

Dinámica de cultivo comercial de las variedades de caña de azúcar en Costa Rica: *análisis histórico*.

Marco Chaves Solera¹

Ana Zita Bermúdez Loría²

Resumen

Se expone un detalle de la dinámica histórica seguida en Costa Rica en cuanto a la siembra comercial de variedades de caña de azúcar, para lo cual se utiliza la información de siete censos nacionales realizados en los últimos 26 años.

Se evidencia a partir de la información recabada la gran diversidad y variabilidad existente en el uso comercial de clones, producto de la gran dispersión del cultivo y heterogeneidad Edafo climática y de manejo agronómico propia de las seis zonas productoras; además de los exigentes gustos y preferencias del agricultor.

El resultado del estudio demuestra la gran labor de investigación, adaptación y selección realizada por los mejoradores genéticos costarricenses en épocas y circunstancias diferentes, que ha permitido disponer para uso comercial en los últimos 50 años, cerca de 150 variedades, tanto importadas como generadas en el país y reconocidas internacionalmente por la sigla LAICA, cuya siembra se viene sistemáticamente incrementando virtud de sus atributos particulares.

Históricamente la base productiva nacional se establece en 10 variedades que representan cerca del 70 por ciento del área sembrada, siendo los clones de las siglas CP, SP, NA, B, Q, H y Mex los que mejor adaptabilidad y productividad agroindustrial han mostrado.

Abstract

A detailed of the historical dynamic of the sugarcane commercial varieties planting in Costa Rica is exposed, for which information from seven national surveys conducted over the past 26 years were used.

Information obtained shows a great diversity and variability in the use of commercial clones, due to unlike agronomy management, the large dispersion of the production units, and the diverse soil and weather

¹ Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Gerente. *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA)*, Costa Rica. E-mail: mchavez@laica.co.cr. Teléfono (506) 2284-6066 / Fax (506) 2223-0839.

² Ingeniero Agrónomo. Funcionaria de SEPSA del *Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)*, Costa Rica. E-mail: anazitab@yahoo.com.mx.

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

conditions along the six different production zones, besides the demanding preferences and liking of the producers.

The results reveal the great work of adaptation research and selection by Costa Rican plant breeders throughout time and different circumstances that have allowed around 150 varieties, either imported or domestic, for commercial use in the last 50 years. Local varieties are internationally recognized by the acronym LAICA, and its planting has been increasing consistently due its particular attributes.

Historically, the domestic production base is set to 10 varieties representing just over 70 percent of the planted area. Clones with acronyms CP, SP, NA, B, Q, Mex and H shows the best adaptability and productivity.

Palabras clave: Caña de Azúcar, Variedades, Mejoramiento Genético, Costa Rica

Introducción

Una de las grandes preocupaciones de los productores de caña en el mundo es el poder disponer de manera permanente de variedades que satisfagan las exigencias agroindustriales de las zonas donde son cultivadas, lo que obliga a contar con clones cada vez mejores que superen a los que se encuentran en uso comercial en el momento.

La búsqueda y ansiada obtención de variedades de alta producción de azúcar, tiene sin embargo, varias implicaciones que no resultan fácil de superar, virtud de los diversos factores y elementos involucrados en el proceso de selección, entre los cuales están los vinculados con la adaptabilidad al clima, al suelo, el relieve, a la altura, el manejo tecnológico de la plantación según los diferentes grupos tipológicos que conforman una agroindustria estratificada como la costarricense, la resistencia a plagas y enfermedades; también las propiedades y atributos agronómicos particulares de la planta como son el ahijamiento, retoñamiento, porte, tolerancia a sequía y/o alta humedad, contenido de fibra, ciclo de maduración, floración, capacidad de despaje, facilidad a la cosecha, entre muchos otros. Debe incluirse obviamente los cambiantes gustos y preferencias personales del productor, lo cual es también determinante en aceptar o no el cultivo de una determinada variedad de caña. CHAVES (1995a) tipificó lo que a criterio de los usuarios debería ser el biotipo de la variedad ideal de caña, lo cual resulta casi utópico de alcanzar.

Toda esa diversidad de factores bióticos y abióticos conforma el entorno productivo sobre el cual el mejorador genético orienta su labor técnica, en procura de satisfacer los estrictos requerimientos exigidos por los demandantes del material vegetativo que se seleccione y libere para uso comercial.

En la búsqueda y selección de nuevas variedades de caña en el caso de Costa Rica, se han seguido dos rutas principales: 1) Vía Asexual: operada mediante la importación de clones reconocidos y, 2) Vía Sexual: ejecutada por cruzamiento de progenitores promisorios. El programa vía sexual inició

formalmente a partir de 1982 mediante la adquisición de semilla verdadera (*fuzz*) proveniente del Brasil y México. En 1998 se realizaron las primeras pruebas de hibridación en el país que culminaron con los cruzamientos dirigidos, lo que se fortaleció luego del año 2.000. Por ese motivo, puede asegurarse que el programa nacional de hibridación es nuevo, pues apenas cumple 12 años, aunque ya genera frutos importantes. Los clones costarricenses están registrados y son reconocidos internacionalmente por la sigla LAICA. Como donantes de genes DIECA cuenta con un Banco de Germoplasma donde se mantienen 1.062 materiales genéticos de diverso origen y características (ANGULO *et al*, 1999; CHAVES, 1995ef, 1998, 2006a; DURÁN y CHAVES, 1999).

La importancia socioeconómica de la agroindustria azucarera obliga y justifica plenamente la labor científica que en materia de mejoramiento genético y selección de variedades promisorias desarrolla el sector cañero-azucarero, lo cual en el caso particular de Costa Rica es liderado, centralizado y operado desde el año 1982 por el *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar* (DIECA), dependencia técnica y administrativa de la *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar* (LAICA), con el valioso y determinante apoyo de las demás instancias del sector. Con anterioridad dicha labor fue desarrollada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), todo lo cual generó importantes aportes, como lo refieren CHAVES (1995dg, 1996b, 1999bg, 2006b).

Con el objetivo de conocer la dinámica y evolución que la agroindustria azucarera costarricense ha mantenido en el tiempo en cuanto a la introducción, selección y cultivo comercial de variedades de caña, y con ello, destacar y exaltar el eficiente y fructífero trabajo de los mejoradores genéticos involucrados, se exponen los resultados de los últimos seis censos cañeros realizados en el país en materia varietal.

Materiales y métodos

La identificación de las variedades y el área (has) cultivada comercialmente en diferentes periodos, se fundamenta en la información proporcionada por los siete censos cañeros nacionales realizados en los años 1986, 1994, 1998, 2000, 2003, 2007 y 2010 y otra información histórica de alta confiabilidad recabada para ese fin (CHAVES, 1995b, 1997, 1999abce, 2010; BARBOZA *et al*, 1982).

Dichos censos, como se aprecia en el Cuadro 1, tuvieron una cobertura muy buena que siempre superó el 88% de representatividad respecto al área total sembrada con caña, a excepción del censo realizado en el año 1998 que fue del 74%. La cantidad de unidades productivas consultadas fue también muy significativa y representativa. La información expuesta va referida a las seis regiones que oficialmente y con fundamento en la legislación azucarera (Ley N° 7818, Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar del 22 de setiembre de 1998), conforman el sector azucarero costarricense.

