



**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y
EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (DIECA)**

Siembra comercial de variedades de caña de azúcar: dinámica histórica de su cultivo en Costa Rica.

Marco A. Chaves Solera

SAN JOSÉ, COSTA RICA

AGOSTO 2018

Contenido

Resumen	3
A.) Introducción	4
A.1.) Evolución de la agroindustria azucarera nacional	6
B.) Objetivos	8
B.1.) General	8
B.2.) Específicos	8
C.) Metodología	8
D.) Resultados	9
D.1.) Se introduce la caña: <i>el inicio</i>	10
D.1.1.) El primer clon de caña de azúcar	12
D.2.) Clones sembrados antes del año 1900	15
D.2.1.) La caña en la colonia: <i>primeros clones</i>	15
D.3.) Clones sembrados luego del año 1900	17
D.3.1.) Periodo 1900-1930	18
D.3.1.1.) Se introducen los primeros clones de caña al país	19
D.3.1.2.) Arranca la investigación en el país	20
D.3.2.) Periodo 1931-1949	20
D.3.3.) Periodo 1950-1959	24
D.3.3.1.) Se organiza y desarrolla la investigación	24
D.3.4.) Periodo 1960-1969	27
D.3.4.1.) Agroindustria renueva impulso	28
D.3.5.) Periodo 1970-1979	32
D.3.6.) Periodo 1980-1989	35
D.3.6.1.) Surge DIECA	36
D.3.6.2.) Importación de clones	37
D.3.6.3.) Clones nacionales sigla LAICA: <i>orgullo sectorial</i>	38
D.3.6.4.) Opciones de cultivo	39

D.3.7.)	Periodo 1990-1999	42
D.3.8.)	Periodo 2000-2009	49
D.3.9.)	Periodo 2010-2018	50
D.4.)	Actualidad y dinámica varietal	51
D.4.1.)	Nacional	51
D.4.1.1.)	Porcentaje de cultivo	52
D.4.2.)	Guanacaste	53
D.4.3.)	Pacífico Central	55
D.4.4.)	Valle Central	56
D.4.5.)	Turrialba – Juan Viñas	58
D.4.6.)	Zona Norte	60
D.4.7.)	Zona Sur	61
D.5.)	Cronología del desarrollo varietal nacional en el periodo 1986-2016	63
D.5.1.)	Según año	63
D.5.2.)	Según región productora	65
D.5.3.)	Según sigla de origen	67
D.6.)	Sinopsis histórica de la evolución de las variedades comerciales de caña	69
D.7.)	Trabajo en Red	70
E.)	Conclusiones	71
F.)	Recomendaciones	76
G.)	Literatura Citada	77

Resumen¹

Se desarrolla en forma sucinta el tema de las variedades y el mejoramiento genético de la caña de azúcar, con enfoque hacia lo acontecido en Costa Rica, sin perder la perspectiva mundial del cultivo y sus variedades. Se comenta sobre la introducción al Continente Americano, su ingreso y posicionamiento en el territorio nacional nombrando sistemáticamente los clones sembrados en diferentes momentos históricos. El primer clon introducido fue la “Caña Criolla” conocida como “Cubana, Caña de Castilla, Creole, Puri, Caña de la Tierra”, seguida por las Cañas Nobles Morada, Rayada y Cristalina. Luego se difundió con gran aceptación la Otaheite (Borbon, Lehanía, Vellai, Bousier, Habanera, Rayada); como también la Cristalina y la Cinta (Listada de Baviera). El descubrimiento casi simultáneo de la sexualidad de la caña en 1888 en Java y Barbados favoreció la hibridación, creando diversas Estaciones Experimentales (Java 1882, Barbados 1889, Guyana 1889, Reunión 1889, Australia 1890, Mauricio 1891, Hawái 1904, Cuba 1905, India 1912, Brasil 1913, Puerto Rico 1913, USA 1918 y Sudáfrica 1929, etc.). La creación de la Escuela Nacional de Agricultura (1926) impulsó la investigación. Para 1930 se disponía de clones importados como POJ 2714, POJ 2725 y POJ 2878, que fueron base del desarrollo. La Junta de Protección a la Agricultura de la Caña (1940), MAI (1948), MAG (1962), Sección de Caña (1950), Cámaras de Productores (1956), Cámara de Azucareros (1949), generan impulso y apoyo al desarrollo tecnológico del cultivo. En la década del 50 se formaliza la investigación y genera la base tecnológica que sustenta la producción por muchos años; ingresaron variedades, como: B 37-61, B 41-227, B 43-62, B 47-44, B 49-119, M 336, NCo 310, Co 419, Co 421, Co 617 (Hueso), PR 980, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-5, H 49-104, PINDAR, TROJAN, EROS, VESTA y AZUL DEL PERÚ. En los 60 prevalecieron B 47-44, B 43-62, B 41-227, B 49-119, B 50-132, B 50-377, B 50-135, B 54-142, Co 421, Co 453, Mex 57-473, NCo 310, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209, VESTA, TROJAN, PINDAR. El período 1970-1979 reporta B 43-62, B 50-135, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 55-227, B 60-125, B 60-267, CP 50-28, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209, H 57-5174, H 59-3775, L 60-14, L 60-125, NCo 310, NCo 376, PINDAR, Q 63, Q 67, Q 68, Q 77, Co 419, Co 421. El ataque sorpresivo de las enfermedades “roya café” en 1978 (*Puccinia melanocephala*), el “carbón” (*Ustilago scitaminea* Sydow) en 1981, la “escaldadura foliar” (*Xanthomonas albilineans*) en 1984 y la “roya naranja” (*Puccinia kuehnii*) en el 2007, dinamizaron la genética del cultivo. En los 80 se reportan PINDAR, L 60-14, NCo 310, NCo 376, Q 63, Q 68, SP 70-1284, Co 419, Co 421, Co 449, H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174, B 47-44, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 55-227, B 60-125, B 60-267, CP 57-603. En los 90 se reportan NCo 310, SP 70-1284, Q 96, Q 102, SP 71-5574, PINDAR, CP 70-1133, CP 72-2086, CP 87-1248, BT 65-152, B 47-44, B 60-267, B 74-132, Já 60-5, Co 421, H 54-775, H 56-4848, H 57-5174, H 60-8521, H 61-1721, H 62-4671, H 71-4441, CP 57-603, Mex 57-473, Mex 68-P-23, B 76-259, SABORIANA. Luego del 2000 se citan CP 72-2086, NA 56-42, SP 70-1284, CP 72-1210, NCo 310, Q 96, Q 132, Q 138, BT 65-152, PR 80-2038, SP 81-3250, SP 70-1143, SP 71-5574, SP 79-2233, PINDAR, B 76-259, B 77-95, B 80-689, B 82-333, B 89-1351, RB 73-9735, RB 86-7515, Mex 57-473, Mex 79-431, RD 75-11, H 61-1721, H 62-4671, H 77-4643, LAICA 03-805, LAICA 04-809, LAICA 04-825 y LAICA 05-805, entre otras.

Presentado en: **Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7**, Colegio Agropecuario de Santa Clara, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto 2018.

¹ Ingeniero Agrónomo, MSc. 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 / (506) 2284- 6067.

A.) Introducción

No hay duda en reconocer que la agricultura se ha convertido en una actividad cada vez más difícil de desarrollar en forma eficiente, competitiva y rentable, virtud de los numerosos y diversos factores que la intervienen y determinan, los cuales involucran elementos bióticos simples y naturales, como es el clima, hasta el gusto y preferencia de los consumidores finales, pasando por todas las relaciones y exigencias que establece el comercio nacional e internacional. Hacer agricultura se ha convertido en los tiempos actuales en una aventura llena de vicisitudes y sorpresas (Chaves 2011, 2012b, 2014b, 2016bc).

Muchos de los problemas otrora tradicionales asociados con materias varietales, fitosanitarias, de adaptación, manejo agronómico, productividad y comercialización no se han superado y menos resuelto; pero complementariamente, han surgido más bien otros que vienen a adquirir prioridad y complicar aún más el panorama agro productivo. El cambio climático por ejemplo, es uno de esos nuevos desafíos para la agricultura y la producción de alimentos, que amenaza seriamente con incrementar los efectos negativos sobre los sistemas productivos, aumentando complementariamente los impactos y posiblemente el número de personas hambrientas en los próximos decenios, debido a las graves consecuencias que vienen observándose. Se estima con buen criterio y alta probabilidad, que posiblemente los patrones de lluvia se modificarán hacia condiciones extremas, como puede ya percibirse aún de manera alterna para una misma región o localidad; asimismo, las temperaturas en todo el mundo se proyecta podrían aumentar hasta 6° C para el año 2050. Los principales desafíos del cambio climático para la agricultura y la producción de alimentos son una mayor frecuencia e intensidad de las sequías y las inundaciones, una elevación de las temperaturas y una mayor presión de las plagas y las enfermedades, todo lo cual contribuye a establecer un severo estado de “*estrés metabólico*” a los cultivos. Si a lo anterior sumamos el desplazamiento sistemático que sufre la agricultura costarricense por razones urbanísticas, valor de la tierra, desarrollo turístico e industrial y medidas ambientales, hacia zonas de menor aptitud para la agricultura, el panorama no resulta muy alentador y satisfactorio para el agro empresario nacional.

El desarrollo tecnológico mundial y nacional han demostrado que una de las formas viables y eficaces de incrementar la producción agrícola o, por lo menos, tratar de mantenerla estable frente a los nuevos desafíos planteados por el cambio climático y el entorno productivo y agro comercial, es utilizar variedades mejoradas obtenidas por medio del mejoramiento genético. La diversidad y el trabajo genético de las plantas cultivadas es la base para la obtención sostenible de variedades nuevas para afrontar los desafíos de hoy y del futuro; y en esto la caña de azúcar no es ni debe ser la excepción. Los fitomejoradores han hecho contribuciones importantes para aumentar los rendimientos de los cultivos entre ellos la caña de azúcar (Chaves 1995d, 2012b, 2014b).

No hay duda alguna en reconocer la importancia que tienen las variedades de caña para lograr alcanzar el éxito productivo y empresarial, razón por la cual cualquier esfuerzo orientado en esa dirección resulta importante y de alto valor agregado, ya que contribuye ostensiblemente con profundizar en el abordaje correcto que una actividad productiva tan compleja tiene. Chaves (1995b) expresó al respecto, que *“La variedad cultivada ha constituido por tradición y predilección, el factor controlable de la producción posiblemente más determinante e importante en la agroindustria azucarera mundial. Esta aseveración se fundamenta en el hecho suficientemente comprobado, de que mediante el empleo de materiales genéticos idóneos, es posible inducir incrementos significativos en los niveles de producción de caña y azúcar por unidad de área.”* Confirmando y reafirmando el concepto anterior, el mismo autor (Chaves 2015) asegura que *“...en la variedad reside tal vez el más importante y determinante factor intrínseco de mejoramiento productivo.”*

Siendo así, no hay duda que la mejora genética es una necesidad y también un incuestionable buen negocio, aunque la variedad ideal no existe (Chaves 1995adg), motivo por lo cual pueden identificarse beneficios como los indicados seguidamente, a las inversiones realizadas en el campo del fitomejoramiento de la caña de azúcar:

- Es viable seleccionar y liberar para uso comercial variedades de amplia adaptabilidad a entornos productivos muy variables, difíciles y disímiles en todos los aspectos (edáficos, de relieve, climáticos, hídricos, mecánicos, biológicos, químicos y de manejo), lo que amplía la frontera agrícola y habilita áreas con bajo potencial.
- Permite obtener variedades de uso comercial agroindustrialmente más productivas y dotadas de una mayor estabilidad y sustentabilidad de los rendimientos.
- Se contribuye a resolver graves problemas fitosanitarios provocados por el ataque de plagas y enfermedades de fuerte impacto productivo y económico.
- La vida y uso comercial de dichos clones es más prolongada, lo que justifica y favorece las inversiones implicadas.
- Se obtienen variedades adaptables y más rentables para niveles tecnológicos diferenciados, aún los de más baja inversión, favoreciendo con ella las demandas particulares de segmentos importantes de grupos productivos.
- Permite identificar y liberar variedades con tolerancia razonable a la sequía o el exceso de humedad, también a los suelos ácidos, de textura variable (arenosa-arcillosa) y ciclos vegetativos largos (16-24 meses), para contribuir a reducir los costos de producción asociados y mejorar la viabilidad financiera y competitiva en las agro empresas marginales.
- Es viable alcanzar beneficios ambientales al obtener variedades que dependan menos de los plaguicidas o utilicen el agua y los nutrientes con mayor eficacia; clones más ecoeficientes.

- Es posible atender y enfrentar con algún grado importante de éxito el serio problema actual provocado por el “*estrés metabólico*”, que tanto impacta la productividad de las plantaciones comerciales de caña de azúcar.

La importancia de la productividad agroindustrial para el desarrollo y consolidación de una empresa es conocida y aceptada por todos, pues toda unidad productiva competitiva muestra índices altos, satisfactorios y competitivos en su nivel de productividad. Por este motivo, los esfuerzos que se realicen por mejorar la productividad del cultivo, independientemente de su condición, nunca serán suficientes ni permanentes, si consideramos la gran cantidad de variables que inciden negativamente en las operaciones de una plantación y una agro empresa de caña de azúcar.

Bajo esos principios, en el presente documento se aborda y desarrolla ciertamente de manera sucinta por el volumen, dificultad y complejidad del tópico tratado, el tema de las variedades y el mejoramiento genético de la caña de azúcar desarrollado históricamente en Costa Rica, con lo cual se procura ofrecer una perspectiva holística y concisa del recorrido histórico que ha seguido la mejora genética de la caña en el país. Se espera con este aporte, contribuir a lograr la justa valoración y comprensión del esfuerzo y el trabajo desarrollado por varias instituciones, empresas y muchas personas durante muchos años, en la búsqueda de identificar y liberar mejores variedades de caña de azúcar para adaptarlas y explotarlas comercialmente en las condiciones variables y disímiles de nuestros entornos de producción.

A.1.) Evolución de la agroindustria azucarera nacional

El cultivo de la caña de azúcar ha tenido a través de la historia gran relevancia en Costa Rica, lo que trasciende a tiempos desde su introducción al territorio nacional, en consideración de que ha participado de diferentes formas generando beneficio y creando riqueza, fuera comercial, alimentaria, económica y hasta cultural (Sáenz 1970; Barboza *et al* 1982; Subirós 1995; Chaves 1997, 2015a, 2016c; León y Arroyo 2012; Chaves *et al* 2018a). La tendencia orgánica es también una oportunidad comercial interesante por explorar para lo cual se tienen las condiciones necesarias (Chaves y Durán 1999; Chaves 2001a).

El crecimiento, desarrollo y la evolución sufrida por el cultivo hasta constituir y llegar a consolidar lo que hoy día representa para la agroindustria azucarera para el país, han sido importantes y muy apreciables en todos los sentidos, como lo revela el Cuadro 1 para diferentes periodos de tiempo, valorados y expresados en reveladores y muy representativos indicadores de producción y productividad. Dicha información viene organizada y expuesta por decenios para el periodo 1950-2016, correspondiente a 67 años continuos de labor institucional; el cual incluye ocho zafas específicas e individuales que se

consideran muy reveladoras y representativas de lo acontecido con la organización cañero-azucarera en ese periodo de tiempo.

**Cuadro 1. Indicadores nacionales de producción y productividad agroindustrial promedio.
Periodo 1950-2017 (67 años).**

Zafra	Área (has) Sembrada	Caña (t) Procesada	Azúcar (t) Fabricada	Rendimientos promedio			Relación Caña/Azúcar
				Agrícola (t/ha)	Industrial (kg 96°/t)	Azúcar (t/ha)	
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	53,9	96,63	5,21	10,35
1980-81	34.600	2.203.560	201.820,1	60,4	91,59	5,53	10,92
1990-91	41.500	2.629.140	265.301,4	71,1	102,47	7,17	9,91
2000-01	49.900	3.398.282	369.413,3	72,0	108,71	7,83	9,20
2010-11	57.480	3.320.596	355.078,6	61,1	106,93	6,53	9,35
2016-17	64.251	4.343.890	452.160	77,1	104,09	8,02	9,61

Fuente: Chaves *et al* (2018a) * Valores estimados por el autor.
Los valores corresponden al de la zafra particular al cual van referidos.

