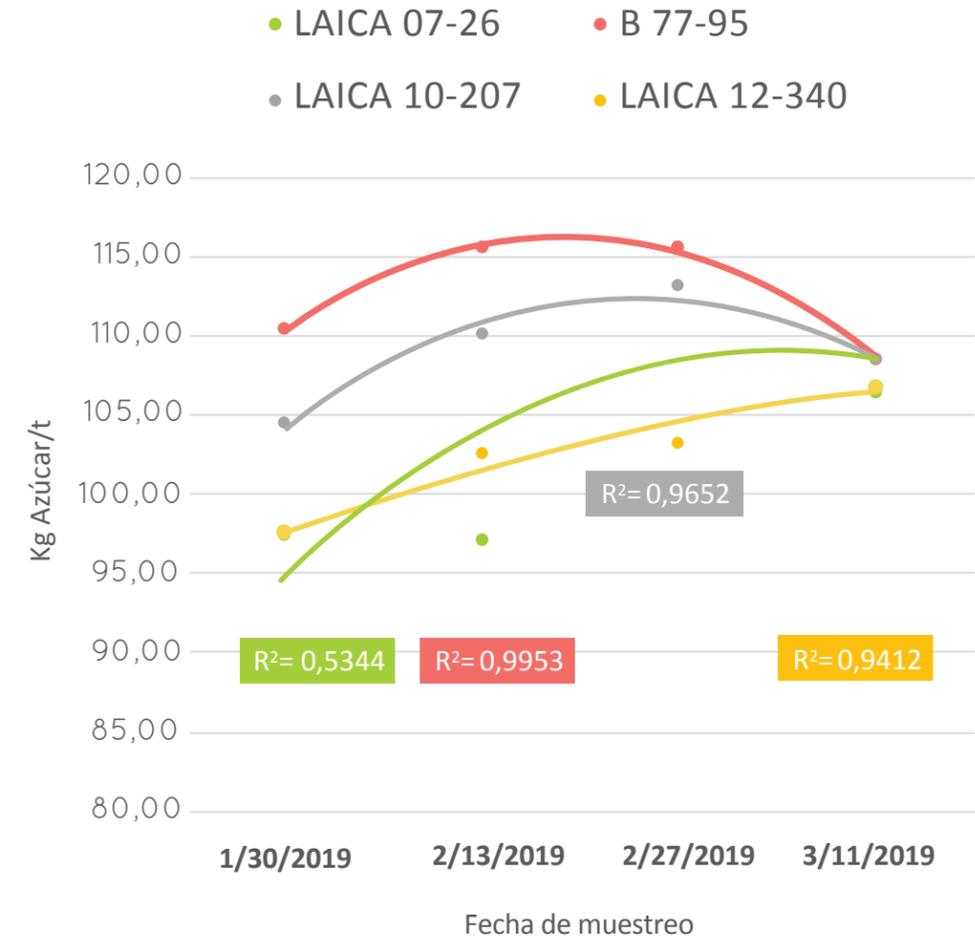


Figura 14.

Curva de madurez de las principales variedades en el ensayo de fase VI, finca Arcoiris, Los Chiles, 2019



Si adicionalmente se consideran las variables relacionados con madurez y características agronómicas, es posible ampliar los criterios sobre las variedades que han alcanzado una mayor adaptación a las condiciones típicas de la Zona Norte (Cuadro 10, 11 y 12, Figura 13 y 14).

En los cuatro años de estudio se demostró que la variedad **LAICA 10-207** mantiene altos niveles de concentración de azúcar aun en medio de las variaciones típicas generadas por factores externos entre un periodo y otro. Es una variedad que muestra excelentes resultados de maduración desde el inicio de zafra, por eso es importante enmarcar esta virtud y utilizar también para su cosecha en los primeros meses

LAICA 12-340 se encuentra en todos los ensayos y en cada uno ha sido una variedad sobresaliente tanto por la consistencia de sus rendimientos, comportamiento agronómico como sanidad vegetal. Por lo tanto es una varie-

dad que se adapta muy bien a la zona, y se aconseja su cosecha para el segundo y último tercio de zafra.

LAICA 04-809 solo se encuentra en uno de los ensayos, a pesar de ser la variedad más productiva destacando por un rendimiento agrícola sobresaliente, aun cuando los resultados en los ensayos no son del todo suficiente para tomar una decisión sobre ella, según las experiencias que se han ido generando en campo, es un material que bien manejado, compite y supera a las variedades comerciales vigentes.