Resultados y discusión

a) Entorno productivo

La agroindustria azucarera costarricense está conformada y estructurada, como se anota en el Cuadro 2, sobre la base de una gran diversidad, disparidad y heterogeneidad de condiciones en todos los sentidos: naturales, agrícolas, industriales, de participación social, organización y potencial productivo, que la tipifican de manera muy particular y hacen excepción respecto a otras agroindustrias.

Una valoración de las condiciones productivas revela una distribución de las plantaciones en un Piso Altitudinal amplio que va desde el nivel del mar hasta los 1.500 msnm, lo que implica el uso de variedades hawaianas (sigla H) con ciclos vegetativos de 18 a 24 meses en las zonas altas, siendo sin embargo el promedio nacional de 12 meses. Las plantaciones de caña ubicadas sobre los 1.000 msnm representan cerca del 5% del área total. Hay bien definidos y tipificados en el país tres Pisos Altitudinales: 1) menos de 400 msnm, 2) de 400 a 999 msnm y, 3) superior a 1.000 msnm, los cuales marcan diferencias significativas en cuanto a la adaptabilidad y potencial productivo del cultivo. El relieve va de plano a quebrado con pendientes de 0 hasta +35%, con seis ordenes de suelo dominantes y variables que van desde Ultisoles a Mollisoles pasando por Inceptisoles y Andisoles, que marcan grandes diferencias en fertilidad. La agricultura de ladera es importante y diferenciadora, como lo señalaran CHAVES y ALVARADO (1994). Las variaciones en clima son determinantes sobre el crecimiento de la planta y la concentración de sacarosa en los tallos, pues se encuentran zonas de muy alta precipitación (4.300 mm) y otras por el contrario secas (1.100 mm); donde las temperaturas máxima-mínima promedio fluctúan entre 35 y 13 °C, al igual que la luz (10,2 - 1,4 horas y décimos). Las diferencias se maximizan en consideración de ubicarse plantaciones en las Vertientes Pacífica y Atlántica.

b) Estructura productiva

Resulta destacable señalar virtud del significado social implícito, la participación de muchos pequeños agricultores cuyas entregas son menores a 500 toneladas, lo que representó en la zafra 2010-11 el 93,6% del total de entregadores independientes reportado, a partir de la cual se fabricó el 51,05% del azúcar de ese segmento. Cabe asimismo destacar que entre productores (8.029) e ingenios (13), la cantidad de materia prima procesada en esa zafra representó el 41,5% y 58,5% para cada sector, a partir de lo cual se fabricó el 41,3% y 58,6% del azúcar nacional, respectivamente, como lo indicaran BERMÚDEZ y CHAVES (2011). La presencia, existencia y apoyo del pequeño agricultor de caña constituye un asunto de interés público, como lo establece la legislación azucarera en su artículo N° 57.

Las significativas diferencias y variaciones presentes en el entorno productivo de la caña de azúcar en Costa Rica, se trasladan y evidencian irremediablemente en los rendimientos y eficiencia productiva expresados en términos agroindustriales, lo que también se manifiesta en los costos vinculados, la rentabilidad final y la capacidad competitiva de muchas localidades y unidades productivas.

El Cuadro 3 detalla por década, la evolución mantenida en términos productivos y de eficiencia agroindustrial, revelando como entre los años 1950 y 2011 (61 años), la caña procesada pasó de 234.000 a 3,82 millones de toneladas, el azúcar fabricada de 21.294 a 415.075 toneladas. Los rendimientos se han incrementado significativamente al elevarse en promedio en el caso agrícola de 35 t/ha en 1950 a 71 t/ha en el 2011. La concentración de sacarosa en los tallos pasó de 91 a 109 kg/t, con lo cual integralmente la producción de azúcar se incrementó de 3,18 t a 7,72 t/ha. Antes de 1960 el cultivo era de corte más artesanal que competitivo, lo que cambió radicalmente a partir de ese momento por el impulso internacional y apoyo interno que recibió la agroindustria. Ese importante mejoramiento productivo tiene su base de origen en el empleo de una mejor tecnología, tanto de campo como de fábrica, siendo incuestionablemente el empleo de más y mejores variedades uno de los factores determinantes y diferenciadores que permitieron alcanzar ese logro.

3) Variedades cultivadas

Las variedades de caña de azúcar utilizadas comercialmente en Costa Rica tienen su momento y circunstancia particular, razón por la cual se procederá seguidamente a realizar un análisis empleando diferentes criterios para lograr una mejor comprensión de la evolución acontecida.

3.1) Antecedentes históricos

La revisión de antecedentes históricos revela la presencia dominante de algunos clones por mucho tiempo, siendo omiso sin embargo el detalle técnico y tipificación de sus atributos y limitantes, razón por la cual la información más rescatable data luego del año 1930. El Cuadro 4 informa sobre los clones que de acuerdo con información de la época, mayor presencia tuvieron en los campos de caña costarricenses, sobresaliendo los procedentes de Java, Australia, Barbados, La India, Hawái, Puerto Rico y Sudáfrica, entre otros. Fue sobresaliente al igual que aconteció en muchos países, el cultivo de las bien ponderadas variedades POJ36, POJ2714, POJ2725, POJ2878, Co213, Co281, CH1421, BH 10/12, que en complemento con las recordadas “*cañas nobles*” y otras con nombre propio, marcaron época. En Costa Rica las destacables POJ2714 y POJ2878 ingresaron en el año 1927.

Es a partir de la década del año 50 cuando se inicia la introducción técnicamente direccionada de clones, ingresando al país materiales genéticos que marcarían historia, como aconteció con B43-62, B47-44, NCo310, Co419, Co421, Co617, H32-8560, H44-3098, H49-5, PINDAR y TROJAN, algunas de las cuales aún se siembran. En las décadas siguientes el ingreso de variedades de diverso origen y características se incentiva fuertemente, impulsado por el auge que cobró la industria azucarera desde inicios de la década de los 60, debido a la reasignación de la Cuota Azucarera Norteamericana producto del rompimiento de relaciones EUA - Cuba, lo que favoreció la economía del país y promovió políticas específicas de fomento al cultivo de la caña. Esa situación coyuntural hizo que se incorporaran nuevas

zonas productivas a las tradicionales. Inicialmente los clones provenientes de Barbados (B), Hawái (H) y Luisiana (L), sumados a los ya existentes, adquirieron especial relevancia por su buena adaptabilidad y comportamiento productivo. En los años 60 los productores disponían de pocas alternativas clonales para siembra. Posteriormente en las décadas 70 y 80 se incorporaron nuevos clones procedentes de Canal Point-USA (CP), Queensland-Australia (Q), São Paulo-Brasil (SP) y México (Mex), principalmente, que vinieron a introducir nuevo germoplasma con lo cual se amplió la capacidad de adaptación, fitosanidad y productividad (SÁENZ, 1970; BARBOZA *et al*, 1982; CHAVES, 1997, 1999acd, 2010).

3.2) Importación de clones

La importación de clones procedentes de gobiernos amigos o de reconocidos centros internacionales de investigación fue por tradición la política que imperó por muchas décadas en el país, lo cual operaba de manera direccionada y algo especulativa hacia la *“traída de variedades que en otros países eran reconocidas y estaban rindiendo bien, razón por la cual ocupaban áreas de cultivo importantes, esperando igual comportamiento en el país”*. El mecanismo era introducir masivamente y probar clones sin mayor rigor científico, bajo el principio de *“prueba-error”*, donde lo que servía destacaba por sus atributos y era reproducido, y lo que no se descartaba. La selección de las variedades se daba con fundamento más en experimentar que en investigar (CHAVES, 1995d).