Se comprueba e infiere a partir de esa información valorada por décadas para un periodo tan importante y representativo, el incremento alcanzado en cuanto a producción total de caña (toneladas métricas) y por ende de azúcar en cada una de esas zafras, lo cual trasciende también y vincula al área sembrada (ha) con caña en el periodo correspondiente. Igual efecto se aprecia y aplica también a los índices de productividad promedio medidos por la cantidad de caña y azúcar producida por hectárea, la concentración de sacarosa contenida y extraída a partir de una tonelada de caña procesada en el ingenio (kg/t) y la Relación Caña/Azúcar, término adimensional que expresa la cantidad de caña que es necesaria moler para fabricar en el ingenio una tonelada métrica de azúcar. Como se concluye de los resultados mostrados, algunos de esos indicadores han crecido de manera lineal con el tiempo, con ligeros retrocesos en alguna zafra originados básicamente por causas ambientales, fitosanitarias o económicas, todo lo cual es testimonio del mejoramiento logrado en el tiempo. La tecnología sin lugar a dudas ha sido concluyente en esa mejora agro productiva e industrial, siendo el componente genético manifestado y expresado en el empleo y cultivo de mejores variedades de caña un factor determinante.

En el periodo de 67 años evaluado se ha logrado un impresionante aumento productivo de 1.856,4% correspondiente a +4.109.890 toneladas de caña y un 2.123,4% (+430.866 toneladas) en el azúcar fabricado en el país. En productividad agroindustrial, se ha conseguido incrementar los rendimientos de campo en 220,3% correspondiente a +42,1 t de caña/ha y del 252,2% en el caso del azúcar fabricado (+4,84 t/ha). La cantidad de

sacarosa contenida y extraída a partir de la materia prima procesada en las fábricas nacionales, se aumentó en promedio en un 114,4% correspondiente a +13,09 kg/tonelada de caña molida. Esa mayor riqueza en sacarosa se evidencia y mide por medio de la Relación Caña/Azúcar, en la cual de 11,0 toneladas de caña que eran requeridas en el año 1959 para fabricar una tonelada de azúcar, en el año 2017 fueron necesarias apenas 9,61 t, lo que revela un ahorro de 1,39 toneladas, con su consecuente efecto y beneficio económico. Como se anotó, la mejora lograda en liberar mejores variedades comerciales de caña de azúcar ha sido fundamental y concluyente en alcanzar esos determinantes e incuestionables logros agro productivos e industriales.

B.) Objetivos

B.1.) General:

Exponer y analizar por periodos de tiempo representativos el recorrido histórico y la dinámica que ha mostrado el cultivo de las variedades de caña de azúcar de mayor uso comercial a nivel nacional y regional en Costa Rica.

B.2.) Específicos:

- a) Ubicar por región productora las variedades de caña de azúcar dominantes en cuanto a área sembrada (ha) en diferentes momentos históricos.
- b) Determinar y proyectar la evolución de siembra de las variedades más destacadas en el tiempo según región productora y sigla de origen.
- c) Identificar el crecimiento en siembra y/o la pérdida de relevancia de las variedades de mayor uso comercial en el país y en las regiones productoras con el transcurrir del tiempo.
- d) Estimar la duración del uso comercial de las principales variedades de caña sembradas en el país y sus regiones productoras.

C.) Metodología

La estrategia y metodología seguida para lograr la consecución y el cumplimiento cabal y satisfactorio de los objetivos establecidos en el presente estudio, se basó en identificar, ubicar y utilizar fuentes de información secundaria calificadas, consultando publicaciones técnicas realizadas en diferentes periodos históricos de tiempo, las cuales debida y sistemáticamente articuladas permitieron darle continuidad, conectividad y sistemática en el tiempo a la condición de cultivo de las variedades dominantes en el momento.

Como se comprueba en la literatura consultada y citada en el presente documento, la cantidad de referencias revisada e incorporada es amplia, diversa y muy voluminosa en cuantía, calidad y contenido, lo que da confianza y alta credibilidad a los resultados

reportados y recabados en el estudio. Los orígenes y dinámica de cultivo de periodos antiguos se realizó por ese medio; lo cual se complementó en épocas más recientes con la información generada por los nueve **Censos Nacionales de Variedades** realizados por DIECA durante los últimos 30 años (1986-2016), lo que detalla con mucha exactitud y representatividad lo acontecido en ese periodo de tiempo, como lo expone el Cuadro 2. Como se infiere del mismo, el área (ha) cubierta por dichos Censos fue alta y la cantidad de unidades productivas consultadas muy significativa, lo que como se indicó aporta mucha representatividad a los resultados expuestos (Chaves y Chavarría 2013).

Cuadro 2. Información básica correspondiente a los Censos Cañeros realizados en Costa Rica en los últimos 30 años (Periodo 1986-2016).

Censo	Área (has)		% Representado	Unidades Productivas Muestreadas	N° Entregadores reportados *	% Representado	Referencia
	Sembrada	Muestreada					
1986	34.500	33.628,10	97,47	2.532	6.932	36,53	Vargas 1986
1994	46.800	44.485,12	95,05	2.264	7.558	29,95	Chaves 1995c
1998	48.810	36.059,5	73,88	---	6.306	---	Chaves <i>et al</i> 1999
2000	49.900	45.696,42	91,58	1.151	5.458	21,09	Chaves <i>et al</i> 2001
2003	50.400	44.529,55	88,35	1.285	8.602	14,94	Chaves <i>et al</i> 2004
2007	54.550	53.503,00	98,08	1.710	11.960	14,30	Chaves <i>et al</i> 2008
2010	57.480	53.030,22	92,26	2.055	8.041	25,56	Chaves <i>et al</i> 2011
2013	63.205	58.560,29	92,65	1.754	7.843	22,36	Chaves <i>et al</i> 2015
2016	64.251	57.069,90	88,82	1.716	6.577	26,09	Chaves <i>et al</i> 2017

* Considera la cantidad de entregadores Independientes, No Independientes e Ingenios activos registrados en nóminas de LAICA.

La información recabada se organiza por asunto de interés y expone por periodo de tiempo, de manera que se contextualiza muy bien la dinámica seguida de manera sistemática por el esfuerzo mejorador realizado en el país en materia genética, por parte de las instancias que han intervenido de manera decidida en el mismo.

D.) Resultados

Seguidamente se presentan y comentan de manera organizada y secuencial según periodo histórico, los resultados más relevantes y reveladores de la consulta y revisión de documentación secundaria realizada sobre los materiales genéticos más sembrados en el país; los cuales como se comprenderá, no puede ser tan específicos y detallados por razones obvias de espacio. Inicialmente se esboza una revisión de lo sucedido en los primeros años de la llegada de la planta de caña al Continente Americano, su introducción al territorio nacional y posterior recorrido acompañando las corrientes de colonización y asentamiento que acontecieron en el país; hasta llegar a nuestros días.

D.1.) Se introduce la caña: *el inicio*

Como es comprensible entender debemos en principio hablar en referencia directa al país como territorio nacional, pues la República de Costa Rica y su delimitación territorial aún no existía como tal, para lo cual deberían pasar aún varios siglos; por esta razón, los registros históricos deben en este periodo inicial contextualizarse e interpretarse correctamente en esa forma. Los conceptos de variedad y cultivar no resulta tampoco conveniente aplicarlos en esta circunstancia y significado correcto de los mismos, sino hasta más adelante por lo que los materiales genéticos se citarán como simples clones de caña (Arévalo *et al* 2006).

La caña de azúcar constituye uno de los cultivos más antiguos del mundo. Se considera que su reconocimiento comenzó unos 3.000 años A.C. en la isla de Nueva Guinea, a partir de donde se extendió a Borneo, Sumatra y la India. El general griego Nearco, quien acompañó a Alejandro Magno a la India en el Siglo IV A.C., relata sobre una planta “*que produjo miel sin la ayuda de las abejas*”. La caña llega posteriormente a Persia, donde los árabes la descubren en el Siglo VII y de ahí pasa al sur de España, donde el cultivo se extendió y estabilizó durante la dominación musulmana. El origen de la caña de azúcar se ubica en el sureste de Asia y el registro más antiguo que la menciona data del año 1000 A.C., en la India.

Según Martín *et al* (1987), de acuerdo con la teoría de los “*Centros de origen y dispersión de las especies*” promulgada por el eminente científico ruso Nikolái Ivánovich Vavilov, por medio de la cual afirmaba que el centro principal de origen y dispersión de una especie cualquiera, es el lugar donde se encuentra localizada la mayor cantidad de especies e individuos creciendo espontáneamente; para lo cual se debían considerar también los “*Centros secundarios*”. Siguiendo dichos preceptos y reconociendo el resultado de las expediciones realizadas por los colectores de formas indígenas de especies *Saccharum*, se confirma con bases sólidas que la caña es una gramínea originaria de Nueva Guinea. La planta se cultivó por primera vez en el Sureste Asiático y la India Occidental; alrededor del 327 A.C. era un cultivo importante en el subcontinente indio. Se dice que fue introducido en Egipto alrededor del 647 D.C. y alrededor de un siglo más tarde a España (755 D.C.).

La caña de azúcar de acuerdo con la información histórica fue traída al Continente Americano por Cristóbal Colón en su segundo viaje (1493), introduciéndola a la Isla “*La Espagniola o La Española*”, lo que hoy representa República Dominicana y Haití, a partir de donde se distribuyó rápidamente por el resto de islas del Caribe (Antillas), entre ellas Cuba y Puerto Rico, donde es reportada en el Siglo XV.

Se dice que esas primeras cañas introducidas no prosperaron y afirma, que posteriormente Colón trajo nuevas plantas en su tercer viaje (1498), las cuales para el año 1501 estaban crecidas llegando pronto el éxito de las plantaciones de caña de azúcar en esa isla. La historia de la industria azucarera de República Dominicana se remonta al año 1505, cuando

el primer ingenio que produjo azúcar de caña en escala comercial se instaló en la localidad de San Cristóbal en el año 1517 y exportaba el producto (azúcar) a España. El éxito de dichas plantaciones en Santo Domingo llevó pronto su cultivo a lo largo del Caribe y América del Sur. A partir del Siglo XVI la producción y comercialización de azúcar se expandió por todo el mundo.

De Santo Domingo la caña pasó a otras islas y llegó a Cuba según registros en 1516 (Martín *et al* 1987); además de proyectarse a otros países Iberoamericanos como México, Guatemala, Nicaragua, Ecuador, Colombia, Venezuela, Perú (1533), Argentina (1620) y Brasil, donde es llevada por los portugueses en 1549. Sobre el año 1715 la planta se introdujo en los E.E. U.U. (Louisiana), siendo este hecho considerado por algunos como *“el más grande regalo del Viejo al Nuevo Mundo, la caña de azúcar”*, según citas de la época.

En el territorio mexicano, el cultivo de la caña de azúcar se inició luego que Hernán Cortez trasladara plantas desde Cuba en 1522-23, incluso algunos estudios señalan que dos años después, es decir, en el año 1524 ya había cañaverales. La planta acompañó posteriormente las corrientes de colonización seguidas por los conquistadores españoles por lo que fuera actualmente territorio mexicano. En Guatemala se cultivó caña de azúcar en el año 1536 de forma artesanal y en 1587 ya había varios trapiches en el Valle de Guatemala. El primer ingenio en ese país fue documentado en 1591 (CENGICANÍA 2012). La actividad azucarera en Nicaragua data de la introducción de la caña en 1526, llevada a cabo por el gobernador de entonces Don Pedrarias Dávila. Se reporta que el primer ingenio fundado en Nicaragua fue el San Antonio, en el año 1892.

Como acontece habitualmente en esta materia, varias versiones de historiadores existen en torno al recorrido seguido por la caña en territorio del entonces llamado “Reino de Guatemala”, de lo que hoy es Centroamérica y su posterior ingreso al territorio nacional. Existe sin embargo una coincidencia consistente en aceptar que la caña de azúcar se introdujo a Costa Rica procedente de Puerto Rico, a través de lo que hoy es Nicaragua, hecho atribuido al conquistador español Pedro Arias Dávila, también nombrado como Pedro Arias de Ávila y reconocido por su mote “Pedrarias”, quién ocupara el cargo de gobernador y capitán general de Castilla de Oro (comprendía territorios actuales de Nicaragua, Costa Rica, Panamá y la parte norte de Colombia) desde 1514 hasta 1526, y el de gobernador de Nicaragua de 1528 a 1531.

La introducción de la planta de caña al territorio nacional la mayoría de escritos la ubica alrededor del año 1530, como lo refieren Aguilar (1980, 1982, 1994), Chaves (1995b, 1997), Chaves y Aguilar (1991), Pinto (1958), Subirós (1995), entre otros. Al respecto, Sáenz Maroto (1970) en una posición más prudente apunta y aclara, que *“No tenemos un solo dato concreto para referirnos sobre la introducción de la caña de azúcar en Costa Rica. Los*

primeros datos o informes hablan de trapiches de caña o de dulce como se les menciona. Tal información aparece a mediados del siglo XVI en adelante.” En relación al mismo tema, León y Arroyo (2012) mencionan, que “Hay noticias de la siembra de caña en Costa Rica a partir de finales del siglo XVI, es decir poco después de la conquista que tomo lugar hacia 1560. La primera referencia conocida corresponde a 1573, cuando se consigna en informes de la época la existencia o intención de establecer trapiches de dulce.”

Ya en territorio nacional, la siembra de la caña siguió la ruta de avance y dinámica de expansión de los conquistadores españoles hacia el interior del país por territorios del Pacífico y el Valle Central, estableciéndose muy posiblemente siembras aisladas en las localidades donde los mismos fundaron sus primeros asentamientos. Esto hace presumir que fueron Nicoya, Esparta (hoy Esparza) y en el Valle de El Guarco en Cartago, donde se reportan las primeras explotaciones destinadas básicamente al autoabastecimiento. León y Arroyo (2012) citan, que *“El área en caña fue ampliándose de las primeras siembras en el Valle del Guarco, en la medida que avanzaba la colonización hacia el Valle de Barva. Hacia 1673 se informó que las siembras de caña se hacían desde Curridabat hasta Aserri.”*

El uso de la caña en esa época fue básicamente orientada a su empleo como energético en la alimentación animal (principalmente equinos), virtud de constituir estos el medio principal de movilización; también el consumo directo de su jugo, así como la obtención de alcohol por fermentación. Más adelante aparecen productos como la *“raspadura y el dulce”* que fueron inclusive mercancías importantes de exportación. Indudablemente la caña fue desde los inicios de la colonización muy importante para lo que sería posteriormente la República de Costa Rica (Sáenz 1970; Chaves 1997; Barboza *et al* 1982; León y Arroyo 2012).

D.1.1.) Primer clon de caña de azúcar

El concepto genético-comercial denominado variedad o cultivar no podría ser conceptualizado y aplicado correctamente a nivel nacional en esta época, pues no existían en el país en los inicios, como si ocurría en otros países, plantaciones con fines comerciales; pues como se anotó anteriormente, el objeto principal era el autoconsumo, por lo que lo correcto es hablar de clon apelando a su forma de reproducción vegetativa.

La información histórica referente a la identificación del clon de caña que acompañó la conquista española resulta dispersa, poco específica y además algo polémica; pese a lo cual, la literatura ubica la caña introducida y sembrada en un inicio en el continente denominándola como *“Criolla”*, aunque también le agregan el término *“Caña de Castilla”*, casi como sinónimos al reconocerla y nombrarla *“Caña de Castilla o Criolla”*. La Caña Criolla es también reconocida en la época como *“Cubana”*, posiblemente por su origen isleño luego de ser introducida al lugar.

Sáenz (1970) expresa al respecto remontándose a los inicios de la conquista, que en el año “1523- Se introduce la caña de azúcar a la isla de Puerto Rico como se dijo “...para remedio de la isla de Xan Xhoan (Puerto Rico), tomando gran incremento el cultivo de la caña blanca de azúcar. Este primer tipo de caña de azúcar es lo primero que llega a nuestro país, muchos años después conocida con el nombre de “Caña de Castilla”, enseguida como “Criolla”, y siempre con gran aceptación por su blandura, muy usada y apetecida por los criollos (campesinos) para alimentar sus ganados de trabajo, caballos y bueyes; siendo la misma “caña suave” que se usa en los primeros trapiches establecidos en el país para la molienda y fabricación de la miel, del dulce o raspado (tapas o tamugas) y marquetas, etc.”

En relación al primer clon introducido al Continente Americano por Colón, Chaves (1995b, 1997) señala, que “Tecnológicamente el desarrollo alcanzado era aún muy incipiente y se fundamentaba en el cultivo de la variedad conocida como “caña de castilla o criolla”, clon procedente de las Islas Canarias e introducido al Continente Americano por Cristóbal Colón en su segundo viaje en el año 1493. Este clon se cultivó bajo la modalidad de “entresaque de tallos maduros” por muchos años, constituyendo nuestra base productiva hasta que aparecieron otros materiales vegetativos procedentes del Caribe, que ofrecían mejores características agronómicas y mayor adaptación al medio.”