LAICA 08-390 solo se encuentra en el ensayo de finca el ferry, sin embargo ha sido una de las variedades con mejor comportamiento: erecta, sin floración ni corcho, buen nivel de sanidad, excelente macollamiento, desarrollo y rendimiento industrial. La mayor concentración de azúcar se encuentra en el último tercio de zafra.

Conclusiones y recomendaciones

El mejoramiento genético y la selección de variedades adaptables a la Región Norte, requiere de un análisis de factores y elementos diversos, que van desde lo productivo, tipos de suelo, clima, manejo del cultivo y diversos aspectos sociales.

Los datos de precipitación, temperatura y sus variaciones anuales, impactan de sobremanera los rendimientos en el cultivo de la caña, en la región de San Carlos y Los Chiles. La inexistencia de una época seca bien definida en tiempo de zafra y la presencia de temperaturas mínimas de 22 y mas grados centígrados, no contribuyen para tal fin

Los suelos de tipo Ultisol son muy frecuentes en la Zona Norte, requieren un manejo exigentes y para poder adaptar variedades de un alto nivel productivo, es importante el aumento en los niveles nutricionales, principalmente el fosforo.

La variedad LAICA 12-340 mostró un alto nivel de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómico presentes en el Ingenio Cutris y Agrícola Fabaso tanto en la región de San Carlos como en Los Chiles, de manera que se recomienda su reproducción.

La variedad LAICA 08-390, al igual que LAICA 12-340, mostró un alto nivel de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómico provisto por el Ingenio Cutris en la región de San Carlos y Los Chiles.

La variedad LAICA 10-207 mostró un muy buen nivel de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de toda la región, por lo cual es un material de gran potencial de uso, siendo la típica variedad de maduración temprana, con alto interés industrial.

REFERENCIAS

- Alfaro Castellanos, MC. 2012. *Administración de personal (en línea)*. Tlalnepantla, C.P. 54080, Estado de México. 179 p. Consultado 13 set. 2019. Disponible en http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Administracion_de_personal.pdf
- Andrade Pérez, A; Navarrete, F. 2004. *Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión del recurso hídrico*. Colonia Lomas de Virreyes 11000, México D.F., México. 110 p. Consultado 1 set. 2019. Disponible en <http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-11/semana1/andrade01.pdf>
- Bonsucro. 2015. *Estándar de producción Bonsucro (en línea)*. The Wenlock, 50-52 Wharf Road, Londres, N1 7EU, Reino Unido. Consultado 21 oct. 2019. Disponible en https://www.bonsucro.com/wp-content/uploads/2017/01/ES_BonsucroStandard_v4.1.1_all.pdf
- Chaves Solera, M. 2011. *Impacto de las lluvias y las inundaciones sobre la caña de azúcar en Costa Rica (en línea)*. LAICA-DIECA, San José, Costa Rica. Consultado 24 abr. 2020. Disponible en <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/article/6181>
- CONADESUCA (Comité Nacional Para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar). 2015. *Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (Saccharum Oficinarum L.) Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México*. Consultado 08 ene 2020. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_T_cnica_Ca_a_de_Az_car.pdf
- Durán, J; Oviedo, M; Carvajal, P; Araya, A; Vargas, J; Quesada, C; Fonseca R. 2018. *Desarrollo de nuevas variedades de caña de azúcar en la región norte (en línea)*. In Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (7, 2018, Florencia, Costa Rica). Memoria. San José, Costa Rica, LAICA. Consultado el 1 oct. 2019. Disponible en <http://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/LiSpHszTDKwQGMWjpxYuUCBDvOPfFNUq>
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2010. *Producción Sostenible de Caña de Azúcar en México (en línea)*. Boletín Informativo Nueva Época 2010-11:15. Consultado 11 mar. 2020. Disponible en <https://docplayer.es/31307609-Fira-boletin-informativo-nueva-epoca-num-11-ano-produccion-sostenible-de-cana-de-azucar-en-mexico.html>
- Google Maps. 2019. *Localización espacial del distrito El Amparo (Los Chiles) y Cutris (San Carlos) (en línea)*. Consultado el 29 ago. 2019. Disponible en <https://drive.google.com/open?id=1HH9bvuhZSUibD&wOgBn-H0n2-WYadw2T&usp=sharing>
- Guillen Miranda, J. 2016. *Programa de trabajo municipal del cantón de Los Chiles Alajuela 2016-2020 (en línea)*. Los Chiles, Alajuela, Costa Rica. Consultado 30 set. 2019. Disponible en <http://www.muniloschiles.go.cr/images/normativalegal/Planes/PLANGOBIERNOALCALDE.pdf>
- Inzunza, J. 2006. *Meteorología descriptiva y aplicación en Chile: Temperatura (en línea, póster)*. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Consultado 08 ene. 2020. Disponible en http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica). 1991. *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica: Caña de azúcar (en línea)*. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, MAG, San José, Costa Rica. Consultado 08 ene. 2020. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658cana.pdf>
- Municipalidad de San Carlos. 2014. *Plan de desarrollo distrital, Cutris 2014-2021 (en línea)*. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Consultado 30 set. 2019. Disponible en <https://www.munisc.go.cr/Documentos/NuestraMunicipalidad/Plan%20desarrollo%20Distrital%20de%20Cutris.pdf>
- Santana Segura, RA. 2018. *Modernización de los sistemas de riego mediante introducción de tecnologías de conducción de aguas por tubería en lugar de canales abiertos en la finca Experimental Taboga UTN-Sede Guanacaste (en línea)*. Tesis Ing. Agr. Guanacaste, Costa Rica, UTN. Consultado 24 abr. 2020. Disponible en http://repositorio.utn.ac.cr/bitstream/handle/123456789/188/Proyecto_22_10_2018%20_Roberto%20Santana%20Segura.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tirado, R; Mendoza, J. 2018. *Interacción genotipo × ambiente en rendimiento de papa (solanum tuberosum L.) Con pulpa pigmentada en Cutervo, Perú*. Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences 34(3): 191-198
- Villegas, F. 2017. *Factores abióticos que afectan el contenido de la sacarosa (en línea)*. In Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial (1, 2017, Puntarenas, Costa Rica). Memoria. San José, Costa Rica, LAICA. Consultado 29 oct. 2019. Disponible en <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/article/35278>