Es a inicios de los años 50 cuando la labor investigativa adquiere una visión más formal y restrictiva, pese a lo cual se trabajó por muchos años sobre la base de la validación y adaptación de materiales genéticos en entornos productivos diferentes, lo cual resultaba lógico en consideración de que el cultivo se expandía y poco se conocía de las particularidades y potencial productivo de muchas zonas y localidades recién incorporadas. A partir de la década de los 70 se importan clones de algunos orígenes específicos (B, CP, H, L, Q y SP) que por referencia se tenía por demostrado presentaban buena adaptación a condiciones edafoclimáticas y productivas muy particulares; ya se tenían antecedentes que orientaban y direccionaban con mayor certeza el éxito de la selección aplicada.

La década de los 80 inicia con la grave afección y fuerte impacto productivo de las plantaciones de caña nacionales por causa de enfermedades de reconocido peligro, como fueron la roya café (*Puccinia melanocephala*), el carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) y la escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans*), lo que obligó a un fortalecimiento institucional de la investigación y la transferencia de tecnología en el cultivo. Con la creación de la Sección de Caña en el MAG en 1980 y DIECA en 1982, se fortalece de manera ostensible la gestión investigativa y de capacitación, contratando personal profesional calificado y asignando recursos financieros permanentes.

Desde su creación, DIECA ha introducido a la fecha y luego de 30 años de labor continua un total de 1.750 clones promisorios de diverso origen y naturaleza, la cual como se aprecia es variable en el tiempo.

Las introducciones realizadas a la fecha corresponden a 76 siglas diferentes originarias de todo el mundo cañero, predominando por cantidad las siguientes: CP (643), RB (163), B (120), CPCL (100), H (85), SP (77), Mex (63), PR (52), CT (41), L (31), C (30), BJ (28), CG (22), Q (20) y CC (20), lo que representa un 85,43% (1.495) del total introducido a la fecha. Los clones procedentes de los USA (859), Brasil (281) y Barbados (148), representan un 73,6% (1.288) del total introducido al país, lo que demuestra su importancia. Con las importaciones se pretende incorporar por origen, variabilidad genética que favorezca la posible adaptación a condiciones particulares bajo el concepto de buscar “clones regionales”.

No hay la menor duda en que hasta el momento la importación y validación de clones, ha sido la política más efectiva para la obtención de variedades promisorias para uso comercial, lo que ha sido ampliamente reconocido (CHAVES y DURÁN, 1999; DURÁN y CHAVES, 1999; CHAVES, 2006a, 2008). La importación de clones se dificulta cada vez más por el reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual vinculados, lo que debe tomarse en cuenta.

3.3) Vida comercial

La duración de una variedad en lo que respecta al tiempo de empleo y vigencia comercial resulta ser un criterio intrínseco determinante y muy revelador del grado de adaptabilidad, estabilidad y presencia de condiciones productivas sobresalientes del mismo, lo cual resulta válido conocer al pretender interpretar el éxito de un programa de mejora genética. La aceptación del productor es importante, y cuando este es prolongado, es entonces concluyente el logro alcanzado. En este sentido, hay clones que han trascendido los tiempos y circunstancias y se mantienen aún vigentes, pese a sufrir una lógica reducción de su área de siembra ante el surgimiento de otras opciones superiores; destacan entre esos clones longevos los siguientes: B47-44 (49 años), B74-132 (22), B76-259 (22), Co421 (52), CP57-603 (22), CP72-1210 (22), Mex57-473 (38), NCo310 (43), NCo376 (32), PINDAR (52), Q96 (22) y SP70-1284 (22), entre otros que aún se resisten a desaparecer.

Una valoración de vigencia comercial realizada por CHAVES (1999d), determinó que en 60 clones de reconocido uso comercial que fueron evaluados, la media de empleo era de 14,9 años y una amplitud entre 66 y 3 años. Cita el autor como excepcional el caso de la POJ2878, la cual aún hoy se encuentra cultivada luego de 79 años de siembra continuada. Asimismo determinó, que por origen los clones más longevos en ese momento (1999) pertenecían a las siglas POJ (48 años), PINDAR (39), Co (31), NCo (24,5), B (19,6), H (12,3), CP (10), Q (9,6), SP (7,8), RB (7) y LAICA con 6,5 años, para una alta variabilidad general (CV= 79,%). A criterio de ese autor, dicha vigencia “*está fuertemente determinado y condicionado por factores como el suelo, el clima, la presencia de patógenos, la mecanización, la calidad de la semilla y sobre todo el manejo técnico que reciba la plantación.*”

3.4) Adaptación por región

Toda la heterogeneidad demostrada en el Cuadro 2, obliga necesariamente a realizar una labor de investigación genética muy específica y particularizada, ya que no hay posibilidad exitosa de generalizar y recomendar variedades por zona o localidad productiva en algunas regiones; el concepto de localidad está presente y pesa mucho en la generación de tecnología aceptable, motivo por el cual la adaptación, validación y selección de clones promisorios de caña puede asegurarse que está orientada a satisfacer las necesidades de nueve condiciones con entornos productivos muy particulares y diferentes. Es a partir de esa circunstancia que se genera la gran cantidad de clones empleados en el país.

El Cuadro 5 y la Figura 1 presentan el resultado parcial de los siete censos cañeros realizados en los últimos 26 años en el país, para lo cual se citan los 20 clones que ocuparon las mayores áreas de siembra, evidenciando una gran variabilidad en la predominancia de los mismos como materiales de siembra en diferentes momentos del periodo valorado. Es notorio el hecho conocido de que las variedades surgen, crecen y declinan en plazos diferentes de tiempo; exaltando la Figura 1 los periodos de mayor presencia de algunos clones. Llama la atención la incuestionable importancia que han mantenido variedades como SP70-1284, SP71-5574, Q96, CP72-1210, CP72-2086, NCo310, NCo376 y NA56-42. También destaca la pérdida de importancia y casi *“muerte comercial por desuso”* de algunos clones tradicionales otrora muy importantes, como son B47-44, B74-132, Co421, H32-8560, H44-3098, H57-5174, Ja60-5, PINDAR, POJ2878, Q68, SP71-5574, SP70-1143, SP71-6180 y SP79-2233, entre muchas otras. Por el contrario, se aprecia el surgimiento, aceptación e incremento en el área de siembra virtud de los atributos agroindustriales favorables de las variedades B77-95, B76-259, B80-689, B82-333, Mex79-431, H77-4643, Q132, RB73-9735, SP81-2068 y SP81-3250.