Profundizando y revisando información documental al respecto se encuentra que la denominada “Caña de Castilla” corresponde según la literatura, a una gramínea que no pertenece al género *Saccharum* ni tampoco posee azúcar. La Caña Común, Caña de Castilla o Caña Brava es una especie de planta herbácea perteneciente a la familia Poaceae, semejante al bambú, taxonómicamente se clasifica como *Arundo donax*, la cual alcanza alturas de 3 a 6 m, posee un tallo grueso y hueco. Las hojas lanceoladas son largas de 5-7 cm que envuelven el tallo en forma de láminas verde brillante. Las flores están en una gran panícula de espiguillas violáceas o amarillas de 3 a 6 dm de longitud. Cada espiguilla tiene una o dos flores. La floración de la planta se da al final del verano y el otoño. Es la mayor de las gramíneas de la región mediterránea y produce más biomasa por hectárea que cualquier otra planta de biomasa conocida, aparte del bambú. Se reconoce como una importante productora de biomasa industrial que puede cultivarse en una amplia variedad de suelos y condiciones climáticas (Wikipedia 2018a).

Queda claro entonces que la denominación taxonómica original de “Caña de Castilla” no puede asociarse de ninguna manera con la caña de azúcar, excepto que por alguna afinidad, similitud fenotípica, vinculación geográfica o color, se estableciera en ese entonces un paralelismo entre ambas plantas; por tanto, lo válido y recomendable es referirse en adelante a la “Caña Criolla”. La “Caña Castilla” se asocia con su color blancuzco, en tanto que entre las “Cañas criollas” se distinguen las de color morado, las rayadas y las amarillas, entre otras. Es importante señalar sin embargo, que el *Arundo donax* se cita actualmente

como un género de interés, filogenéticamente asociado y con algún grado de afinidad con el Género *Saccharum* por lo que tiene potencial para ser empleado en cruces intergenéricos en la búsqueda de incorporar variabilidad y nuevas propiedades de interés comercial (La caña común o de castilla 1975).

Siendo más específico, señala Subirós (1995) en torno al tema, que *“El clon introducido fue el Creola, presumiblemente un híbrido entre S. barberi y S. officinarum.”* La denominación “Creole” puede sin embargo interpretarse como sinónimo de “Criolla”, pues el término aplica para una lengua que nace habitualmente en una comunidad compuesta de personas de orígenes diversos que no comparten previamente una en particular y que tienen la necesidad de comunicarse, forzándolos a crear una nueva lengua con elementos propios de las suyas para poder comunicarse. Un ejemplo típico es el de los esclavos africanos llevados después de la conquista de América a las plantaciones del Caribe, o de las poblaciones autóctonas de regiones de Sudamérica, Oceanía y África que se vieron obligadas a utilizar la lengua de la potencia colonial (el inglés, el español, el francés, el portugués y el neerlandés) para poder comunicarse (Wikipedia 2018b). Informan Moore *et al* (2014) al respecto, que *“La caña de azúcar que se extendió por el Mediterráneo hasta el Nuevo Mundo fue el cultivar indio conocido como “Creole” en francés, “Criola” en español, o “Crioula” en portugués.”*; como se colige, se trata del mismo material genético expresado en diferentes idiomas.

De acuerdo con Pérez *et al* (1997), *“Las variedades de caña de azúcar actualmente cultivadas en el mundo son híbridos complejos del género Saccharum. Hace más de mil años las cañas nobles fueron llevadas por todas las islas del archipiélago del Pacífico por los navegantes polinesios; sin embargo, el Nuevo Mundo recibió su primera caña de azúcar de otra fuente, se trató de la conocida “caña criolla”, la que se ha podido comprobar es idéntica a la “Puri” de la India y que resulta ser un híbrido entre una caña india del grupo Mungo (S. barberi) y una caña noble (S. officinarum) (Bremer, 1932). Esta variedad se supone que haya sido introducida en el Nuevo Mundo por Cristóbal Colón en su segundo viaje, en 1493, habiendo sido cultivada por más de doscientos cincuenta años.”*

Asegura de manera contundente Flores (2001) sobre el mismo tema, luego de referirse a la introducción y distribución de la caña por el Caribe, que *“De modo que en la mayoría de los países del continente americano la variedad conocida como caña “Criolla” (Saccharum officinarum L.) fue la única que se cultivó durante más de 300 años, o sea hasta mediados del siglo XIX, y está según Deerr (1949-50), es la caña Puri de la India.”* En referencia y respaldo a lo aseverado anteriormente, señalan Abrantes, Bernal y Tomeu citados por Pérez *et al* (1995), que la Caña Criolla *“Constituyó la primera “caña noble” introducida en Cuba; se cultivó exclusivamente, durante casi tres siglos. Conocida en sus inicios como “caña de la Española”, que después se aclimató y quedó reconocida como “Caña Criolla” o “Caña de la*

Tierra". Fue descrita por esos mismos autores, como sigue "Es una planta de poca altura, de corteza blanquecina amarillenta y hojas erectas; resultaba ideal para moler en los antiguos trapiches, ya que mostraba poca resistencia a la presión de las mazas de madera." Agrega y amplía Flores (2001) al respecto, que "El tallo era más bien delgado, de poca altura (2,0 a 2,5 m) y de color blanquecino-amarillento, se caracterizaba por la excelente calidad del jugo, de maduración tardía y rica en sacarosa."

Queda demostrada la dificultad que existe para poder ubicar con exactitud la naturaleza del primer clon introducido al Continente Americano, pues hay diversidad de opiniones entre investigadores e historiadores de la caña de azúcar; lo cual sin embargo se aproxima y coincide en que fue la denominada Caña Criolla. Deberá profundizarse aún más en el tema.

D.2.) Clones sembrados antes del año 1900

Seguidamente se hace un salto grande en el tiempo y cubre un periodo muy amplio de tiempo en consideración del objetivo del estudio, las limitaciones de información existentes y lo aseverado por Flores (2001) y Abrantes *et al* citados por Pérez *et al* (1995), en el sentido de que la Caña Criolla fue la única que se cultivó en la región por más de 300 años.

D.2.1.) La caña en la Colonia: primeros clones

Es común encontrar en la literatura que lo referente al tema de las variedades en el periodo colonial, es descrito y agrupado bajo el concepto genérico de "Cañas Criollas" sin entrar en más detalles y menos aún diferenciaciones; en este momento todo era criollo posiblemente por carecer de criterios agronómicos que pudieran marcar y fundamentar diferencias.

En torno al tema debe reconocerse que es muy poco y confuso el detalle que existe sobre los clones de caña que fueron cultivados en territorio nacional en épocas coloniales, lo cual resulta lógico virtud de que no existían fuentes informativas ni actividades orientadas a la mejora genética de la caña, las cuales se basaron en la experimentación de "prueba-error" pero no en la investigación formal. Esta situación impedía individualizar, identificar y caracterizar los materiales sembrados por su origen genético, lo que si aplicaba por su origen geográfico y por apreciaciones de color, apariencia o similitud; lo cual conducía a error en consideración de que un mismo clon podía tener varios nombres incluyendo anglicismos. El tema requiere realmente de un estudio más profundo que ubique y contextualice con mejor precisión los materiales genéticos sembrados en este periodo.

Consecuentes con lo anterior, la literatura se refiere predominantemente como materiales sembrados en esa época a las "Variedades Nobles" nombradas y reconocidas, como: Caña Morada (Black Cheribón, Louisiana Purple y Caña de Batavia), Caña Rayada (Striped Cheribón, Ribbon o Striped Preanger) y Caña Cristalina (Ligth Preanger, White Transparent y Rose Bamboo).

En este punto resulta necesario y trascendental comentar para discernir y comprender mejor el tema varietal de la caña, referirse a un asunto que no puede pasar por alto, como es el diferenciar entre las denominadas **CAÑAS NOBLES** utilizadas inicialmente y las **CAÑAS MEJORADAS** resultantes de los procesos de hibridación y mejora genética conducida, como aconteció principalmente desde finales del siglo XIX e inicios del XX hasta la actualidad.

Las primeras cañas se mencionan y ubican como originarias de la Polinesia y Nueva Guinea, se considera además que fueron la base y el principio del mejoramiento genético de la caña de azúcar hasta nuestros tiempos. En la actualidad el término NOBLE se limita a señalar las cañas nativas que se seleccionaban y cultivaban para masticar por los pueblos indígenas de las islas del Pacífico (Pérez *et al* 1995). Las mismas aportan lo mejor del Género *Saccharum* como es su alto tonelaje de caña y buena concentración de sacarosa, suaves para la molienda por su baja fibra, área foliar abundante con hojas de lámina ancha, relativa baja rusticidad, sensibles al clima (humedad y sequía) y muy susceptibles al ataque de plagas y enfermedades; sus jugos eran de fácil clarificación en la fábrica. Entre ellas se citan la Blanca de Othaeti, Bourbon o Otaheite (Lehania, Lahaina, Vellai, Bousier, Caña Rayada), la Rayada (posible Cheribón Rayada), la Cristalina, la Zopilota, la Negra, la Criolla (Black Cheribón), Black Fiji, la Bambú, Caña Listada, Cinta (Caña Listada o de Baviera), Morada, entre otras (Sáenz 1970, Subirós 1995, Chaves 1997, Pérez *et al* 1997, Flores 2001).

De acuerdo con Pinto (1958), estas cañas *“no pueden considerarse puras, ya que crecieron en forma natural para convertirse en verdaderos híbridos naturales. De manera que al sembrar la semilla fisiológica, es decir, aquella que proviene de la flor, las pocas plantas que desarrollan de la germinación de dicha semilla, muestran variaciones muy grandes, llegando aún a constituir variedades nuevas. Ese fue el origen de la variedad conocida con el nombre de Demerara 1135.”*

Durante los primeros tres siglos de la Nueva España (1522-1821) hay de acuerdo con la literatura, muy pocas referencias a la caña de azúcar, siendo hasta principios del siglo XIX cuando Humbolt en su *“Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España”*, propuso en 1803 la necesidad de introducir a Cuba la variedad Otaheite (conocida como Caña Habanera y en Hawái como Lahaina), con el objeto de sustituir y desplazar a la tradicional Caña Criolla, que ya mostraba signos de franca decadencia (Flores 2001).

El clon de mayor simpatía y cultivo en este largo periodo en Cuba fue la caña noble conocida como **Caña de Otaheite u Otahití** originaria de Tahití, que poseía tallos consistentes que impedían molerla en los trapiches de madera, lo cual se resolvió con la aparición de los molinos de hierro; el clon desplazó a la Caña Criolla, para 1780 representó del 55-80% del área cañera cubana. Posteriormente llegaron otros clones también nobles como fueron la **Cristalina** y la **Cinta** o **Caña Listada de Baviera**. De acuerdo con Stevenson (1965), la era de

la Caña Criolla fue seguida, particularmente en el caso del Continente Americano, por la Otaheite, Bourbon o Lahaina, que demostró ser más productiva que otras, favoreciendo su dispersión por todo el mundo hasta que las plagas y las enfermedades (posiblemente Pudrición Roja del tallo, Sereh, Virus del Mosaico y Gomosis) la debilitaron, promoviendo su sustitución y desplazamiento por otras cañas del grupo Cheribón.

Expresa Pinto (1958) en torno a esos clones sobresalientes, que *“Toda la industria que se puede considerar antigua se asentaba casi exclusivamente sobre la variedad Otahiti, la cual producía muy buen tonelaje, buena concentración (riqueza en sacarosa) y muy suave para moler; con el defecto de ser muy susceptible a enfermedades. Esta caña se llamó después “Borbón” y su cultivo pronto se hizo universal y constituyó el principio de la moderna industria azucarera. Luego poco a poco fueron apareciendo las nuevas variedades de caña, las cuales, muchas desarrollaron enfermedades que perjudicaron en grado muy alto la industria azucarera.”*

Asegura Sáenz (1970) para Costa Rica, que *“Es a finales del siglo XVIII (1796) cuando se comienza a hablar de las “Cañas Cubanas” con cierta individualidad agronómica, hasta llegar a la cúspide de la fama en el mundo azucarero, como las Bamboo, Blanco (serie), Barbados, Brava, Caledonia, etc.”* En el mismo sentido y sobre el mismo asunto, mencionan Barboza et al (1982), que *“Hasta el siglo XVIII se concede cierta individualidad a algunas cepas distinguiéndolas dentro de las caña criollas, como ejemplos pueden citarse las variedades “morada”, “rayada”, “amarilla”, etc.”*

Es importante mencionar para fines aclaratorios en este asunto virtud de su significado e implicaciones interpretativas, que es común por parte de algunos autores e investigadores, ubicar y citar erróneamente clones en momentos históricos cuando ni siquiera se habían fundado e iniciado labores de cruzamiento e hibridación en las Estaciones Experimentales que los generaron y liberaron para su uso comercial, lo que obviamente es un error.

Se concluye que lo acontecido en el territorio nacional en cuando a uso de clones de caña de azúcar en este periodo colonial, fue con el obvio retardo implícito, utilizar los mismos materiales genéticos que venían sembrándose en el resto de la región, el continente y el mundo; los cuales se basaban en las Variedades Nobles que ofrecían buenos contenidos de sacarosa y altos tonelajes de materia prima, pero adicionalmente muy alta susceptibilidad a las plagas y enfermedades que se convertían en una serie limitante.

D.3.) Clones sembrados luego del año 1900

En cuanto a las **CAÑAS MEJORADAS**, resulta necesario entender que la caña de azúcar es una gramínea perteneciente al Género *Saccharum* que comprende las variedades interespecíficas, que se asocian y agrupan a ese género favorecido por la poliploidia ($2n =$

40-124) de la planta; como también, variedades intergenéricas obtenidas mediante vinculación con otros géneros afines cercanos. A todo este amplio y diverso grupo de géneros y especies se le conoce como el “**Complejo Saccharum**”, el cual es responsable de disponer y favorecer genéticamente una alta capacidad combinatoria a la planta y con ello una alta probabilidad de encontrar híbridos comerciales sobresalientes y excepcionales.

Luego del año 1888 en que se descubre la sexualidad y con ello la fertilidad de la caña de azúcar, el trabajo genético mediante cruzamiento e hibridación de progenitores sobresalientes se dinamiza en todo el mundo, apareciendo de manera sistemática importantes centros y estaciones experimentales donde se investiga, mejoran las técnicas y metodologías de trabajo y logran pronto resultados muy importantes que vienen a revolucionar la agroindustria azucarera en todo el orbe (Stevenson 1965, Heinz 1987, Flores 2001, Moore *et al* 2014). Surgen en un corto periodo y casi simultáneamente las Estaciones Experimentales en Java (1882), Barbados (1889), Guyana (1889), Reunión (1889), Australia (1890), Mauricio (1891), Hawái (1904), Cuba (1905), India (1912), Brasil (1913), Puerto Rico (1913), USA (1918) y Sudáfrica (1929), entre muchas otras.

D.3.1.) Periodo 1900 - 1930

La mayoría de las referencias vinculadas con variedades en este periodo reiteran en reconocer los clones mediante nombres comunes, tal como lo hace Van der Laat en el año 1911, al mencionar la siembra de la caña “Bambú” procedente de Hawái y la “Cubana” originaria de esa isla. Menciona adicionalmente el señor Van der Laat algunas recomendaciones y particularidades de las mismas, como acontece al “recomendarlas” como apropiadas para cultivarlas en terrenos húmedos y calientes, con el inconveniente de sufrir “acame”. También nombra la denominada “Caña Rayada” (Otaheite, Tahití) cuya mejor adaptación se da en terrenos menos húmedos, razón por la cual se cultiva en la zona del Pacífico donde crece y desarrolla bien. Se menciona también la “Caña Amarilla” (Cubana o Criolla), como apta para terrenos secos del Valle Central, con la ventaja de no acamarse y producir buena azúcar. Por extensión, cita con alguna restricción la variedad “India o Morada” como de amplia utilización, pero no recomendando su cultivo por poseer características inapropiadas que no la hacen apta, sugiriendo su desecho como material de siembra para la producción de azúcar y extracción de azúcar.



Este periodo es muy importante para el tema en análisis, en consideración de que aconteció un hecho que marcó pauta para el futuro de la agroindustria. En el año 1926 se da a creación de la **Escuela Nacional de Agricultura** por medio del Decreto Ejecutivo N° 43 del 15 de diciembre, lo que fija las bases institucionales iniciales de la investigación agrícola nacional. Este hecho favorece que a finales de los años 20 se dé la introducción al país de las bien ponderadas variedades originarias de Java, reconocidas por la sigla POJ que tanto beneficio le dieron por muchas décadas a la agroindustria azucarera nacional y mundial.