ANEXOS

Anexo 1.

Entrevista a especialistas del Ingenio Cutris y Agrícola Fabaso, 2019

La presente entrevista forma parte de un documento en desarrollo, en el cual se analizan factores físicos ambientales que inciden en la producción e investigación de caña de azúcar, así como el factor humano. Este último, suele ser menos valorado en algunas investigaciones debido a su carácter cualitativo. Sin embargo, nos interesa enmarcar el esfuerzo que realiza el ingenio y productores en la zona, así como su impacto en el desarrollo del cultivo.

Información General

Nombre:

Empresa en la que labora:

Cargo que ocupa:

Expectativas

¿Existe potencial en la Región Norte para mejorar los rendimientos productivos actuales?

¿Cuentan con alguna proyección de crecimiento para los próximos años?Cuál es la expectativa?

¿Qué implicaciones económicas tiene para la organización alcanzar estas expectativas?

¿En que rubros deberán aumentar o priorizar la inversión?

¿El crecimiento productivo trae consigo otros beneficios para la región?

Limitantes

De los siguientes elementos cuáles considera usted limitantes para alcanzar las expectativas a mediano y largo plazo. Realice una valoración donde 5 es muy limitante, 0 no es limitante. Explique por qué

Equipo/Insumos Agrícolas:

Acceso Tecnológico:

Factores Ambientales:

Manejo de Personal:

Disponibilidad de Mano de Obra:

Inflación económica, cargas sociales, otros impuestos:

Algún otro:

Mejoramiento Genético

Considera usted que las labores desarrolladas por el programa de variedades DIECA, han sido necesarias e importantes para el sector productivo?

Del 1 al 5, con cuál nivel de importancia, valora usted el desarrollo de nuevas variedades para la región?

Considera usted que el desarrollo y evaluación de nuevos materiales genéticos, se encuentran en función al cumplimiento de las expectativas mencionadas al principio? Por qué

*“Muchas Gracias por el tiempo tomado en responder las preguntas y contribuir en el conocimiento y desarrollo del sector Azucarero. “El éxito es la suma de pequeños esfuerzos, repetidos día tras día”
(Robert Coll)*

Sabe a lo
que nunca
has probado!
Nuevas bebidas instantáneas



Bajo en calorías

Con extracto de
Stevia

Descubrí tu sabor