3.5) Adaptación por origen

Por antecedentes de experiencias positivas y también negativas de muchos años de cultivo comercial continuo, y luego de realizados numerosos estudios, se tiene por demostrada la adaptabilidad de ciertas líneas y *“sangres genéticas”* particulares a condiciones muy específicas del heterogéneo entorno productivo costarricense. Es así como para la zona baja (< 400 msnm) los clones de mejor adaptación y productividad por su orden de importancia en cuanto a área sembrada son mayoritariamente los de sigla CP, SP, NA, B, Q y Mex, y en menor grado NCo, LAICA, SABORIANA (clon nacional), RB y PINDAR. En la zona media (400-999 msnm) la cantidad se reduce virtud de su mayor especificidad, siendo los de origen B, Mex, SP, Q, y en menor grado RB, H, PINDAR y RD. En la zona alta (> 1.000 msnm) la condición de adaptación es más difícil por presencia de bajas temperaturas ($\approx 13-18$ °C), alta nubosidad y con ello poca luz, presencia de suelos Andisoles, topografías muy quebradas, predominando en esa situación tan especial clones de las siglas H y B (CHAVES, 1995bc, 1999be, 2010). Debe tenerse presente como se anotó al inicio, que esos Pisos Altitudinales involucran zonas cañeras ubicadas en las

Vertientes Atlántica y Pacífica lo que marca un régimen lluvioso muy diferente; los Cuadros 2 y 6 permiten ubicar esas condiciones y las variedades sembradas en cada región productora.

3.6) Clones estables y regulares

Asociado con la variable sigla de origen, hay variedades que han mostrado gran estabilidad productiva y una muy buena adaptación a condiciones variables de suelo, clima y manejo, lo que las hace de gran aceptación por el agricultor pese a existir otras opciones inclusive superiores. Destaca en este particular la variedad Q96, la cual ha sido calificada como “*la variedad más democrática en Costa Rica*” virtud de su amplia distribución en todo el país medida en distritos y cantones involucrados, independientemente de las limitantes naturales del lugar, lo que revela su alta aceptación por parte de los productores de caña. La PINDAR es igualmente una variedad que ha trascendido los tiempos y sigue siendo muy apetecida por sus buenos atributos, aún reconociendo sus limitantes a las condiciones secas y alta susceptibilidad a plagas. Los clones NCo310 y NCO376 se mantienen vigentes luego de muchas décadas de cultivo continuo, siendo actualmente una opción viable y competitiva para aquellos productores ubicados en condiciones secas de régimen Ústico de la zona pacífica y sin posibilidades de disponer de riego.

No hay la menor duda que variedades como CP72-1210, CP72-2086, SP70-1284, NA56-42 y Q96 han mostrado con el tiempo esa deseada y necesaria estabilidad productiva, motivo por el cual se mantienen vigentes y dominantes desde hace muchos años. La SP71-5574 venía mostrando igual comportamiento con el sello de ser la variedad de mayor riqueza de sacarosa en el país, hasta que en el 2007 fue severamente atacada por la roya naranja (*Puccinia kuehni*) que prácticamente la sacó de producción.

3.7) Clones nacionales

Lo concerniente a clones nacionales sigla LAICA merece especial atención en consideración del enorme esfuerzo realizado y los buenos resultados que se vienen logrando hasta el momento. Como se indicó al inicio, la tradicional política de importación de clones se complementó luego de 1982 con el trabajo con semilla sexual (*fuzz*) procedente de Brasil y México; la cual luego de 1998 se tecnificó llegando a consolidar la metodología y procedimiento para hibridar y generar nuestros propios clones. Es importante señalar que ambas vías de mejora genética operan complementaria y articuladamente sin llegar a competir o debilitarse entre ellas, sino más bien a integrarse y fortalecerse por un objetivo común que está muy bien articulado y armonizado.

El objetivo principal del programa nacional de hibridación es crear nuevas combinaciones híbridas de clones que cuenten con características y atributos sobresalientes, que permitan incorporarlos y alinearlos al estricto programa de selección continua y sistemática desarrollado por DIECA por el término de 10 a 12 años de investigación, esperando a partir de ello identificar y liberar variedades con alta concentración de sacarosa, resistentes a plagas y enfermedades, de excelente adaptación a los diferentes entornos

productivos, adaptables preferencialmente a cosecha mecanizada como también a la agricultura de ladera y, en general, dotadas de buenas características agroindustriales.

La fase de identificación de progenitores se realiza integralmente prestando énfasis en las necesidades, antecedentes y experiencias locales, de manera que es una labor muy particular para zonas específicas buscando generar *“variedades regionales”*, considerando diferencias en precipitación, temperatura, luz, relieve, fitosanidad, condiciones edáficas, tipo de cosecha y de productor en razón de la estructura de tenencia de la tierra prevaleciente en el país. En general se buscan cañas con índices próximos o superiores a 14% de Pol y 13% de Fibra, procurando alcanzar rendimientos de 8 a 10 toneladas de azúcar por hectárea. Esa pretensión implica y obliga buscar y utilizar como progenitores clones potencialmente apropiados por sus atributos (CHAVES, 1995aef, 1996a).

Como indicara CHAVES (1995e) *“El proceso de obtención de variedades de caña de azúcar para uso comercial es lento, oneroso y muchas veces infructuoso en sus resultados; la experiencia adquirida por los grandes Centros Internacionales de Mejoramiento Genético, revela que desde su fase inicial hasta la liberación para el empleo comercial de un clon, se requiere normalmente de un periodo entre 8 y 12 años, lo cual ha sido también valedero para nuestro país y es explicable por la duración del ciclo vegetativo natural de la planta”*. Esta verdad debe considerarse y tenerse siempre presente al pretender tener resultados pronto como por lo general se desea, pues a diferencia de la importación de clones, aquí debe cubrirse todo el proceso de hibridación, aclimatación, reproducción, investigación y selección (CHAVES, 1999f). Recuérdese que el riesgo genético se supera con mayor tiempo de investigación.

Actualmente se dispone de varios clones en crecimiento activo de sus áreas de siembra comercial sobresaliendo LAICA03-805, LAICA01-604 y LAICA04-825, principalmente. Ya con anterioridad se han utilizado otros como LAICA82-135, LAICA82-1729, LAICA85-653 y LAICA87-601. Digno de destacar es el hecho de que el grave problema acontecido en el 2007 en la región sur del país, lugar donde predominaba una variedad muy sobresaliente (SP71-5574) que resultó ser altamente susceptible a la roya naranja, la cual viene siendo sistemáticamente sustituida de forma muy satisfactoria sin decaer en rendimientos agroindustriales, por las variedades LAICA03-805 y LAICA04-825, en complemento con las LAICA01-604, LAICA04-809, LAICA05-802 y LAICA05-805; la solución al problema de esa localidad ha sido resuelto parcialmente con clones de creación nacional.

3.8) Base productiva nacional

Con fundamento en la información de los Cuadros 5 y 6, puede asegurarse que la base productiva nacional está fundamentada en la siembra de 10 clones que representan aproximadamente el 70% del área sembrada. Las variedades más cultivadas son NA56-42 (13,3%), CP72-1210 (11,7%), CP72-2086 (11,7%), Mex79-431 (6,1%), B82-333 (5,9%), Q96 (5,5%), SP70-1284 (5,1%), B80-689 (4,1%), SP81-2068

(3,0%) y SP71-5574 (2,8%). Pese a la gran dinámica mantenida en materia varietal en el país, esos clones muestran gran estabilidad por lo que es esperable se mantengan vigentes por varios años más.