Sobre este particular, asegura Chaves (1995b) basado en lo que de manera personal le manifestara el Ing. Agr. Rodrigo J. Pinto Fernández, Jefe de la Sección Experimental Agrícola del Departamento Nacional de Agricultura en esa época (Chaves 2001b), respecto a que *“Se dice que fue el Ing. Agr. Bernardo Iglesias Rodríguez, en su gestión como fundador, primer director y promotor de la Escuela Nacional de Agricultura, quién en el año 1927 introdujo al país las novedades de la época a nivel internacional y que en poco tiempo llegarían a ser los clones más cultivados en todo el territorio nacional, se trataba de las variedades originarias de Java y mejor conocidas como POJ (Proef Station Ooest Java) entre las que venían las famosas y bien ponderadas POJ 2714, POJ 2725 y POJ 2878.”*

Importante destacar que esa prestigiosa Escuela fue dotada y contó con una finca “granja” experimental ubicada en el cantón de San Pedro de Montes de Oca, provincia de San José, donde se construyeron instalaciones físicas y adecuaron terrenos que compartió con el Departamento de Agricultura, dependencia de la Secretaría de Fomento y Agricultura, operado conjuntamente y orientado a la investigación agrícola de manera formal. Desde el año 1927 y hasta 1941 la Escuela Nacional de Agricultura operó de manera independiente, pues luego de ese año pasó a constituir la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica (Chaves 2001b).

D.3.1.1.) Se introducen los primeros clones de caña al país

La creación y operación de la Escuela Nacional de Agricultura impulsó, dinamizó y ordenó institucionalmente la adquisición de materiales genéticos del exterior, como apunta Chaves (1995b) al manifestar, que *“Para el año 1930 se menciona la siembra en el país de clones como POJ 36, POJ 213, POJ 979, POJ 2714, POJ 2725 y POJ 2878 en la región de Grecia, Alajuela; así como también, otros materiales novedosos para la época como eran la Co 210, Co 213, Co 281 (Caña Blanca), BH 10-12, B 417, PR 676, D 11-35 y otros de la serie Harvard como 9-072, 12-027, 15-166, la Uba de Natal, Super Uba (CH 1421), Mayagüez 42 (M 42), Mayagüez 63 (M 63) y la denominada Santa Cruz (SC 12/4).”*

Como se infiere de esa información, el panorama de opciones de siembra para los agricultores nacionales de caña de azúcar empieza a vislumbrar una mejora sustancial, virtud de que son introducidas al país y aparecen nuevas variedades procedentes de

localidades de gran tradición azucarera en el mundo y la región, y que ya pueden ser tipificadas y cuentan además con un antecedente productivo verificado comercialmente, que permite su trazabilidad genética según progenitores de origen y agro productiva de acuerdo con su comportamiento en el campo y la fábrica. El tema fitosanitario era fundamental como criterio definidor en esta materia, pues significaba una seria limitante.

Desde inicios del siglo XX el cultivo de la caña de azúcar y la actividad trapichera adquieren mucha relevancia económica, con lo cual su expansión hacia diversas y nuevas zonas de cultivo se dinamiza, favoreciendo con ello y ante la carencia de una organización líder especializada en la materia tecnológica, la “prueba empírica de adaptabilidad y comportamiento” de los clones disponibles y que ya empezaban a ingresar al país.

D.3.1.2.) Arranca la investigación en el país

Como se indicó ya para este momento podían distinguirse, reconocerse e individualizarse los clones introducidos por su origen, procedencia y comportamiento productivo medido en términos de adaptabilidad y productividad potencial; como también por su sensibilidad a plagas y enfermedades. En los terrenos de la Escuela Nacional de Agricultura se estableció por primera vez un “jardín de variedades” donde se reunían y concentraban las variedades de cañas introducidas y disponibles en el país. La incipiente investigación que surgía basada más en conceptos empíricos de “experimentación”, donde se comparaban y valoraban clones principalmente por su grado de adaptación a condiciones particulares de siembra como tipos de suelo (tierra), grado de humedad, condiciones de clima, altitud, ataque y resistencia a plagas y enfermedades y obviamente tonelaje de caña y riqueza en azúcar contenida en sus tallos. Los comparativos empleando criterios y herramientas estadísticas aún no estaban disponibles, lo que hacía el trabajo más sensitivo y de apreciación personal que objetivo por el resultado de indicadores probabilísticos, electrónicos o de laboratorio.

D.3.2.) Periodo 1931 – 1949

Esta década es fundamental en lo concerniente al tema varietal, pues los reportes de la época revelan la existencia en el país de una interesante cantidad y diversidad de clones de caña, con reportes de pruebas experimentales realizadas en diversas localidades como son el Valle Central y la zona sur de San José (Puriscal, Aserrí, Curridabat), donde hoy aún se mantiene un área importante sembrada con caña destinada fundamentalmente a la elaboración de dulce, no a la fabricación de azúcar.

Apunta Chaves (1995b) en este sentido, que *“En el año 1933 se recomienda para suelos “buenos” y con disponibilidad de riego, la siembra de los clones BH 10-12 y POJ 2878; en tanto que en el caso de suelos “buenos” pero sin riego, la POJ 2714; así como la Co 281 en suelos “malos” con riego, lo que demostraba algún grado de individualidad agronómica de*

los clones en su comportamiento. Estos eran los preámbulos de una evolución que en materia varietal se gestaba en el país para las décadas siguientes, y que con el tiempo significarían las bases del desarrollo genético actual.”

Se reconoce en el año 1938 la presencia en el país de los clones TUC 407, TUC 472, TUC 1046 y POJ 114; sobresaliendo en 1940 la Co 281 mejor conocida como “Caña India” como un clon de rápido brotamiento en la localidad de San Pedro de Poás, Alajuela.

La creación de la **Junta de Protección a la Agricultura de la Caña** mediante la Ley N° 359 del 24 de agosto de 1940, vino a generar un cambio de fondo y una dinámica especial a la agroindustria azucarera, en consideración de que por primera vez la actividad productiva se vio tutelada y regulada por una legislación específica (Chaves 2015b).

Se reporta el ingreso al país en el año 1943 de la variedad Colombiana MC 666 conocida como “Manuelita-Colombia”, aunque los informes internacionales la refieren como POJ 2961, la cual virtud de sus buenas características y adaptabilidad fue cultivada ampliamente en el país. En ese mismo año se introdujeron clones como CF 916, PR 676, PR 803, M 28, M 42, MC 113-37, MC 133-37, Co 290 y la reconocida “*Caña Japonesa*” perteneciente a la especie *Saccharum sinense*, la cual aún avanzados muchos años fue muy utilizada por el sector pecuario como forraje.

Señalan León y Arroyo (2012), que para el año 1943 con motivo del ingreso de nuevas variedades al país, se *“...provocó un desplazamiento del área sembrada con variedades criollas. Así para 1943 (aproximadamente 15 años después del ingreso de los nuevos híbridos) el área sembrada con las cañas criollas se había reducido a un 70% del total, con una rápida adopción principalmente de cañas procedentes de Java (sembradas ya en alrededor de un 21% de las fincas).”*

En el año 1949 se publicó el resultado de un importante y revelador **Censo Cañero Nacional** realizado en el año 1948 (COSTA RICA.MAI. 1949), donde se evidenciaba por una parte la relevancia pero a su vez el incipiente desplazamiento que padecía la tradicional “Caña Criolla”, que por tantas décadas había significado la base de toda la producción nacional de dulce, azúcar y el uso pecuario de la caña en que fue empleada. El Cuadro 3 muestra un detalle de los resultados obtenidos por el Censo, a partir de los cuales puede inferirse y concluirse lo siguiente:

- 1) La variedad “Criolla” se mantenía en el año 1948 como la opción de siembra más importante, lo que se reflejaba en su mayor área cultivada equivalente en promedio a un 71,1%; reportando Guanacaste y Puntarenas una mayor aceptación con un 96,7% cada una, y por el contrario, Cartago la menor área de siembra (43,6%).

- 2) El clon POJ 2878 se perfilaba como la variedad sustituta y que empezaba a mostrar características de adaptación y producción favorables, que luego la llevarían a ocupar un rol importante en la agroindustria que hasta hace algunos años aún se observaba. Hoy se mantiene en uso en zonas dulceras tradicionales. Este clon califica incuestionablemente como una de los más importantes sembrados en Costa Rica, la historia y sus antecedentes lo confirman y ratifican.
- 3) La POJ 2878 se adaptó mejor y tuvo mayor aceptación por parte de los agricultores de caña en las provincias de Cartago (47,8%) y Alajuela (20,9%), y menor arraigo en Guanacaste (2,5%) y Puntarenas (2,7%), lo cual tenía bases agronómicas.
- 4) La variedad Co 281 procedente de Coimbatore, India, conocida como “Caña India” tuvo su mayor adaptación en la provincia de Alajuela, donde representó en ese año un importante 7,1%, seguido por Limón con el 1,9%. Este material genético fue reconocido por su gran adaptabilidad, excelente cepa y alta fibra, que lo hacían de corta y molienda difícil por su dureza; pero sobre todo su maduración estable y uniforme (evitaba realizar el tradicional entresaque de tallos maduros), su mayor concentración de sacarosa, como también su mayor tolerancia a enfermedades principalmente de origen fungoso. Aún hoy día sus frondosas cepas aún aparecen por la zona de Grecia y alrededores donde fue muy cultivada.
- 5) La POJ 2714 fue fiel compañera de su hermana de origen la POJ 2878, aunque con una menor aceptación, expansión y duración como variedad comercial. Su mejor adaptación geográfica fue muy similar a la de la POJ 2878.
- 6) El clon BH 10-12 conocido como “Barbados Hybrid” originado en esa isla caribeña también reportó presencia, lo cual también sucedía en el resto del área centroamericana y México, donde tuvo alguna presencia. Sin embargo para este momento, no mantenía una representatividad significativa.
- 7) Entre las “Otras Variedades” que utilizaban los productores de caña de la época estaban indudablemente muchas de las tradicionales Cañas Nobles que fueron importantes en la época colonial, como aconteció con la Morada, la Rayada, la Cristalina, la Zopilota, la Bambú, la Caña Listada y la Criolla, entre otras. Posiblemente también empiezan a tenerse reportes de otros materiales genéticos nuevos y de reciente introducción, que posteriormente adquirirían mayor renombre.
- 8) El resultado del Censo Cañero de 1948 evidencia sin lugar a dudas que era la provincia de Alajuela la que mantenía una mayor dinámica en favorecer el cambio tecnológico, al proyectar una mejora en el componente varietal, lo que es destacable y se proyectó también a otras áreas importantes de la agroindustria, como lo demuestran los antecedentes agronómicos y tecnológicos del cultivo.
- 9) El tamaño de las fincas era determinante en los resultados, pues los grandes productores como eran los ingenios que empezaban a surgir tanto en el Valle Central

(Alajuela) como en la provincia de Cartago (Juan Viñas), se abocaban a la siembra de nuevas y prometedoras variedades; mientras que en las regiones más tradicionales con predominio de pequeños agricultores, la costumbre por lo antiguo y conocido predominaba.

- 10) Se ratifica nuevamente la importancia de la preciada individualidad que adquirirían rápidamente las nuevas variedades en desarrollo, lo que favorecía poder caracterizarlas y tipificarlas en cuanto a sus atributos y limitantes más sobresalientes, particularmente en cuanto a adaptabilidad a suelos y clima, uniformidad productiva que evitaba realizar el entresaque de tallos maduros, susceptibilidad o tolerancia a plagas y enfermedades, respuesta a la aplicación de abonos, maduración, concentración de sacarosa, tonelaje de caña, facilidad de cosecha y producción de caña y azúcar, entre otras.
- 11) No hay duda en asegurar que el surgimiento y fortalecimiento de la organización cañero-azucarera en el año 1940, le dio un nuevo y renovado matiz a todas las actividades y acciones que la agroindustria promovió, entre las cuales las de índole tecnológico no estuvieron exentas de atención, sobre todo por el dinamismo que la agricultura como tal mantuvo. Sin embargo el impacto fue efímero.

Cuadro 3. Siembra de variedades de caña de azúcar según provincia en el año 1948.

Provincia	Número de fincas	Variedad sembrada (%)					
		Criolla	POJ 2878	Co 281	POJ 2714	BH 10-12	Otras
Alajuela	3.840	61,2	20,9	7,1	5,6	2,1	3,1
San José	2.050	82,2	13,6	0,4	1,0	0,4	2,4
Heredia	659	89,8	7,0	0,9	0,9	0,6	0,8
Cartago	582	43,6	47,8	0,1	3,2	0,7	4,6
Guanacaste	404	96,7	2,5	--	--	0,5	0,3
Puntarenas	363	96,7	2,7	--	--	--	0,6
Limón	53	75,5	11,3	1,9	--	5,7	5,6
Total	7.950	71,1	18,0	3,9	3,3	1,3	2,4

Fuente: Ministerio de Agricultura e Industria (1949); León y Arroyo (2012); Barboza *et al* (1982).

No puede pasar por alto en consideración de las implicaciones y el significado que tuvo por muchas décadas, la apertura de la “*Granja Experimental Socorrito*”, situada en Barranca de Puntarenas, lugar donde se realizaron muchas pruebas experimentales que sirvieron de base y fundamento para la expansión posterior del cultivo de la caña en la región del Pacífico Seco (Puntarenas y Guanacaste). La labor desarrollada en el lugar por los Ingenieros Agrónomos Rodrigo J. Pinto Fernández, Carlos Ramírez Rodríguez, Fausto Lizano Madrigal y Carlos Eduardo Mesén fue muy sobresaliente y destacada.

Resulta necesario para ubicar mejor, contextualizar correctamente y valorar los profundos cambios acontecidos en el país en este periodo, y que fueron luego base para impulsar el significativo avance logrado en materia tecnológica en la agricultura y particularmente en la caña de azúcar, identificar y citar de manera sucinta los cambios acontecidos en materia institucional. Desde un inicio lo concerniente al campo de la investigación, la extensión agropecuaria y la asistencia técnica a productores estuvo a cargo del Estado, siendo la importación de variedades promovida por entes gubernamentales y también productores independientes. Esa gestión inicio con el Centro Nacional de Agricultura, con sede en San Pedro de Montes de Oca, San José, el cual era dependiente de la Secretaria de Fomento (actual Ministerio de Obras Públicas y Transportes-MOPT), cuyo desempeño era muy limitado en materia agropecuaria. Posteriormente se creó la Secretaría de Agricultura y Ganadería en el año 1942 que para el año 1948 pasa a constituir el **Ministerio de Agricultura e Industrias (MAI)**, por tener estructuralmente un Departamento de Industrias. El actual **Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)** surge hasta en el año 1962 (Chaves 2001b).

D.3.3.) Periodo 1950 – 1959

Este periodo fue muy importante para toda la agricultura pues estuvo movido por cambios profundos e intensos en todos los órdenes; posiblemente impulsados por los mismos motivos y sentimientos que se dieron a nivel mundial con fuerte repercusión nacional a finales de la década anterior, como aconteció en materia política (Guerra Civil, marzo a mayo 1948), constitucional (nueva Constitución, noviembre 1949), institucional (nuevas instituciones-MAI-MAG), estructural, social (nueva legislación y derechos), económica (fomento de las exportaciones) y también tecnológica, como se demostrará más adelante. En este periodo se da la creación de las dos primeras **Cámaras de Productores de Caña** en agosto de 1956 en Grecia y en setiembre del mismo año en Turrialba; ya en noviembre de 1949 los industriales habían creado su **Cámara de Azucareros** (Chaves 2015b).

D.3.3.1.) Se organiza y desarrolla la investigación

En el año 1948 ocurre una importante reestructuración del Ministerio de Agricultura e Industrias (MAI), por medio de las cuales se buscaba mayor especialización y profundidad en la gestión pública desarrollada. Era evidente que ya se perfilaba lo que en pocos años pasaría a constituir el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Entre las mejoras incorporadas se tiene la creación del **Departamento de Agronomía** en el año 1950, que da luego lugar a la apertura de la **Sección de Caña de Azúcar**, con lo cual la tecnología cañero-azucarera adquiere especificidad y especialidad en su manejo (Chaves 2015b).

El mayor reto que para este momento mantenía el sector azucarero nacional era de productividad, pues los rendimientos agroindustriales eran sumamente bajos y era por tanto imperativo elevarlos en el corto plazo. Como se infiere del Cuadro 1, para el año 1950

se estimaron productividades de 35 toneladas métricas de caña/ha, con promedios de concentración de sacarosa valorados en 91 kg/tm que generaban una productividad de 3,18 toneladas de azúcar/ha, en la cual debían procesarse 11,0 toneladas de caña para fabricar una de azúcar, lo cual era técnica y económicamente muy deficiente. Opinan en contrario León y Arroyo (2012), expresando que los rendimientos en ese momento eran mucho más bajos, de apenas 30 tm de caña/ha y 83 kg de sacarosa/tmc, lo que generaba en consecuencia un rendimiento de 2,5 tm de azúcar/ha y una relación caña/azúcar de 12,0.

Los motivos de la baja productividad agroindustrial nacional eran atribuidos a muchos factores, siendo de acuerdo con León y Arroyo (2012) los más importantes, los siguientes:

- a) Prácticas rutinarias y tradicionales de manejo de plantaciones.
- b) Escaso uso de fertilizantes y equipo.
- c) Deficiente conocimiento del momento oportuno para realizar la cosecha, lo cual afectaba la calidad y el contenido de azúcar de la caña.
- d) Carencia de estadísticas del cultivo y del proceso de industrialización.

En este periodo se cuenta ya con funcionarios especializados dedicados exclusivamente al cultivo de la caña, lo cual permitió enfocar y concentrar esfuerzos en temas nuevos y muy específicos del cultivo, entre los cuales el concerniente a importar y evaluar nuevas variedades fue prioritario.

Apunta Chaves (1997) que para el año 1951 ya se reportaba en el país la existencia de 60 clones de caña de azúcar, lo que evidenciaba el importante impulso y dinamismo que venía manteniendo el área tecnológica y en particular la correspondiente al de las variedades. Asegura el mismo autor, que es a partir de ese año *“...que se inicia un proceso continuo y sistemático de introducción, evaluación y selección varietal, que le ha brindado grandes satisfacciones al subsector azucarero nacional, como lo demuestran los resultados productivos que en diferentes épocas se han alcanzado con la siembra de los mismos.”*

Los clones importados e introducidos al país procedían básicamente por cercanía geográfica de Barbados, Hawái y Puerto Rico, donde se contaba con importantes y reconocidas Estaciones Experimentales de cruzamiento e hibridación de caña, cuyos productos se estaban rápidamente posicionando en las áreas de producción nacional e internacional. Fue evidente que los clones originarios de Barbados, reconocidos por la sigla B, tenían buena adaptación y mejores características agronómicas y productivas respecto a las tradicionales POJ que dominaban las áreas de siembra; esto principalmente por su tolerancia a plagas y enfermedades, buen tonelaje de caña y alta concentración de sacarosa; además de que respondían satisfactoriamente a la aplicación de fertilizante (Dillewijn 1954; Ramírez 1952, 1953, 1954).

En el Cuadro 4 se expone un detalle de los 42 clones de caña de azúcar introducidos al país durante el periodo 1950-1959, muchos de los cuales lograron en poco tiempo posicionarse y ser explotados comercialmente con muy buen suceso por muchos años. Como se infiere de dicha información, los mismos eran originarios de Barbados (17), India (5), Puerto Rico (4), Sudáfrica (4), Australia (4), Hawái (2), Colombia (1), Java (1), Guyana (1), Mauricio (1) y Azul del Perú; representados por las siguientes siglas descriptivas: B, Co, PR, NCo, Nombres propios, H, EPC (Estación Palmira Colombia), POJ, D, M y Azul del Perú, respectivamente. Ya la variabilidad era alta lo que buscaba adaptabilidad a los diferentes entornos nacionales.

Cuadro 4. Introducción de variedades de caña de azúcar (42) a Costa Rica según año durante la década 1950-1959.

Año	Variedad	Año	Variedad
1951	B 37-161	1953	B 47-179
	B 40-98		Co 421
	B 40-105		PINDAR
	B 40-116		TROJAN
	B 41-211	1954	B 37-172
	B 41-221		Co 419
	B 41-227		Co 453
	B 42-231		Co 527
	B 43-62		Co 617 (Caña Hueso)
	B 43-337		EPC 3816
	B 43-391		H 32-8560
	B 48-124		NCo 291
	D 625		M 134-32
	H 37-1933		PR 900
	M 336	1955	AZUL DEL PERÚ
	NCo 231		EROS
	NCo 349		VESTA
	POJ 3016		B 45-151
	PR 902	1959	B 47-44
	PR 905		B 49-119
PR 907	NCo 310		

Fuente: Chaves (1995b).

El cultivo y con ello las nuevas variedades mostraron en esta época un importante repunte con motivo del incremento de las exportaciones de azúcar, lo que favoreció la expansión y ampliación del área sembrada y la aparición de varios ingenios. El Valle Central representaba la región de mayor importancia y área sembrada, aunque la Zona Atlántica adquiría mucha relevancia, sobre todo Turrialba y las localidades altas como Cervantes, Juan Viñas, Santa Cruz. El Pacífico y Guanacaste en la segunda mitad de la década crecieron de manera acelerada, lo que fue acompañado por los resultados de investigación obtenidos

en la Granja Experimental de Socorrito, ubicada en Barranca (Pinto 1952; Barboza *et al* 1982; Chaves 1995b, 1997, 2016f; Chaves y Bermúdez 2012; León y Arroyo 2012).

En este periodo se mantenían aún vigentes como materiales de siembra los tradicionales Caña Criolla, POJ 36, POJ 979, POJ 2878, POJ 2714, POJ 2725, BH 10-12, Co 281, Co 210, Co 213, B 417, UBA, SUPER UBA (CH 1421), las cañas de la serie Demerara (D), Harvard (H) y las argentinas de la sigla TUC que perdían rápidamente relevancia comercial; en tanto que otras empezaban complementariamente a crecer en cuanto a área de cultivo, sobre todo las pertenecientes a Ingenios y agricultores de avanzada, como sucedió con materiales genéticos como los siguientes: B 37-161, B 41-227, B 43-62, Co 419, Co 421, Co 617, H 37-1933, H 32-8560, PR 980, M 336, PINDAR, TROJAN, VESTA, EROS, entre otras. Las bien ponderadas variedades B 47-44, B 49-119 y NCo 310 pese a ingresar en este periodo (1959), apenas superaban su fase de reproducción vegetativa y evaluación inicial, motivo por el cual sería en las décadas posteriores cuando adquirirían la importancia que tuvieron. La variedad PINDAR llegó a ser excepcional. Pinto (1958) cita otras variedades ya existentes en el país en este periodo, como son: POJ 213, POJ 2940, POJ 2961, POJ 3016, Co 290, B 40-98, B 37-172, SC 12/4, PR 676, PR 803, PR 900, PR 901, PR 908, PR 1000 y D 1135, entre otras.

Informa Ramírez (1979) en torno a resultados de investigación, que en las Delicias de Miramar se efectuaron las primeras siembras en grande de la notable variedad B 43-62; concluyendo con respecto a ese clon, que su adaptación es muy satisfactoria para las regiones bajas del Atlántico, como son Peralta de Turrialba y Pital de San Carlos. Comenta además que la variedad hawaiana H 37-1933 logró alcanzar en Tacaes de Grecia, incrementos significativos de 20,5% y 21,4% en toneladas de caña y azúcar/ha, respectivamente, respecto al testigo comercial POJ 2878. Amplia el autor destacando el buen comportamiento de los clones B 43-62 y H 37-1933 por su riqueza en azúcar, estimando que se requería producir una tonelada y media más de caña del testigo POJ 2878, para producir la misma tonelada de azúcar, lo que resultaba significativo y productivamente determinante. Se recomendó asimismo la variedad H 32-8560 por su riqueza en sacarosa y su buen comportamiento agronómico, para cultivar en las zonas frías, altas y húmedas de la Región Atlántica como Juan Viñas, Santa Cruz de Turrialba y Cervantes, entre otras. Se comenta que el clon NCo 310 se importó procedente de Nicaragua, el cual posteriormente sería base de la producción en Guanacaste.

D.3.4.) Periodo 1960 - 1969

Este periodo marca continuidad respecto del anterior, no solo en cuanto al ímpetu mostrado en materia institucional, organizacional, productiva, social y tecnológica, sino también en cuanto al crecimiento sistemático que observaba el sector azucarero nacional, donde sus áreas de cultivo se incrementaban de manera importante, favorecida por el

desplazamiento de la caña hacia la zona baja del Pacífico Seco (Puntarenas + Guanacaste) y la Región Norte (San Carlos).

D.3.4.1.) Agroindustria renueva impulso

La ruptura de relaciones comerciales y diplomáticas entre los EUA con Cuba a inicios de la década de los años 60, generó cambios determinantes en toda la región, pues la isla caribeña era la nación que ostentaba ser uno de los principales productores y exportadores de azúcar del mundo, por lo que gozaba de una Cuota significativa. El diferendo político provocó que la Cuota de azúcar asignada a Cuba por parte del gobierno norteamericano, fuera distribuida entre los países de nuestro continente y Filipinas, lo que beneficio a Costa Rica con un incremento de su Cuota particular en el orden de las 27.000 toneladas métricas cortas, lo que era mucha azúcar; la cual tenía la enorme ventaja de contar comparativamente con precios altos y estables. Este hecho tuvo un efecto dinamizador que aumentó el área cultivada y mejoró la productividad, como lo expresa Chaves (1997), al señalar contundentemente, que *“Con la apertura y ampliación del mercado norteamericano el país modificó sustancialmente su estructura productiva, para lo cual Guanacaste (incluyendo el Ingenio El Palmar) se incorporó con mayor presencia como lo demuestra el hecho de que durante la zafra 1958-59 su producción de azúcar significaba apenas un 3,4% del total nacional, porcentaje que se incrementó en la zafra 1962-63 al 20,51%.”* En la zafra 2016-2017 Puntarenas fabricó el 8,0% y Guanacaste el 59,4% para un conjunto del 67,4%.

Suma también coyunturalmente a todo este entorno, la creación de la **Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)**, mediante Ley N° 3579 del 4 de noviembre de 1965, lo que permitió organizar el sector y vino además a impulsar nuevas iniciativas de producción y exportación, como también tecnológicas. En el año 1969 se crea la Cámara de Productores de Caña de San Carlos (Chaves 1997, 2015b).

En el Cuadro 5 se detallan los 84 clones de caña introducidos al país durante la década 1960-1969, los cuales procedían de Barbados (36), México (16), EUA (9), Guyana (9), Australia (8) y Hawai (6), cuyas siglas correspondían a B-BJ, Mex, CP-L-CI, DB, Q y H, respectivamente.



Cuadro 5. Introducción de variedades de caña de azúcar (84) a Costa Rica según año durante la década 1960-1969.

Año	Variedad	Año	Variedad	Año	Variedad
1960	B 47-38	1964	B 59-23	1966	Mex 57-1285
	B 47-119		B 59-136		Mex 58-682
	B 47-258		B 59-162		Mex 58-1230*
	B 47-314		CL 41-223		Mex 58-1857
	B 50-135		CP 38-34		Mex 58-1868
	B 50-377		CP 50-28		Mex 60-1823
	B 54-01		CP 52-43	BJ 59-24	
	B 54-80		CP 55-30	BJ 59-277	
	B 54-142		CP 57-603	DB 5-55	
	B 54-277		H 50-7209	DB 6-55	
1961	B 52-107	1965	B 60-125	1967	DB 57-21
	B 52-389		B 60-191		DB 85-53
	B 52-405		B 60-267		DB 95-57
	B 54-163		B 60-321		DB 136-52
	B 55-227		CP 43-033		DB 173-57
	B 55-228		CP 44-155		DB 198-57
	B 57-36	B 61-60	DB 199-57		
	B 57-150	B 61-208	HJ 57-41		
1962	B 51-410	1966	Mex 52-17	1969	H 57-5174
	B 51-414		Mex 53-142		L 60-14
	B 51-415		Mex 55-250		Q 63
	B 51-418		Mex 55-261		Q 67
	H 44-3098		Mex 55-308		Q 68
	H 49-5		Mex 56-105		Q 71
	H 49-104		Mex 56-473		Q 75
1963	B 58-09		Mex 56-476		Q 77
	B 58-230		Mex 56-563		Q 78
	B 55-30		Mex 57-473		Q 82

Fuente: Chaves (1995b). * Se verificó posteriormente que se trataba de la Mex 57-473. Luego del año 1966 solo se citan los clones más destacados.

En esta década se recoge mucho del intenso y efectivo trabajo científico de campo y apoyo técnico realizado en el periodo anterior, como puede comprobarse por medio de la información de la época, donde se anotan las variedades sembradas y también recomendadas en las diferentes regiones productoras de caña del país.

Informa Ramírez (1979) en relación a resultados de investigación, que en Puntarenas (El Palmar) se logró con la variedad NCo 310 con 9 meses de edad, una concentración de 113,4

kg (250 lb) de azúcar recuperable, razón por la cual se recomendó su siembra para las zonas bajas, cuyas características del clon eran las de una caña tardía. En Atirro de Turrialba, la POJ 2878 fue ampliamente superada en tonelaje de caña por la B 43-62, PINDAR y B 37-172 en un 23% lo que era notable; mientras que la B 43-62 fue mejor en 12,5 kg (27,6 lb) de azúcar recuperable por tonelada y la B 37-172 también la superó en 8,3 kg (18,3 lb). El último clon mostró susceptibilidad a la “mancha ojival”, mientras que la B 43-62 lo fue a la “raya roja” en las condiciones del Pacífico Seco con empleo de riego; aunque mostró resistencia compartida con la B 54-277 a la “mancha parda” y la “mancha de ojo”.

Estudios realizados en Florencia de Turrialba, demostraron la superioridad de la H 32-8560 respecto a la tradicional POJ 2878 en cuanto a azúcar recuperable, concentración de sacarosa y pureza de los jugos. Fue evidente y demostrado con pruebas experimentales en la zona de Grecia, la decadencia que venían mostrando las variedades comerciales Co 281 y POJ 2878, las cuales se encontraban ya en fase activa de sustitución. En estudios experimentales destacaron las variedades B 50-377, H 37-1933 y B 54-277.

En el primer quinquenio de la década (1960-65) se introdujeron procedentes de Perú las variedades H 44-3098, H 49-5, H 49-104, la B 58-09, B 58-230, B 59-23, B 59-136, B 59-162, B 60-125, B 60-191, B 60-321, B 60-267 de Barbados, la H 50-7209 de Hawái y las CP 38-34, CP 50-28, CP 55-30, CP 52-43 y CP 57-603 de Canal Point, EUA; aunque CP 43-33 y CP 44-155 llegaron procedentes de Nicaragua. En el segundo quinquenio (1966-70) llegaron de Barbados los clones B 61-60, B 61-208, DB 5-55, DB 6-55, DB 9-55, DB 57-21, DB 85-53, DB 95-57, DB 136-56, DB 173-57, DB 198-57, DB 199-57 y de Jamaica la HJ 57-41.

En la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, situada en Cañas, Guanacaste, destacaron la B 43-62 y la B 57-150 por su comportamiento y riqueza en sacarosa. Una prueba donde se evaluaron 33 nuevos híbridos respecto al testigo B 43-62, reveló que los únicos sobresalientes fueron B 45-151, B 50-377 y B 57-150. Otra prueba con 38 híbridos realizada en el mismo lugar en 1968, destacó la NCo 310, CL 41-223, B 59-162, B 60-191 y CP 50-28. En la Estación Fabio Baudrit Moreno ubicada en San Josecito de Alajuela, destacaron los clones H 44-3098, H 49-104, B 59-233 y en concentración de sacarosa la H 49-5 y H 49-104; lo que se complementó con H 37-1933 y H 49-5 en Grecia por su tonelaje de caña y la H 44-3098 y B 52-405 por su azúcar. Pruebas realizadas en Tacares de Grecia demostraron nuevamente la superioridad de la H 44-3098 y H 49-5, lo que en relación a la riqueza de azúcar se anotaron como superiores la B 50-377, B 51-410, B 54-163 y H 49-104. Estudios realizados en Juan Viñas con diferentes edades de cosecha demostraron que la H 44-3098 fue la mejor. Numerosos estudios lograron resultados importantes (Calvo 1961; Elizondo 1966; Mesén 1966; Carvajal 1967). Era notoria la excelencia que mostraban los clones hawaianos principalmente en las zonas de altura media-alta (+800 msnm).

Como se anota en el Cuadro N° 6 adjunto al comparar según región productora de caña para dos periodos diferentes (1963 y 1969), hay en algunas localidades cañeras cambios en el panorama del cultivo, al citarse variedades diferentes entre ambos periodos según fuera la recomendación del caso.

Cuadro 6. Comparativo de variedades sembradas según región productora de caña. Años 1963-1969.