Conclusiones

- 1) En la variedad reside incuestionablemente el mayor beneficio intrínseco que un factor tecnológico puede aportar en términos productivos reales y efectivos, lo cual se maximiza en el caso particular de la caña de azúcar, virtud de los atributos y características especiales de la planta.
- 2) La variedad es el mayor y más determinante factor inductor de productividad y competitividad comercial, lo cual se manifiesta en una alta rusticidad y capacidad de adaptación eco fisiológica, edáfica, fitosanitaria y de calidad de la materia prima, que será empleada para la extracción y fabricación del azúcar en el ingenio. Es por tanto un activo poco oneroso pero muy retributivo.
- 3) La labor investigativa desarrollada en materia de mejoramiento genético por parte de la agroindustria azucarera costarricense, ha sido históricamente satisfactoria, fructífera y muy productiva, virtud de que el productor de caña a dispuesto de las opciones de siembra capaces de adaptarse y responder a las diferentes condiciones de cultivo y manejo existentes en el país.
- 4) Las condiciones productivas de la caña en Costa Rica son muy variables y heterogéneas, como lo demuestra el hecho de darse en un Piso Altitudinal amplio que va de 0 a 1.500 msnm, realizarse en pendientes de planas a +35%, en seis ordenes dominantes de Suelo (Andisol, Ultisol, Vertisol, Inceptisol, Mollisol y Entisol), con regímenes de lluvia muy diferentes (1.100 a 4.300 msnm) y otras variables determinantes. La cosecha presenta también modelos de corta manual, mecánica, quemada y en verde que inducen variación.
- 5) Las variedades de caña sembradas actualmente en el país y a través de la historia, han permitido atender satisfactoriamente las diferencias de manejo predominantes en nuestra agroindustria, como son: plantaciones con y sin riego; cosecha manual y mecánica; maduración diferenciada (temprana, media y tardía); ciclo vegetativo variado (12-24 meses); suelos *distróficos* y *eutróficos*; caña verde y quemada; alta-baja nutrición; tolerancia a condiciones extremas de ladera y acidez del suelo; uso por parte de pequeños y grandes productores, entre otras.
- 6) La base productiva de la caña de azúcar en Costa Rica está sustentada en la siembra de 10 variedades que ocupan cerca del 70% del área sembrada reportada en aproximadamente 57.600 has; siendo que seis de ellas ocupan el 54,2% (31.219 has) de la misma.
- 7) Las siglas de mayor adaptación y área sembrada (has) en el país varían entre regiones, aunque se concentran básicamente en los siguientes orígenes: Canal Point-EUA (CP), São Paulo-Brasil (SP), Norte Argentino (NA), Barbados (B), Queensland- Australia (Q), Hawái-EUA (H) y México (Mex); y en menor grado: NCo, LAICA, SABORIANA (clon nacional), RB, RD y PINDAR.
- 8) Las 10 variedades más cultivadas actualmente en Costa Rica son: NA56-42 (13,3%), CP72-1210 (11,7%), CP72-2086 (11,7%), Mex79-431 (6,1%), B82-333 (5,9%), Q96 (5,5%), SP70-1284 (5,1%), B80-689 (4,1), SP81-2068 (3,0%) y SP71-5574 (2,8%), entre otras 106 existentes.

- 9) Como un logro costarricense trascendente el sector azucarero ha desarrollado desde 1982, un pretencioso programa de mejora genética originado a partir de semilla sexual (*Fuzz*), que luego de 1998 hace hibridaciones dirigidas a objetivos específicos buscando “*variedades regionales*”. Actualmente se tienen en crecimiento activo los clones LAICA03-805, LAICA01-604 y LAICA04-825, principalmente. Con anterioridad se utilizaron con éxito relativo otros como LAICA82-135, LAICA82-1729, LAICA85-653 y LAICA87-601. Este programa permitirá generar y satisfacer parcialmente las necesidades futuras de variedades para uso comercial, contrarrestando y resolviendo en un grado importante, las dificultades generadas por las nuevas y comprometedoras obligaciones internacionales vinculadas a la propiedad intelectual asociada a los recursos fitogenéticos. Se está construyendo de manera visionaria y efectiva el futuro, y asegurando la independencia del sector azucarero costarricense en materia de variedades de caña, el tiempo lo dirá.
- 10) El país ha logrado desarrollar plantaciones competitivas en zonas de condiciones muy limitantes y hasta extremas, como son las de alturas mayores ubicadas a 1.000 msnm, adaptando clones de origen predominantemente Hawaiano de sigla H; los cuales han venido reduciendo su ciclo vegetativo desde 26 a 18 meses de edad sin perder eficiencia agroindustrial. Igual efecto se ha logrado al recomendar la siembra de variedades en suelos arcillosos (Vertisoles) y también con altas concentraciones de aluminio, hierro y manganeso (Ultisoles).
- 11) La alta disponibilidad de clones para uso comercial por el agricultor, responde a una estrategia preestablecida orientada a generar de forma sistemática y continua clones para uso comercial mediante los programas de investigación desarrollados por DIECA en estrecho asocio con los Ingenios Azucareros. No es por tanto casualidad sino el resultado de una política bien concebida y promocionada, iniciada por los entes estatales (MAG) y continuada luego de 1982 por DIECA.

Referencias bibliográficas

- 1) ANGULO, A.; DURÁN, J.R.; CHAVES, M. 1999. **Composición genética del Banco de Germoplasma de caña de azúcar de Costa Rica.** *En:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, Congreso Nacional de Entomología, 5, Congreso Nacional de Fitopatología, 4, Congreso Nacional de Suelos, 3, Congreso Nacional de Extensión Agrícola y Forestal, 1, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Manejo de Cultivos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p:233-234. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 2) BARBOZA V., C.; AGUILAR F., J.; LEÓN S., J. 1982. **Desarrollo tecnológico en el cultivo de la caña de azúcar.** San José, Costa Rica. Consejo de Investigaciones científicas y Tecnológicas (CONICIT), agosto. p ir.
- 3) BERMÚDEZ ACUÑA, L.A.; CHAVES SOLERA, M.A. 2011. **Resultado agroindustrial de la zafra 2010-2011.** *En:* Congreso Azucarero Nacional ATACORI “MSc. Teresita Rodríguez Salas (†)”, 18, Colegio de Ingenieros Agrónomos, San José, Costa Rica, 2011. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 8 y 9 de setiembre del 2011. Conferencia Electrónica en Power Point. 54 Láminas. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/generalidadesindustriaazucarera>
- 4) CHAVES SOLERA, M.A. 1995a. **Características de la variedad ideal de caña para la producción de azúcar en Costa Rica.** *En:* Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1,

- Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p:293-306. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 5) CHAVES SOLERA, M.A. 1995b. **Variedades de caña de azúcar de uso comercial en Costa Rica: una sinopsis histórica.** En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p:307-323. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
 - 6) CHAVES SOLERA, M.A. 1995c. **Detalle comparativo de las variedades de caña de azúcar cultivadas actualmente en Costa Rica según área y región agrícola.** En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p:324-333. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
 - 7) CHAVES SOLERA, M.A. 1995d. **Evolución varietal en Costa Rica: oportunidad, empirismo o tecnicismo.** En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p:334-346. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
 - 8) CHAVES SOLERA, M.A. 1995e. **Obtención de variedades comerciales de caña de azúcar a partir de semilla sexual: un logro de la tecnología costarricense.** En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p:347-354. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
 - 9) CHAVES SOLERA, M.A. 1995f. **Progenitores de la semilla de caña utilizada por el Programa de Mejoramiento Genético vía sexual desarrollado por DIECA.** En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p:355-363. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
 - 10) CHAVES SOLERA, M.A. 1995g. **Utilización de opciones genéticas recomendables para el cultivo comercial de la caña de azúcar: un negocio rentable.** En: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p:364-368. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
 - 11) CHAVES, M. 1996a. **Paradigmas del mejoramiento genético de la caña de azúcar en Costa Rica.** 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:265.
 - 12) CHAVES, M. 1996b. **Papel de DIECA como agente promotor e inductor del cambio varietal de la caña de azúcar en Costa Rica.** 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:266.
 - 13) 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. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/historiadelacanaadeazucar>
 - 14) CHAVES SOLERA, M.A. 1998. **Sugarcane Research and Extension Center - DIECA.** En: World Meeting, 1, and Latinamerican and the Caribbean Meeting of the Directors of Sugarcane Research Centers, 7, Guatemala, 1998. Sugarcane Research Center's Presentations. Guatemala. CENGICAÑA, GEPLACEA, ASAGUA, 19-25 July 1998. p:28-38.
 - 15) CHAVES, M. 1999a. **Dinámica de siembra comercial de las principales variedades de caña de azúcar en Costa Rica, durante el período 1960-1999.** 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:247-248. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>

- 16) CHAVES, M. 1999b. **Cambio varietal de la caña de azúcar promovido por DIECA en Costa Rica a partir de 1982.** *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:235. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 17) CHAVES, M. 1999c. **Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de azúcar de origen hawaiano en Costa Rica.** *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:239. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 18) CHAVES, M. 1999d. **Determinación de la vigencia comercial de 60 variedades tradicionales de caña de azúcar en Costa Rica.** *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:237. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 19) CHAVES, M. 1999e. **Dinámica varietal de los clones utilizados para realizar las siembras comerciales de caña de azúcar en Costa Rica, durante el período 1986-1998.** *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:241-242. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 20) CHAVES, M. 1999f. **Tiempo requerido en el proceso de investigación y liberación de 60 variedades de caña de azúcar para uso comercial en Costa Rica.** *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:238.
- 21) CHAVES, M. 1999g. **Impacto comercial de las actividades desarrolladas por DIECA en el campo de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Costa Rica.** *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:245-246.
- 22) CHAVES SOLERA, M. 2006a. **Importación de variedades de caña de azúcar a Costa Rica por parte de DIECA. Período 1982-2006.** *En:* Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATAACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo II. p:566-574.
- 23) CHAVES SOLERA, M. 2006b. **Importancia de las variedades de caña de azúcar como factor de productividad y competitividad agroindustrial.** *En:* Revista de Agricultura y Ganadería de Centroamérica (Costa Rica), 1er Aniversario. San José. p:58-60. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 24) CHAVES SOLERA, M. 2008. **Selección de híbridos promisorios en caña de azúcar.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. 5 p.
- 25) CHAVES SOLERA, M. 2010. **Dinámica y evolución del cambio de variedades de caña de azúcar en Costa Rica.** Grecia, Alajuela, Costa Rica, setiembre. Presentación Electrónica en Power Point. 115 Láminas. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 26) CHAVES SOLERA, M.A.; ALVARADO H., A. 1994. **Manejo de la fertilización en plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum spp*) en Andisoles de ladera de Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA. julio. 41 p. *También en:* Memorias. 15th World Congress of Soil Science. International Society of Soil Science (ISSS). Acapulco, México, del 11 al 15 de julio de 1994. Volumen 7a. p:353-372. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/nutricionyfertilizacion>
- 27) CHAVES, M.; DURÁN, J.R. 1999. **Variedades futuras de caña de azúcar en Costa Rica.** *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:249. *También en:* Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p:115. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>

- 28) CHAVES, M.; RODRÍGUEZ, M.; ALFARO, R.; RODRÍGUEZ, J.M.; VILLALOBOS, C.; BARRANTES, J.C.; ANGULO, A.; CALDERÓN, G. 1999. **Actualidad de las variedades de caña de azúcar cultivadas comercialmente en Costa Rica durante 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:243-244. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 29) CHAVES SOLERA, M.; RODRÍGUEZ R., M.; ALFARO P., R.; VILLALOBOS M., C.; ANGULO M., A.; BARRANTES M., J.C.; CALDERÓN A., G.; RODRÍGUEZ F., J.M. 2004. **Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica año 2003.** San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, setiembre. 126 p.
- 30) CHAVES S., M.; RODRÍGUEZ R., M.; ANGULO M., A.; VILLALOBOS M., C.; BOLAÑOS P., J.; BARRANTES M., J.C.; ARAYA V., A.; CALDERÓN A., G. 2008. **Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica. Año 2007.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 143 p. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 31) CHAVES S., M.; RODRÍGUEZ R., M.; VILLALOBOS M., C.; ANGULO M., A.; CALDERÓN A., G.; ALFARO P., R.; RODRÍGUEZ F., J.M.; BARRANTES M., J.C. 2001. **Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2000.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 87 p. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 32) CHAVES S., M.; BARRANTES M., J.C.; BOLAÑOS P., J.; ANGULO M., A.; RODRÍGUEZ R., M.; VILLALOBOS M., C.; CALDERÓN A., G.; ARAYA V., A. 2011. **Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2010.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 90 p. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 33) DURÁN, J.R.; CHAVES, M. 1999. **Origen del material genético de caña de azúcar, introducido por DIECA desde 1982 a 1999.** *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. Volumen 2. p:231. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/mejoramientogenetico>
- 34) SÁENZ MAROTO, A. 1970. **Historia Agrícola de Costa Rica.** San José, Costa Rica. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, Serie Agronómica N° 12. 1081 p.
- 35) VARGAS M., N.R. 1986. **Encuesta sobre aspectos básicos de la agroindustria de la caña de azúcar en Costa Rica. Resultados obtenidos.** San José, Costa Rica. DIECA. 51 p.

Cuadro 1.

Información básica correspondiente a censos cañeros costarricenses.

Censo	Área (has)		% Representado	Unidades Productivas Muestreadas	Referencia
	Sembrada	Muestreada			
1986	34.500	33.628,10	97,47	2.532	VARGAS 1986
1994	46.800	44.485,12	95,05	2.264	CHAVES 1995c
1998	48.810	36.059,5	73,88	---	CHAVES <i>et al</i> 1999
2000	49.900	45.696,42	91,58	1.151	CHAVES <i>et al</i> 2001
2003	50.400	44.529,55	88,35	1.285	CHAVES <i>et al</i> 2004
2007	54.550	53.503,00	98,08	1.710	CHAVES <i>et al</i> 2008
2010	57.500	53.030,22	92,22	2.055	CHAVES <i>et al</i> 2011