Región	Condicionantes según localidad	Variedad sembrada / recomendada
Meseta Central 1963	Grecia suelos profundos y con riego	B 43-62, H 37-1933
	Grecia sin riego	B 41-227, Co 453
	Zonas altas con riego de emergencia o aéreo (San Pedro de Poás, Zetillal, La Luisa, etc.)	B 37-161, B 41-227, H 37-1933
	Zona Alta sin riego (San Pedro de Poás, Zetillal, La Luisa, etc.)	B 37-161, B 41-227, Co 421
Meseta Central 1969	Grecia suelos profundos y con riego	B 43-62, B 50-377, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209
	Grecia sin riego	B 47-44, H 44-3098
	Zona de altura con riego aéreo (San Pedro de Poás, Zetillal, La Luisa)	B 47-44, H 37-1933, H 44-3098, H 50-7209
Turrialba y Juan Viñas - 1963	Parte baja con suelos profundos	B 43-62, PINDAR, H 32-8560
	Parte baja con suelos erosionados	PINDAR, B 37-172
	Zona de altura	B 41-227, B 43-62, H 37-1933
Turrialba y Juan Viñas - 1969	Parte baja con suelos profundos	B 43-62, B 50-135, B 47-44
	Parte baja con suelos erosionados	PINDAR, B 54-142, B 50-135, B 47-44, VESTA
	Zona de altura	H 44-3098, H 32-8560, H 49-104
Pacífico Norte - 1963	donde no haya severa infestación de "raya roja"	B 43-62 Las variedades que prometen son: B 47-44, B 49-119, B 50-135
Pacífico Norte - 1969	donde no haya severa infestación de raya roja	B 43-62 Comercialmente se recomiendan: B 57-150, B 45-151, B 50-377 y NCo 310
Zona Atlántica - 1963	Guápiles, San Carlos, etc.	B 43-62, PINDAR Las variedades que prometen son: TROJAN, B 50-132, B 49-119
Zona Atlántica - 1969	Zona baja	B 43-62, B 50-377, B 54-142, B 50-135

Fuente: COSTA RICA. MAG. (1963); Ramírez (1969).

Destaca de la información contenida en ese cuadro, el grado de adaptación, recomendación y siembra de clones hawaianos (sigla H) en las zonas altas (+1.000 msnm), donde otro tipo de clones no prosperaban, lo que marcaba una diferenciación importante que aún hoy día

se mantiene vigente; es también destacable la diferenciación que se hace respecto al tipo de suelo y el uso o no de riego. En este periodo los clones eran tipificados de acuerdo con sus características y atributos particulares, lo que era evaluado por la investigación y representaba sin lugar a dudas un avance técnico muy importante.

D.3.5.) Periodo 1970 – 1979

En esta década se da la creación de las Cámaras de Productores de Caña de Guanacaste y Puntarenas (1975), Zona Sur (1975) y en el año 1971 la **Federación de Cámaras de Productores de Caña (FEDECAÑA)**. En este periodo llegaron a consolidarse comercialmente muchos de los clones investigados y evaluados en las dos décadas anteriores (1950-1969), los cuales encontraron en la gran dispersión y expansión geográfica que sufrió el cultivo por todo el territorio nacional, las mejores y más idóneas condiciones de adaptación de acuerdo a sus características y condiciones agro productivas, posicionándolos como los más aptos, como se comentará en adelante.

En esta década ingresaron al país clones de diverso origen pero fundamentalmente provenientes de Barbados, como se anota en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Introducción de variedades de caña de azúcar (35) a Costa Rica según año durante el periodo 1970-1974.

Año	Variedad	Año	Variedad	Año	Variedad
1970-72	B 51-129	1973	B 71-288	1973	BJ 69-52
	BJ 58-14		B 71-327		Co 997
	BJ 63-132		B 71-377		L 66-23
	BJ 67-28		B 71-379		L 66-82
	BJ 67-31		BJ 61-83	1974	B 51-129
	BJ 68-02		BJ 68-01		BJ 58-14
	BJ 68-09		BJ 68-08		BJ 63-132
1973	B 63-118		BJ 69-02		BJ 67-28
	B 71-113		BJ 69-04		BJ 67-31
	B 71-115		BJ 69-05		BJ 68-02
	B 71-207		BJ 69-06		BJ 68-09
	B 71-211		BJ 69-11		

Fuente: Chaves (1995b).

Solo se citan los clones más destacados.

Una revisión detallada de lo acontecido en este periodo, revela de acuerdo con lo señalado por Ramírez (1979) a partir de los resultados obtenidos por el MAG, que en el año 1970 se efectuó una siembra comercial importante de las variedades B 50-377, B 57-150 y B 45-151 en el Pacífico Seco; seleccionando además en la misma zona por su madurez temprana y alta concentración de sacarosa, la CP 50-28 y la CL 41-233, las cuales manifestaron adicionalmente tolerancia a la “raya roja”. Los clones Q 63 y Q 75 resultaron prometedores

por su riqueza en sacarosa. De la misma forma se calificó como susceptibles a la “raya roja” las variedades, B 43-62, B 57-36, B 60-267 y CL 41-223, lo que las limitaba de cultivarse en la zona cañera baja de Guanacaste; por el contrario Q 63, Q 71, Q 77, Q 82, BJ 60-15, BJ 60-18, BJ 59-24 y H 57-5174, mostraron resistencia y Q 60 y Q 75 alguna tolerancia.

Estudios comparativos de campo realizados en la Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez, situada en Cañas, Guanacaste, destacaron por su productividad agroindustrial a los clones B 60-125, B 61-208 y B 58-230 al compararlos contra el testigo B 43-62. En el mismo lugar resultaron promisorios de una prueba comparativa de 18 clones cosechada en tercer corte la DB 136-56 y la B 51-208.

Regionalmente hubo resultados agroindustriales importantes que sirvieron de base para sustentar las recomendaciones técnico-comerciales posteriores, como aconteció en Turrialba al seleccionar en 1975 los clones Q 68, H 32-8560 y H 57-5174 luego de superar al testigo comercial del lugar B 47-44; en otra prueba de épocas de cosecha efectuada en la misma zona resultaron mejores B 50-135, H 44-3098 y H 32-8560. En Grecia sobresalieron la H 57-5174, Q 68, B 71-115 y B 71-113; en Pérez Zeledón B 60-267, H 37-1933 y B 60-125. Para las zonas bajas del Pacífico Seco los clones Q 68, L 60-14, BJ 58-14, B 68-232, B 70-08 y B 70-115 proyectaban su potencial agroindustrial que en poco tiempo sería demostrado comercialmente, sobre todo en el caso de los dos primeros clones.

En otras pruebas experimentales hubo también resultados importantes para acompañar y proceder con base tecnológica con el cambio varietal natural y necesario, que una actividad como la cañero-azucarera requiere realizar periódicamente, para mantener estabilidad y mejora sistemática en sus niveles de productividad y producción. En la segunda mitad de la década (1975-79), en Grecia (Coopevictoria) de 26 clones evaluados comparativamente, sobresalieron Q 68, BJ 58-14, BJ 69-11, B 69-05, B 70-218, B 70-392 y H 57-5174. En el Ingenio Ojo de Agua fueron Q 68, BJ 58-14, NCo 376 y DB 136-56. Bolaños (1976) realizó un estudio en Valverde Vega, donde comparó 10 variedades promisorias.

La región de Guanacaste virtud del crecimiento sostenido que mantenía y en consideración de la importancia comercial que adquiría, recibió atención y apoyo especial en el campo investigativo de las variedades. Fue así como destacaron en concentración (kg/tmc) de sacarosa NCo 376, B 70-17, B 70-392, B 70-450, B 70-631, B 70-715 y B 70-808; por su tonelaje de caña (t/ha) los clones B 70-08, B 70-17, B 70-607, B 70-631, B 70-225 y NCo 316, mientras que en producción de azúcar (t/ha) B 69-232, B 70-12, B 70-188, B 70-225 y NCo 376. Para 1978 en esa región perfilaban bien Q 68, NCo 376, B 69-232, B 70-225 y B 70-545, entre otras; además de la L 60-14 y NCo 310 que eran en 1976 las variedades de caña que más se sembraban comercialmente en el lugar. Mesén (1976) evaluó cinco variedades promisorias a las condiciones ecológicas particulares del Pacífico Seco.

En el caso de Turrialba los clones Q 63, Q 67, Q 68, H 44-3098 y H 57-5174 fueron superiores en su producción de caña (t/ha); mientras que Q 63, Q 68, H 44-3098 y H 32-8560 en productividad de azúcar (t/ha), como Q 63, Q 77 y Co 419 en concentración de sacarosa (kg/t). Los estudios realizados en la localidad de San Pedro de Pérez Zeledón en suelos ácidos del orden taxonómico Ultisol, productivamente en caña y azúcar (t/ha), sobresalió la B 50-135 y en concentración de sacarosa la B 43-62, B 50-377, B 58-230 y B 59-162. En la zona baja del Valle Central destacaron las variedades Q 67 y Q 68.

Resulta necesario destacar y referirse a la virtud de sus implicaciones productivas y genéticas a lo acontecido al final de esta década, con la aparición sorpresiva e inesperada de la temible enfermedad fungosa de la “*Roya Café*” perteneciente al género ***Puccinia melanocephala***, afectando las plantaciones de caña de San Carlos, principalmente las sembradas con la variedad B 43-62. Es necesario aclarar que esta roya es muy diferente a la que muchos años después, propiamente en el año 2007, apareció en la misma forma súbita en la Zona Sur conocida como “*Roya Naranja*” del género ***Puccinia kuehnii***, afectando la variedad SP 71-5574; ambos patógenos corresponden al mismo género pero diferentes especies. La “roya café” ocasionó un enorme problema nacional al ser identificada en el año 1978 afectando las principales variedades de uso comercial en prácticamente todo el país. Como acontece en estos casos, la situación se tornó pronto en crisis en consideración de la amplitud y magnitud del impacto, pero sobre todo el vacío que coyunturalmente se generaba respecto a variedades de calidad potencialmente sustitutas en el corto plazo, pues al no existir reportes de la enfermedad en el Continente (excepto algunos en Argentina), la reacción de las variedades comerciales y los clones promisorios que se encontraban en fases avanzadas de selección era también desconocida (Chaves 1997).

Con la vasta experiencia adquirida, la recomendación técnica para la siembra comercial de variedades para esta época era muy específica por localidad y condición productiva, como se expone en el Cuadro 8 para el año 1974 (COSTA RICA. MAG. 1974). Destaca el condicionamiento y especificidad de las recomendaciones técnicas, las cuales involucraban factores importantes y determinantes para la expresión del potencial genético de una determinada variedad de caña, como era la ubicación en relación a la altitud (msnm) de la plantación, también la condición y características de los suelos (profundidad, fertilidad, grado de erosión), la disponibilidad de agua y tipo de aplicación (gravedad, aéreo), la presencia de enfermedades en el lugar en particular la “*raya roja*” que afectaba las plantaciones de la zona baja del Pacífico Seco, todo lo cual era una novedad.

Es evidente y notorio como algunas variedades comerciales gozaban de la conocida y deseada “*plasticidad*”, que por condiciones genéticas favorecía y permitía su cultivo en condiciones disímiles y entornos muy variables en cuanto a condiciones de producción; tal era el caso de la B 43-62, B 47-44, B 50-135, B 50-377, PINDAR y las hawaianas H 32-8560,

H 37-1933, H 44-3098, H 49-104 y H 50-7209. Esta propiedad tan especial era una importante ventaja administrativa y comercial, pero a la vez representaba un enorme riesgo productivo en consideración del peligro intrínseco que implicaba un posible impacto fitosanitario o de cualquier otra naturaleza, pues lo local y regional se convertía en nacional.

Cuadro 8. Variedades sembradas comercialmente según región productora de caña. Año 1974.

Región	Condicionantes según localidad	Variedad sembrada / recomendada
Meseta Central	Grecia suelos profundos y con riego	H 37-1933, H 44-3098, H 50-7209, B 50-377, B 52-405, PINDAR
	Grecia sin riego	B 47-77, H 44-3098, H 50-7209
	Zonas altas con riego aéreo (San Pedro de Poas, Zetillal, La Luisa, etc.)	H 44-3098, H 50-7209, H 37-1933, H 49-104
	Zona Alta sin riego (San Pedro de Poas, Zetillal, La Luisa, etc.)	H 44-3098, H 50-7209, H 37-1933, H 49-104, B 47-44, B 55-227
Zona Atlántica	Parte baja con suelos profundos (Turrialba)	B 43-62, B 47-44, B 50-135, PINDAR. Prometen: H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174
	Parte baja con suelos erosionados (Turrialba)	PINDAR, B 54-142, B 47-44, B 50-135. Prometen: H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174
	Zona de altura (Juan Viñas)	H 44-3098, H 32-8560, H 57-5174, H 49-104
	Zona baja (Guápiles y San Carlos)	B 43-62, B 50-377, B 54-142, PINDAR
Pacífico Norte	donde no haya severa infestación de “raya roja”	B 43-62. Comercialmente se recomiendan: B 50-377, NCo 310, B 57-150, B 49-119, B 50-135, CP 50-28. Prometen: B 60-125, B 61-208, CP 52-43, DB 131-56
Pacífico Sur	Pérez Zeledón	B 43-62, B 47-44, B 50-135, PINDAR
Zona Norte	Zona de altura (San Carlos)	H 44-3098, H 32-8560, H 57-5174, H 49-104
	Zona baja (San Carlos)	B 43-62, B 50-377, B 54-142, PINDAR

Fuente: COSTA RICA. MAG. (1974).

D.3.6.) Periodo 1980 – 1989

La difícil situación generada en las plantaciones de caña por la presencia e impacto productivo provocado por la roya café (*Puccinia melanocephala*), obligó a las instituciones líderes y responsables de la agricultura (MAG) y el cultivo (LAICA), a buscar soluciones prontas y efectivas que resolvieran el problema con la prontitud y efectividad necesaria; sin embargo, para agravar aún más la situación, aparece en el año 1981 el “carbón de la caña” (*Ustilago scitaminea* Sydow) y en 1984 la enfermedad bacteriana conocida como “escaldadura foliar” (*Xanthomonas albilineans*) (Chaves 1986, 1997, 2008abc, 2009; Barrantes y Chavarría 2007, 2010; Chavarría y Barrantes 2009; Chavarría *et al* 2016; COSTA RICA 2008). Como se anotó, el desconcierto, desconfianza e incertidumbre generada en

apenas seis años en toda la agroindustria, lo cual incluía técnicos, empresarios y agricultores, en cuanto a cuales variedades debían utilizarse en las nuevas siembras era grande, pues se desconocía con certeza la susceptibilidad y/o tolerancia de los clones sembrados y los que estaban en ese momento prontos y en perspectiva de ser liberados para uso comercial. La recomendación de variedades resultaba un verdadero riesgo que debía asumirse con prudencia y seriedad.

D.3.6.1.) Surge DIECA

El viejo proyecto institucional de crear un organismo tecnológico especializado en caña de azúcar, similar a la experiencia positiva del Convenio ICAFE-MAG, se hizo necesario emular ante las perspectivas negativas que la situación proyectaba, obligando a LAICA y al MAG a integrar recursos, compartir esfuerzos y procurar en forma conjunta resolver la problemática fitosanitaria que padecían las plantaciones de caña de todo el país. La decisión de crear un organismo que atendiera con capacidad y visión de futuro la materia tecnológica de la caña de azúcar era ya necesaria e impostergable, como las obligaciones institucionales de LAICA lo demandaban.

Lo preocupante de la situación fue motivo suficiente para que el sector privado, representado por LAICA, aprobara el 25 de mayo de 1982 (Sesión N° 939, Artículo X) la creación de la **DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (DIECA)**. Dicho acuerdo se fundamentó en el mandato legal establecido en los incisos J y P del Artículo 14 de la Ley N° 3579 de noviembre de 1965. Las labores técnicas de DIECA se inician a partir del 01 de agosto de 1982, por lo que actualmente el organismo cumple 36 años de fundado. La creación de DIECA fue promovida, apoyada y contó en todo momento con la amplia colaboración del Estado, el cual suscribió un **Convenio Cooperativo LAICA-MAG** que inició con la institución, aunque el mismo se firmó hasta el 19 de junio de 1984 y operó de manera continua e ininterrumpida hasta el 31 de diciembre de 1995, cuando fue unilateralmente roto por el ente estatal (Chaves 2015b, 2017b).

Dicho Convenio permitió la asignación y el traslado de funcionarios del MAG, la exoneración de impuestos en materia de inversiones, la asignación y uso de terrenos en Estaciones Experimentales, el empleo de laboratorios, la prestación de facilidades en publicaciones técnicas y la capacitación técnica del personal, entre otras importantes ventajas. El impulso tecnológico que le imprimió DIECA al componente tecnológico ha sido incuestionable y muy importante, sobre todo en materia fitosanitaria y de variedades, como puede demostrarse.

Antes de la creación de DIECA en 1982 toda la responsabilidad y el peso en materia de investigación y asistencia técnica especializada era desarrollada por el MAG, con algún apoyo por parte de las Cámaras de Productores, Ingenios, empresas azucareras y academia. Posteriormente el Convenio LAICA-MAG asumió de manera absoluta esas labores.

D.3.6.2.) Importación de clones

Una de las medidas estratégicas de índole técnico que era necesario fortalecer por la naturaleza y dificultad del problema, era incorporar del exterior materiales genéticos referenciados a nivel internacional, que reportaran algún grado de tolerancia o resistencia a los patógenos problema, lo cual no era fácil de lograr en consideración del limitado tiempo que se disponía y la relativa poca información confiable que al respecto existía, por cuanto la investigación sobre resistencia y tolerancia varietal estaba aún en proceso.

La importación **ASEXUAL** de clones promisorios y variedades comerciales ha sido una de las dos estrategias empleadas por el país, para buscar identificar clones comercialmente aptos para nuestras diversas regiones cañeras, lo que ha favorecido traer de otras agroindustrias amigas materiales genéticos que por antecedente o la naturaleza de sus progenitores, ofrecen potencialmente grandes posibilidades de resultar productivamente satisfactorios.

En la Figura 1 se observa la tendencia de introducción de clones mantenida por DIECA desde su creación en 1982 y hasta el mes de junio del 2018, para un total de 36 años continuos, en los cuales han ingresado al país 2.129 materiales genéticos de diverso origen y naturaleza genética, para un promedio anual de 59,3 clones (Durán 2018). Dichos clones luego de superar satisfactoriamente su fase cuarentenaria cerrada-abierta y de reproducción vegetativa de rigor desarrollada en terrenos de la Estación Experimental “Los Diamantes”, ubicada en Guápiles de Limón (≈ 268 msnm), son estratégica y técnicamente orientados, distribuidos y evaluados en las diferentes zonas productoras de caña del país.

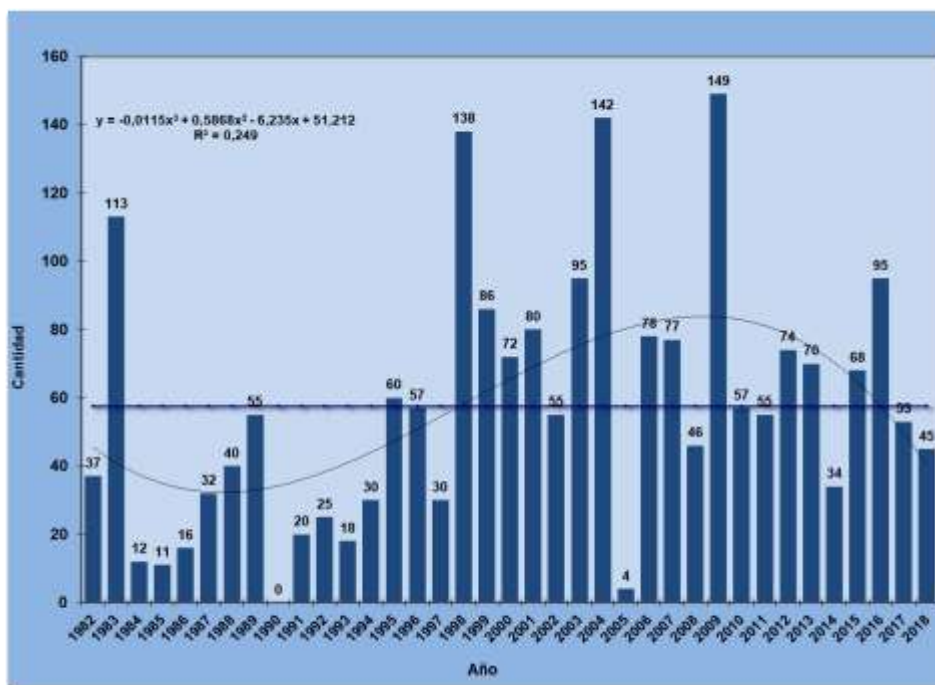


Figura 1. Histórico de la importación de variedades (2.129) en Costa Rica. Periodo 1982-2018 (36 años).

El origen de los clones es diverso, procediendo de EUA (1.093), Brasil (308), Barbados (237), México (97), Hawái (85), Puerto Rico (52), Guatemala (45), Argentina (43), Colombia (42), Australia (31), Cuba (30) y de otras naciones 71; solo los tres primeros orígenes representan el 76,8% del total importado a la fecha. Los materiales proceden de 4 Continentes (América, África, Asia y Oceanía), 28 países y 83 siglas descriptivas diferentes. Buena parte de ese valioso material genético se conserva en el Banco de Germoplasma que DIECA posee sembrado en Cañas (10 msnm), Guanacaste, donde se dispone actualmente de 1.049 clones plenamente identificados. Como se infiere y concluye, la cantidad y diversidad de materiales genéticos introducidos al país ha sido muy importante, varios de los cuales han llegado a constituirse en variedades comerciales y otros a servir como progenitores en los cruzamientos realizados anualmente por DIECA (Aguilar y Chaves 1986; Angulo *et al* 1999; Chaves 1995b, 2006^a, 2015a, 2016def, 2017ab; Durán 2018).

Entre los años 1982 y 1989 fueron importados por parte de DIECA un total de 316 nuevos clones que representan un 14,8% de todo lo introducido hasta la fecha (2.134 clones), procedentes y representativos de diversos orígenes y siglas descriptivas, lo que demuestra la importancia que tiene esta vía tradicional y antigua de mejora genética.

D.3.6.3.) Clones nacionales sigla LAICA: *orgullo sectorial*

Complementariamente al método asexual de la introducción de clones operado desde un inicio por DIECA e históricamente por el MAI y el MAG, a partir del año 1998 se viene trabajando de manera continua en la búsqueda de crear nuevos clones por la vía **SEXUAL** mediante hibridación de progenitores conocidos (Chaves 1995def, 2016f; Chaves y Bermúdez 2012; Oviedo Alfaro 2013,2015; Durán y Oviedo 2013, 2015, 2018). Luego del año 2000 toda la semilla sexual empleada por el programa ha sido producto de los cruces (de 30 a 100) realizados todos los años por DIECA. Entre el año 2000 y el 2017 se han obtenido como promedio de los mismos 29.044 plántulas (Durán 2018). Sobre el tema, informa Chaves (2017ab), que *“A partir del año 1998 dio inicio de manera específica, continua, sistemática y consistente en el país luego de superar un prolongado periodo de pruebas de campo y laboratorio, el cruce e hibridación genética, generando clones de caña reconocidos internacionalmente y de manera oficial con la Sigla LAICA; orgullo nacional. Actualmente existen varios clones ocupando posiciones privilegiadas, como son LAICA 01-604 y LAICA 04-825 con un tercer y primerísimo lugar, respectivamente, en la Zona Norte y Sur como materiales sembrados comercialmente. Hay otra buena cantidad de clones de ese origen en activo y dinámico crecimiento y prontos a dominar el cultivo como opciones comerciales.”*

Por su importancia es trascendente anotar para evitar confusiones innecesarias, que en sus inicios DIECA utilizó semilla sexual (fuzz) donada por centros internacionales y por ello no obtenida en el país, pues no había en ese momento prácticas de cruzamiento de clones

debido a que la técnica y los protocolos no habían sido aún diseñados y validados pragmáticamente. La semilla sexual adquirida era en ese entonces simplemente germinada, distribuida y evaluada luego a nivel regional seleccionando las plantas más sobresalientes.

Este importante programa de mejora genética genera como productos biológicos clones nacionales que son reconocidos a nivel mundial por la sigla **LAICA**. Se considera que antes del año 1992 el área sembrada con estos clones era mínima y casi despreciable, pero en este momento (2018) se estima que dichos clones representan cerca del 10% del área nacional y van en franco y rápido crecimiento, por lo que en el mediano plazo llegarán posiblemente a constituir la base productiva nacional. La década 1980-1989 no fue por tanto relevante en liberar variedades nacionales para uso comercial.

D.3.6.4.) Opciones de cultivo

Las sugerencias y recomendaciones sobre opciones apropiadas de siembra virtud del grave problema fitosanitario que se padecía en el campo, eran cambiantes y constantes como demostración de la incertidumbre que se tenía en la materia genética. Aguilar plantea en el año 1980 (Cuadro 9) un plano de recomendaciones para siembra de variedades en las cinco principales regiones agrícolas que cultivan caña de azúcar; la recomendación conlleva alguna especulación en torno a la tolerancia a enfermedades por parte de esas variedades.

Cuadro 9. Variedades sembradas comercialmente según región productora de caña. Año 1980.

Región	Condicionantes según localidad	Variedad sembrada / recomendada
Meseta Central Occidental	Grecia, San Ramón, Atenas, San Pedro de Poás, Alajuela, Heredia	Alturas menores a 1.000 msnm: H 37-1933, H 44-3098, B 50-377, B 55-227, Co 421, L 60-14, PINDAR
		Promisorias: Q 67, Q 68, B 61-208, NCo 376
		Alturas superiores a 1.000 msnm: H 44-3098, H 57-5174, B 55-227, PINDAR
Zona Atlántica	Zona baja (Turrialba)	PINDAR, H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174, Co 419, B 50-377, B 54-142 Prometen: Q 63, Q 68
	Zona alta (Juan Viñas)	H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174
Pacífico Seco	Guanacaste y Puntarenas	NCo 310, L 60-14, B 50-377 Prometen: Q 68, NCo 376, PINDAR, B 51-129, B 54-142, B 69-232, B 70-545
Pacífico Sur	Pérez Zeledón	H 37-1933, H 44-3098, H 57-5174, B 50-377 Prometen: B 51-129, B 54-142
Zona Norte	Zona baja (San Carlos)	B 43-62, PINDAR Prometen: B 50-377, B 51-129, B 54-142, Q 68
	Zona alta (San Carlos)	H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174

Fuente: Aguilar (1980).

En el mismo año, Ramírez (1980a) expresa, que “El Ministerio de Agricultura y Ganadería durante las últimas tres décadas ha mantenido un programa de pruebas regionales, con el propósito de determinar la adaptabilidad de las variedades introducidas en diferentes zonas cañeras.”; luego de lo cual describe (Cuadro 10) en lo básico, lo que califica como las variedades de caña más importes cultivadas en ese momento.

Cuadro 10. Caracterización de las principales variedades de caña de uso comercial en 1980.

Variedad	Producción de retoños	Ahijamiento	Madurez
L 60-14	Buena	Bueno	Temprana
NCo 310	Excelente	Excelente	Temprana y tardía
Q 68	Buena	Excelente	Intermedia
B 50-135	Buena o regular	Bueno	Media o tardía
H 44-3098	Muy buena	Muy buena	Tardía
H 57-5174	Muy buena	Muy buena	Tardía

Fuente: Ramírez (1980a).

En 1982 la Dirección General de Investigaciones Agrícolas del MAG (COSTA RICA. MAG. 1982), planteó complementariamente un marco de recomendaciones basado en la investigación que hasta esa fecha se desarrollaba en el país, como se aprecia en el Cuadro 11, en el cual se sugería la siembra de clones nuevos que ante el problema fitosanitario que padecía la agroindustria, se mostraban como apropiados para utilizarse comercialmente.

Cuadro 11. Variedades sembradas comercialmente según región productora de caña. Año 1982.

Región	Condicionantes según localidad	Variedad sembrada / recomendada
Meseta Central Occidental	Alturas menores de 1.000 msnm (Grecia, Ojo de Agua)	H 37-1933, B 50-377, B 61-208, PINDAR, Q 68
	Zonas mayores de 1.000 msnm (San Ramón, San Pedro de Poás)	H 37-1933, H 44-3098, H 57-5174,
Meseta Central Oriental	Zona menor de 1.000 msnm (Turrialba)	Q 68, B 50-377, PINDAR
	Zona mayor de 1.000 msnm (Juan Viñas)	H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174
San Carlos	Zona baja	PINDAR, B 50-377, B 60-267, Q 68
	Zona alta	H 44-3098, PINDAR
Pacífico Seco	Guanacaste y Puntarenas	NCo 310, B 50-377, B 69-232, Q 68, Q 77, PINDAR
Pacífico Sur	Pérez Zeledón, Parrita	Q 68, Q 75, B 50-377, B 60-267, PINDAR, H 37-1933

Fuente: COSTA RICA. MAG. (1982).

Con la importante experiencia comercial adquirida y el resultado de las evaluaciones investigativas realizadas en el campo por parte del MAG a inicios de esta década, ese Ministerio hizo y sustentó las recomendaciones que se anotan en Cuadro 12 para el año 1983, en las cuales se aprecia como en el término de apenas tres años ya clones de gran trascendencia histórica como L 60-14, B 43-62, B 47-44 y B 50-135, entre otras, salieron del plano comercial por causa del efecto “roya y carbón de la caña” que tanto impacto provocó.

Cuadro 12. Variedades sembradas comercialmente según región productora de caña. Año 1983.

Región	Condicionantes según localidad	Variedad sembrada / recomendada
Central	Grecia , media, menos de 1.000 msnm	H 37-1933, H 44-3098, B 50-377, PINDAR, Q 68, Q 75, B 61-208
	Zonas altas (San Pedro de Poás, Zetillal, La Luisa, etc.)	H 44-3098, H 57-5174, H 37-1933, PINDAR
Huetar	Zona media (Turrialba)	PINDAR, H 32-8560, H 44-3098, B 50-377, Q 68
	Zona alta (Juan Viñas y San Carlos)	H 44-3098, H 57-5174, H 37-1933
	Zona baja (San Carlos)	PINDAR, B 51-129, B 50-377, B 60-207, Q 68
Chorotega	Guanacaste	NCo 310, B 50-377, B 51-129, Q 68, PINDAR
Pacífico Sur	Pérez Zeledón	Q 68, Q 75, PINDAR, H 37-1933, H 57-5174

Fuente: COSTA RICA. MAG. (1983).



<http://www.chilebio.cl>

En otra referencia importante Campos y Gamboa reportan para el año 1982, la siguiente (Cuadro 13) situación varietal según región agrícola:

Cuadro 13. Variedades sembradas comercialmente según región productora de caña. Año 1982.

Región	Condicionantes según localidad	Variedad sembrada / recomendada
Meseta Central	Alturas menores de 1.000 msnm	H 37-1933, H 44-3098, H 57-5174, B 47-44, B 50-135, B 50-377, PINDAR, B 55-227, Co 421, L 60-14 Promisorias: Q 67, Q 68, NCo 376, B 61-208, Co 449
	Alturas superiores a 1.000 msnm	H 44-3098, H 57-5174, b 55-227, PINDAR
Atlántica	Zona baja (Turrialba)	PINDAR, H 32-8560, H 44-3098, B 50-135, B 50-377, B 54-142, Co 419 Promisorias: Q 63, Q 68
	Zona alta (Juan Viñas y San Carlos)	H 32-8560, H 44-3098, H 50-7209, H 57-5174
	Zona baja (San Carlos)	PINDAR, B 43-62, B 50-135, B 60-125, B 60-207 Prometen: B 50-377, B 51-129, B 54-142, Q 68
Guanacaste y Puntarenas		NCo 310, B 50-377, L 60-14 Prometen: Q 68, B 51-129, B 54-142, B 69-232, B 70-545, PINDAR, NCo 376,
Pacífico Sur	Pérez Zeledón	Q 68, Q 75, PINDAR, H 37-1933, H 44-3098, H 50-377, H 57-5174, B 47-44, B 43-62

Fuente: Campos y Gamboa (1982).