Cuadro 2							
Caracterización Edafoclimática de las Regiones Productoras de Caña de Azúcar de Costa Rica. 2012							
INDICADOR	REGIONES PRODUCTORAS						PROMEDIO NACIONAL
	GUANACASTE	PACIFICO CENTRAL	VALLE CENTRAL	SAN CARLOS LOS CHILES	TURRIALBA JUAN VIÑAS	PEREZ ZELEDON BUENOS AIRES	
Provincias	GUANACASTE	PUNTARENAS ALAJUELA GUANACASTE	ALAJUELA SAN JOSE HEREDIA	ALAJUELA	CARTAGO	SAN JOSE PUNTARENAS	
Involucradas	PUNTARENAS						
Latitud (Norte)	10° 11' - 10° 44'	09° 53' - 10° 05'	09° 57' - 10° 08'	10° 19' - 11° 01'	09° 48' - 09° 58'	09° 10' - 09° 22'	09° 10' - 10° 19'
Longitud (Oeste)	84° 57' - 85° 38'	84° 31' - 84° 48'	84° 12' - 84° 30'	84° 20' - 84° 43'	83° 33' - 83° 55'	83° 20' - 83° 42'	83° 20' - 84° 57'
Altitud Plantaciones (msnm)	5 - 160	0 - 350	600 - 1400	40 - 680	480 - 1.500	350 - 750	0 - 1500
Ordenes de Suelo Predominantes	Inceptisol Vertisol Mollisol Entisol	Entisol Inceptisol Alfisol	Inceptisol Andisol Alfisol Ultisol	Inceptisol Ultisol Andisol	Ultisol Andisol Inceptisol	Ultisol Inceptisol	Inceptisol Ultisol Vertisol Andisol
Precipitación Anual (mm)	1.100 - 2.600 (1.700)	1.100 - 2.900 (1.800)	1.450 - 3.900 (2.900)	1.700 - 4.300 (3.200)	2.500 - 3.300 (2.900)	2.400 - 4.300 (3.400)	1.100 - 4.300 (2.700)
Temperatura (°C)							
Máxima	31-34 (32,7)	30-35 (31,8)	27-32 (29,3)	27-33 (30,0)	23-30 (26,5)	26-33 (29,5)	23-35 (29,0)
Media	26-28 (27,5)	25-29 (27)	20-27 (23,3)	23-27 (24,8)	18-23 (21,2)	22-27 (24,5)	18-27 (22,5)
Minima	21-24 (22,3)	19-24 (21,6)	13-20 (16,5)	18-21 (19,5)	14-19 (16,5)	17-21 (19,2)	13-24 (18,5)
Amplitud	10(10,4)	11(10,2)	12-14 (12,8)	9-12 (10,5)	9-11 (10,0)	9-12 (10,5)	10-11 (10,5)
Brillo Solar (Horas y Décimos)	4,9 - 10,2 (7,5)	3,5 - 9,1 (6,3)	4,8 - 9,4 (6,2)	1,4 - 6,9 (3,9)	2,2 - 5,2 (4,2)	3,5 - 7,8 (5,2)	1,4 - 10,2 (5,8)
Radiación Solar (MJ/m ²)	14 - 23,2 (18,6)	13,5 - 20 (16,7)	18	16	10,6 - 19,1 (16,2)	-	10,6 - 23,2 (16,9)
Uso de Riego	Importante	Importante	Ocasional	No	No	En Semilleros	Importante
Relieve	Plano/Ligeramente	Plano/Moderada	Plano/Ondulado	Plano/Ondulado	Ondulado	Plano/Ondulado	Ondulado
Grado de Pendiente (%)	0 - 8	0 - 12	0 - 30	0 - 25	0 - 35	0 - 20	0 - 35
Riesgo de Inundación	Medio-Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Nulo	Medio
Grado de Mecanización	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto
Area Sembrada (has)	30.100	5.700	4.450	7.900	4.700	4.050	57.500
N° Ingenios Activos	3	1	4	2	2	1	13
N° Entregadores	2.971	97	1.252	762	583	2.382	8.047
Ciclo Vegetativo (meses)	12	12	12-16	12	12 - 24	12	12 - 24
Maduración	Buena	Buena	Muy Buena	Deficiente	Muy Buena	Excelente	Buena
Rendimiento Industrial* Promedio kg azuc/tm	108,84	99,36	110,51	96,73	113,69	128,85	108,85
Caña (tm)* Procesada	2.112.212	337.895	372.460	445.446	261.096	294.007	3.823.114
Azúcar (tm)* Fabricado	229.902	33.575	49.956	43.183	29.576	37.883	415.075
Relación* Caña/Azúcar	9,2	10,1	9,1	10,3	8,8	7,8	9,2

* Valores correspondientes a la Zafra 2011-2012 en 96° Pol

Cuadro 3.
Indicadores nacionales de producción y productividad agroindustrial promediado.
Periodo 1970-2011.

Zafra	Área (has) Sembrada	Caña (t) Procesada	Azúcar (t) Fabricada	Rendimientos			Relación Caña/Azúcar
				Agrícola (t)	Industrial (kg 96°/t)	Azúcar (t)	
1950 *	6.700	234.000	21.294	35,0	91,0	3,18	11,00
1960 *	17.400	696.000	64.032	40,0	92,0	3,68	10,87
1970-71	34.500	1.726.706	166.844,9	53,92	96,63	5,21	10,35
1980-81	34.600	2.203.560	201.820,1	60,37	91,59	5,53	10,92
1990-91	41.500	2.629.140	265.301,4	71,06	102,47	7,17	9,91
2000-01	49.900	3.398.282	369.413,3	72,00	108,71	7,83	9,20
2010-11	57.480	3.320.596	355.078,6	61,15	106,93	6,53	9,35
2011-12	57.600	3.823.114	415.074,6	71,19	108,85	7,72	9,21

Fuente: LAICA (2012) * Valores estimados a partir de BARBOZA; AGUILAR; LEÓN (1982).

Cuadro 4.

Variedades de caña de uso comercial en Costa Rica en diferentes momentos históricos.

Periodo	Variedades reportadas
Antes de 1800	Caña de Castilla o Criolla.
Siglo XVIII (1850)	Borbón o Otaheite (Lehania, Vellai, Bousier, Caña Rayada)
Finales del Siglo XVIII	Betavia (Cristalina), Cañas Amarillas, Bamboo, Banes, Badila, Barbados, Blancas, Brava, Caledonia, Cubanas, Cheribón, Listada, Morada y Zopilota.
Décadas 1930 - 1940	POJ36, POJ2714, POJ2775, POJ2878, Co210, Co213, Co281 (Blanca o India), B34-104, BH 10/12, B417, PR676, Super Uba (CH1421) y D 11/35.
Década 1950	B37-61, B41-227, B43-62, B47-44, B49-119, M 336, NCo310, Co419, Co 421, Co617 (Hueso), PR980, H32-8560, H37-1933, H44-3098, H49-5, H49-104, PINDAR, TROJAN, EROS, VESTA y AZUL DEL PERÚ.
Década 1960	B61-208, Mex57-473, NCo310.
Década 1970	B50-135, B50-377, B51-129, B54-142, B55-227, B57-150, B60-125, B61-208, CP50-28, H50-7209, H57-5174, H59-3775, L60-14, L60-125, NCo376.

Fuente: CHAVES (2010)

Cuadro 5.

Variedades de caña sembradas comercialmente en Costa Rica para la fabricación de azúcar. Periodo 1986-2010.

N°	Variedades sembradas según año y porcentaje de siembra													
	1986	%	1994	%	1998	%	2000	%	2003	%	2007	%	2010	%
1	PINDAR	17,64	NCo310	12,12	SP70-1284	22,56	SP70-1284	17,06	CP72-2086	13,23	NA56-42	17,22	NA56-42	13,34
2	NCo310	17,38	Q96	11,67	Q96	9,73	CP72-2086	11,91	CP72-1210	12,65	CP72-1210	13,46	CP72-1210	11,69
3	B47-44	10,76	SP70-1284	10,97	SP71-5574	7,35	SP71-5574	8,84	NA56-42	11,24	CP72-2086	10,59	CP72-2086	11,67
4	NCo376	9,52	SP71-5574	8,89	PINDAR	6,02	CP72-1210	7,78	SP70-1284	9,14	B80-689	8,70	Mex79-431	6,14
5	Q68	7,20	PINDAR	6,76	CP72-2086	5,95	Q96	7,46	B80-689	8,79	SP71-5574	6,11	B82-333	5,88
6	SP70-1284	6,74	NCo376	4,59	NA56-42	5,80	NA56-42	6,75	SP71-5574	6,90	SP79-2233	4,58	Q96	5,45
7	H57-5174	5,17	NA56-42	4,56	NCo310	5,36	PINDAR	6,41	Q96	4,68	Q96	3,85	SP70-1284	5,14
8	H44-3098	4,62	CP72-2086	3,51	CP72-1210	4,12	NCo310	4,16	SP79-2233	4,59	SP70-1284	3,59	B80-689	4,06
9	Co421	3,75	SP70-1143	3,23	NCo376	4,01	SP71-6180	3,77	NCo376	2,85	B76-259	2,83	SP81-2068	2,99
10	Q88	3,46	CP72-1210	2,82	SP71-6180	3,70	NCo376	3,43	PINDAR	2,82	B82-333	2,82	SP71-5574	2,84
11	Q75	2,93	BT65-152	2,56	H61-1721	2,68	B74-132	2,47	NCo310	2,53	H77-4643	2,21	SP81-3250	2,75
12	POJ2878	1,67	Ja60-5	2,54	SABORIANA	2,00	B80-689	2,22	H77-4643	1,96	NCo376	2,02	H77-4643	2,63
13	Q96	1,66	SABORIANA	2,37	B74-132	1,96	SABORIANA	1,60	SABORIANA	1,95	PINDAR	1,97	SP79-2233	2,42
14	B50-135	1,47	B47-44	2,27	Ja60-5	1,47	Ja60-5	1,44	B74-132	1,93	SABORIANA	1,92	B76-259	2,32
15	H32-8560	1,44	H60-8521	1,58	SP70-1143	1,43	B76-259	1,32	B76-259	1,79	B77-95	1,73	NCo376	1,84
17	B50-377	1,42	B74-132	1,43	BT65-152	1,15	SP70-1143	1,16	RB73-9735	1,36	SP81-3250	1,56	B77-95	1,73
18	CR61-01	0,72	CP72-1312	1,19	B76-259	1,14	RB73-9735	1,04	B77-95	1,23	SP82-1176	1,36	Q132	1,47
19	B60-267	0,65	H71-4441	0,97	CP72-1312	0,90	H77-4643	0,98	H61-1721	0,93	RB73-9735	1,25	SABORIANA	1,23
20	Mex58-1230	0,59	H68-1158	0,95	H60-8521	0,89	H61-1721	0,97	B82-333	0,71	CP80-1743	1,11	LAICA03-805	0,99
Ar	33.628,1	98,79	44.485,1	84,98	36.059,5	88,22	45.696,4	90,77	43.892,6	91,29	53.503,0	88,88	53.030,2	86,58
Var	35		81		79		75		92		95		116	

Ar = Área (has) total muestreada por censo según año. Var = Número de variedades identificadas y consideradas según año.

Fuente: CHAVES (2010)

Cuadro 6.

Variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica por región productora. Periodo 1986-2010.

Región	Variedades sembradas según año y porcentaje de siembra													
	1986	%	1994	%	1998	%	2000	%	2003	%	2007	%	2010	%
Guanacaste	NCo310	35,54	NCo310	27,06	SP70-1284	22,90	CP72-2086	20,46	CP72-2086	21,71	NA56-42	31,11	NA56-42	22,95
	NCo376	18,75	SP70-1284	10,47	CP72-2086	10,87	SP70-1284	17,23	NA56-42	19,67	CP72-2086	17,59	CP72-2086	18,77
	SP70-1284	11,53	NCo376	10,11	NA56-42	10,82	NA56-42	12,22	B80-689	13,66	B80-689	15,03	CP72-1210	12,71
	%	65,82		47,64		44,59		49,91		55,04		63,73		54,43
Pacífico Central	---	--	SP70-1284	44,71	SP70-1284	64,86	SP70-1284	48,69	CP72-1210	41,00	CP72-1210	56,51	CP72-1210	45,07
	---	--	Q96	20,55	SP71-5574	10,15	CP72-1210	13,84	SP70-1284	20,12	SP81-3250	7,88	B82-333	16,74
	---	--	BT65-152	16,85	Q96	8,07	SP71-5574	10,77	B74-132	8,96	CP80-1743	7,27	SP81-3250	16,45
	%	--		82,11		83,08		73,30		70,08		71,66		78,26
Valle Central	B47-44	23,51	Q96	24,06	SP71-5574	34,93	SP71-5574	28,20	RB73-9735	8,68	Q96	17,28	Mex79-431	28,24
	Co421	17,00	SP71-5574	19,52	Q96	22,89	Q96	18,98	Q96	7,78	RB73-9735	16,87	Q96	15,58
	H57-5174	14,49	B47-44	7,99	SP70-1143	8,71	RB73-9735	10,35	SP71-5574	3,42	SP79-2233	11,44	RB73-9735	10,08
	%	55,00		51,57		66,53		57,53		19,88		45,59		53,90
Zona Norte	PINDAR	79,28	PINDAR	31,55	PINDAR	30,87	PINDAR	40,41	PINDAR	23,43	Q96	15,75	SP79-2233	15,32
	B47-44	8,91	Q96	18,49	Q96	14,83	Q96	12,92	Q96	20,74	SP79-2233	14,12	Q132	12,93
	B50-377	3,03	SABORIANA	17,94	SABORIANA	12,86	SABORIANA	12,01	SABORIANA	20,27	SABORIANA	13,89	SABORIANA	10,84
	%	91,22		67,98		58,56		65,34		64,44		43,76		39,09
Zona Atlántica	B47-44	23,26	Q96	19,78	H61-1721	26,63	Q96	17,59	H77-4643	23,38	H77-4643	30,29	H77-4643	39,56
	H44-3098	19,18	H60-8521	15,95	Q96	21,13	B76-259	12,43	B77-95	15,83	B77-95	21,82	B76-259	23,96
	PINDAR	16,98	PINDAR	15,27	PINDAR	11,16	H77-4643	12,19	B76-259	14,26	B76-259	21,13	B77-95	21,63
	%	59,42		51,00		58,92		42,21		53,47		73,24		85,15
Zona Sur	B47-44	31,99	SP71-5574	89,24	SP71-5574	96,24	SP71-5574	96,28	SP71-5574	95,68	SP71-5574	96,89	Q96	35,60
	PINDAR	30,64	PINDAR	3,13	Q96	1,59	Q96	2,07	CP87-1248	3,16	CP87-1248	1,56	SP71-5574	28,52
	Q68	17,18	B47-44	2,82	Mex68-P-23	0,90	Mex68-P-23	0,53	Q96	0,91	Q96	1,47	B89-1351	10,92
	%	79,81		95,19		98,73		98,88		99,75		99,92		75,04

Los porcentajes se refieren al total de área (has) representado por la variedad dentro de cada zona productora.

Fuente: CHAVES (2010)