Asegura Chaves (2001b) en referencia directa al impacto provocado por la roya café (*Puccinia melanocephala*), el carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) y la escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans*) sobre las plantaciones comerciales de caña de azúcar en esta época, las cuales aparecieron en 1978, 1981 y 1984, respectivamente, lo siguiente:

“La crisis prevaleciente de ese periodo tuvo las siguientes características:

- 1. Con la presencia de la roya de la caña, algunas de las variedades mayormente cultivadas se vieron severamente afectadas, como sucedió con B 43-62, B 50-135, H 44-3098 y H 54-775.*
- 2. La aparición del carbón de la caña en 1981 afectó a las variedades L 60-14, NCo 310 y B 60-125 en la región de Guanacaste; además, se vieron afectadas en el resto del país la B 47-44, B 50-135 y H 44-3098.*
- 3. La situación más grave se presentó en las zonas de altura (más de 1.000 msnm), donde la sustitución de clones en el corto plazo era casi imposible a causa de la duración (18-24 meses) de su ciclo vegetativo.*
- 4. El programa de mejoramiento genético desarrollado por el MAG se vio desestabilizado, con la susceptibilidad de sus materiales más promisorios.*
- 5. Se carecía de recursos para atender la magnitud del problema.”*

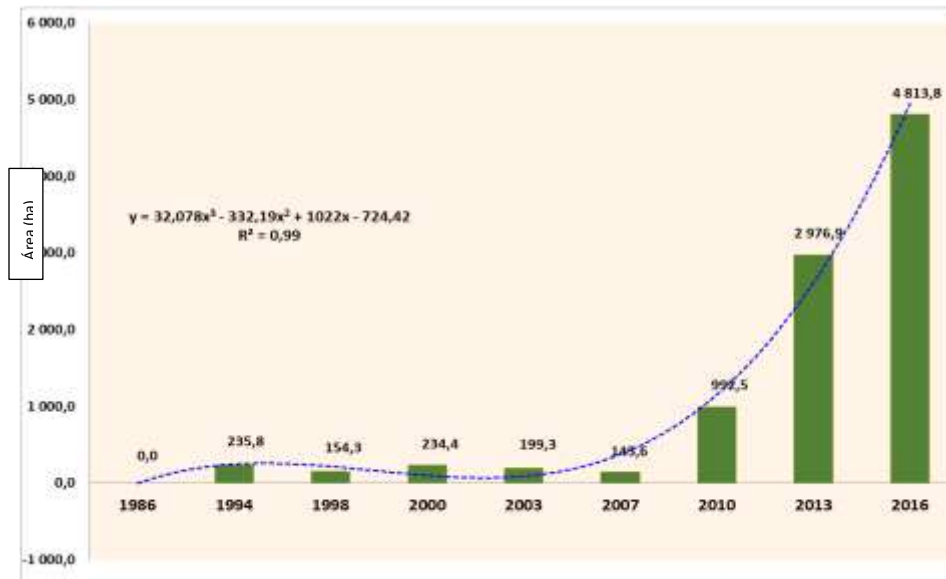
Como puede concluirse de lo anotado, la situación genética traducida en afectación e impacto productivo significativo que padeció el sector azucarero nacional, principalmente entre los años 1979 y 1986 fue difícil y serio, debido a la pérdida de variedades tradicionales de muy alta productividad, aceptación y uso comercial, como fue el caso de la B 43-62 conocida como “la reina” virtud de sus excelentes atributos agroindustriales; también la B 47-44 de gran distribución por todo el país la cual perdió relevancia, la L 60-14 clon azucarero muy cultivado y gustado en Guanacaste donde ocupaba un área significativa, la H 44-3098 (peluda) material base de las zonas altas (+ 1.000 msnm) y también medias y, la B 50-135 variedad que dominaba en ese entonces los campos de Turrialba. La investigación realizada en esta época fue muy importante y muy amplia en materia de regiones, entornos productivos y naturaleza de las variedades evaluadas, como lo ratifican los numerosos estudios realizados en este periodo por Chaves (1982, 1986); Chaves y Castillo (1982); Chaves *et al* (1982, 1985, 1986ab); Garro y Chaves (1984abc); Ramírez (1980b, 1985b); Rodríguez (1985b); Salazar y Chaves (1989ab) y Salazar *et al* (1989); además de lo anotado y recomendado por Campos y Gamboa (1982) y Monge y Chaves (1987) sobre la materia varietal. Las variedades estudiadas fueron, entre otras: B 43-62, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 60-125, B 68-18, B 69-232, B 70-42, B 70-52, B 70-58, B 73-616, B 75-184, B 76-95, B 76-121, B 76-196, B 76-577, B 77-44, B 77-95, B 77-596, B 77-682, BJ 69-04, BT 65-152, BT 65-282, C 87-21, CB 45-155, Co 421, Co 62-175, Co 1287, DB 136-56, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 50-7209, H 54-775, H 57-5174, H 68-1158, H 71-4441, H 71-505, IAC 55-18, Ja 60-5, Ja 64-20, L 60-25, LUNA, Mer 60-12, My 56-19, NCo 310, NCo 376, Q 68, PINDAR, RAGNAR, RB 72-1012, RB 73-9115, RB 73-9735, SP 70-1143, SP 71-5574 y SP 71-6180.

D.3.7.) Periodo 1990 – 1999

En este periodo se continuó con la directriz institucional de introducir clones sobresalientes del exterior, para lo cual se incorporaron un total de 464 nuevos materiales genéticos que representan hoy un 21,7% de todo lo importado por DIECA a la fecha. Se procuró institucionalmente al igual que en años posteriores ampliar el vínculo y relación tecnológica con otros organismos internacionales de reconocida trayectoria en este campo, en lo cual vale reconocer, se ha sido muy eficiente y exitoso (Chaves 2016ade).

Se estima de acuerdo con la información del Cuadro 14 y la Figura 2, que en el año 1994 el área sembrada con variedades nacionales de la sigla LAICA representaba apenas el 0,56%, y para 1998 el 0,44%, lo que era realmente muy poco en términos de representatividad, demostrando que importar, germinar y utilizar semilla sexual donada del exterior no resultaba ser una estrategia que generara alto valor agregado. El cambio de paradigma y ruta seguido por este programa a partir de 1998 favoreció indudablemente un cambio de fondo en los resultados obtenidos, pues la adaptabilidad de los nuevos materiales genéticos fue muy superior.

Figura 2. Área sembrada (ha) con variedades nacionales LAICA según periodo.



Cuadro 14. Participación de los clones LAICA en área sembrada con caña de azúcar en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años).

Año del Censo	Área (ha)		Área (ha) sembrada con LAICA's	Participación (%) ***
	Total *	Específica **		
1986	33.628,10	33.628,10	0	0
1994	44.485,12	42.003,90	235,8	0,56
1998	36.059,50	35.258,90	154,3	0,44
2000	45.696,42	43.859,96	234,39	0,53
2003	44.529,45	43.892,60	199,34	0,45
2007	53.503,00	52.945,12	145,64	0,28
2010	53.030,22	52.597,45	992,51	1,89
2013	58.560,29	57.192,67	2.976,85	5,20
2016	57.069,90	56.020,63	4.813,75	8,59

Fuente: Chaves *et al* Censos Cañeros Nacionales (1999,2001, 2004, 2008, 2011, 2015, 2017); Chaves (1995b); Vargas (1986).

* Incluye área no específica nombrada como: otras, varias, mezcla, investigación, etc.

** Cita y es referida específicamente a variedades sembradas e identificadas.

*** Relaciona el área sembrada (ha) con variedades sigla LAICA's con el área específica (**).

El Cuadro 15 expone lo referente a variedades de caña recomendadas por el MAG para el año 1991, donde el cambio observado en cuanto a clones de origen hawaiano es muy poco pues la base comercial siguió siendo la misma, exceptuando por la aparición de dos novedades: H 56-4848 y H 68-1158; si se aprecia como los materiales australianos procedentes de Queensland (Q 68 y Q 96) adquieren relevancia, como también algunas

variedades brasileñas de sigla SP (SP 70-1143 y SP 70-1284), que llegarían en muy poco tiempo a dominar el entorno productivo por muchos años. Digno de mencionar es la permanencia de la variedad PINDAR como opción comercial, respaldada por sus notables atributos productivos y gran plasticidad de adaptación a condiciones muy heterogéneas.

Cuadro 15. Variedades sembradas comercialmente según región productora de caña. Año 1991.

Región	Condicionantes según localidad	Variedad sembrada / recomendada
Valle Central	Diferencian por altitud (+ 800 msnm). Alajuela, San Pedro de Poas, Valverde Vega, Atenas	PINDAR, Q 68 (F), Q 96, CR 61-01, H 57-5174, H 56-4848, H 68-1158, SP 70-1284, SP 70-1143, B 70-355
Turrialba y Juan Viñas	Diferencian por altitud (+ 1000 msnm). Santa Cruz	PINDAR, Q 68 (F), H 57-5174, H 56-4848, H 68-1158, B 70-355
Norte	Condición del suelo	PINDAR, H 57-5174, B 70-355
Guanacaste y Puntarenas	Condición de fertilidad del suelo	PINDAR, Q 68, Q 96, SP 70-1284, SP 70-1143, B 70-355
Pacífico Sur	Pérez Zeledón	PINDAR, Q 68 (F)

Fuente: COSTA RICA. MAG. (1991).

Complementando lo anterior, Chaves y Aguilar (1991) describen y tipifican como variedades importantes y recomendables para ese año, las siguientes 11: PINDAR, Q 68, Q 68 (F), Q 96, CR 61-01, H 57-5174, H 56-4848, H 68-1158, SP 70-1284, SP 70-1143 y B 70-355. Agregando a su vez como variedades situadas en condición de promisorias y de proyección comercial, las 28 que se anotan a continuación: B 74-132, B 76-259, BT 65-152, C 87-51, CP 70-1133, CP 72-1210, CP 72-2086, Ja 60-5, H 60-8521, H 61-1721, H 69-3904, H 70-0144, LAICA 85-635, LAICA 85-653, My 56-19, Mex 56-476, Mex 64-1487, Mex 69-290, Mex 69-420, RB 73-5220, RB 73-9728, RB 73-9735, RB 78-5148, SP 70-1005, SP 71-1406, SP 71-3149, SP 71-5574 y SP 71-6180. No hay duda que la gran diversidad de siglas descriptivas y variación en el origen de los materiales genéticos citados, es debida a la acción investigativa desarrollada por DIECA en todo el país, lo que favoreció el estudio y evaluación de manera específica para cada localidad productora.

En 1992 DIECA recomienda para el caso particular de la Zona Sur la siembra de la variedad SP 71-5574, asegurando que *“...ha presentado rendimientos agroindustriales satisfactorios que nos permiten recomendarla para su cultivo. Otras variedades que se recomiendan para*

la zona son la Pindar y la B 49-119 (B 47-44).” Adicionalmente sugieren también la RB 73-2223, RB 73-9115 y la Mex 68-p-23.

En el año 1994 Aguilar indica en cuanto al componente varietal existente y recomendado, que *“Los clones sembrados en el país son muchos. Los cultivares más importantes que han sobresalido por sus buenas características agroindustriales de adaptabilidad y de tolerancia a las enfermedades son: “Pindar”, “Q 68”, “Q 96”, H 57-5174, H 60-8521, H 71-4441, H 70-0144, H 61-1721, CP 72-2086, CP 72-1210, CP 70-1133, B 74-132, CR 61-01, SP 70-1143, SP 70-1284, SP 71-5574, Mex 57-473, LAICA 85-653 y LAICA 82-1729.”* Es en este caso notorio y muy positivo el cambio observado en la liberación y disponibilidad de nuevas variedades al sector productor, apareciendo las siglas CP, CR, Mex, SP y sobre todo las dos primeras LAICA’s (LAICA 85-653 y LAICA 82-1729) que destacaron al ser empleadas comercialmente con algún éxito, principalmente en las zonas de San Carlos, Valle Central y Turrialba.

En 1994 DIECA plantea para la región cañera del Valle Central Occidental una propuesta renovadora de recomendaciones técnicamente bien fundamentada para ocho variedades comerciales, algunas muy novedosas, la cual, indica, resulta del estudio de más de 300 variedades procedentes de otros países, como se aprecia en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Variedades recomendadas por DIECA en el Valle Central Occidental. 1994.

Variedad	Recomendación
Q 96	Se caracteriza por su elevada producción de azúcar, requiere suelos de alta fertilidad y buena retención de humedad; se recomienda en altitudes inferiores a 1000 msnm.
Mex 57-473 (Mex 58-1230)	En suelos fértiles y medios, con altitudes inferiores a 1200 msnm.
SP 70-1143	En suelos de fertilidad media y altitudes inferiores a 1200 msnm, sobresale por su excelente retoñamiento.
CR 61-01	En suelos de baja fertilidad, baja retención de humedad y altitudes inferiores a 1000 msnm.
H 71-4441	En suelos de media y alta fertilidad, con altitudes superiores a los 1000 msnm.
H 61-1721	Para altitudes superiores a los 1000 msnm.
SP 71-3149	En suelos fértiles y profundos y altitudes superiores a los 1000 msnm en toda la región.
LAICA 82-135	Recomendada para suelos muy fértiles y altitudes mayores a 1000 msnm. Caracterizada por un excelente encepamiento.
RB 73-9735, RD 75-11, BT 67-50, Mex 70-485, H 60-8521, SP 71-5574, LAICA 82-1729, LAICA 86-08, LAICA 87-11, LAICA 88-50, LAICA 89-53, LAICA 90-24	Alternativas futuras de cultivo, se encuentran actualmente en etapa final de estudio.

Fuente: DIECA (1994).

Un año después, Subirós (1995) amplía aún más el panorama de nuevas opciones de cultivo, revelando la condición varietal para las cinco principales regiones productoras de caña en existentes en ese momento, como se evidencia en el Cuadro 17. Es notorio como la categorización de las variedades en **sembrada, recomendada y promisorio o prometedora**, es aplicado de manera arbitraria y con algo de subjetivismo, lo que puede llegar a confundir pues en el fondo son condiciones agronómicas y de alcance comercial muy diferentes; pues una variedad puede estar ampliamente sembrada pero no recomendarse más su cultivo por alguna circunstancia especial y particular.

Cuadro 17. Variedades sembradas comercialmente según región productora de caña. Año 1995.

Región	Variedades recomendadas
Pacífico Seco (Guanacaste y Puntarenas)	Variedades sembradas en suelos pesados: NA 56-42, NCo 310, NCo 376, Ja 60-5, SP 70-1284, CR 61-01, Co 421, UCW 54-65 Variedades sembradas en suelos francos: NCo 310, CP 72-2086, CP 72-1210, CP 72-1312, CP 70-1133, SP 70-1284, SP 71-5574, Q 96, Q 99, Q 102, B 74-132, BT 65-152
Región Valle Central Occidental (Grecia)	Cultivadas: H 57-5174, H 71-4441, Q 96, Co 421, CR 61-01, B 70-355, Mex 57-473, LAICA 82-135 Otras cultivadas en menor proporción: B 47-44, PINDAR, SP 70-1143, SP 71-1406, SP 71-3149, SP 71-5574, H 44-3098, H 60-8521, H 68-1158, H 73-7007
Atlántica Este (Turrialba)	Cultivadas parte media: PINDAR, Q 96, B 76-259 Cultivadas en parte alta: H 32-8560, H 57-5174, H 60-8521, H 61-1721, H 62-4671, H 68-1158, H 70-0144, B 47-44 Variedades promisorias: H 73-6110, H 78-292, Q 96, BJ 70-03
Atlántica Norte (San Carlos)	Cultivadas: H 68-1121, H 68-1158, H 71-505, PINDAR, Q 96, Já 60-5, CP 57-603, SP 70-1284, B 50-377, B 54-142, B 60-125 Otras cultivadas en menor proporción: Q 77, Q 88, B 60-267, CP 72-2086, Ja 60-5, SP 70-1284, SP 71-6180, H 60-8521 Sembradas en zonas altas: B 50-377, B 54-142, B 60-125, B 60-267
Sur	Cultivadas: SP 71-5574, Q 96, B 47-44, PINDAR Otras cultivadas en menor proporción: SP 71-1406, Q 88, RB 73-2223, RB 73-9735, B 60-267

Fuente: Subirós (1995).

La publicación que formulara DIECA en el año 1990 aporta elementos nuevos considerados de gran valor para contextualizar mejor las características y particularidades en que deben interpretarse las variedades según su condición de sembradas, recomendadas y promisorias, con el objeto de expresar y maximizar su potencial genético intrínseco (Cuadro 18). Dicha caracterización surge de la investigación desarrollada y también del amplio y valioso antecedente productivo al que han sido sometidas algunas de ellas.

Cuadro 18. Situación varietal según región productora de caña. Año 1990.

Región	Condición		Variedades recomendadas
Valle Central Occidental	Sembradas	Menos 1000 msnm	B 47-44, B 50-135, Co 421, PINDAR, Mex 58-1230, NCo 310, NCo 376
		Más 1000 msnm	H 44-3098, H 57-5174, Co 421, B 47-44
	Recomendadas	Menos 1000 msnm	SP 70-1143, B 70-355, CR 61-01, Q 96, Co 421, PINDAR, Mex 58-1230, LAICA 82-135, LAICA 82-1729
		Más 1000 msnm	H 57-5174, H 60-8521, H 71-4441, B 70-355
	Promisorias	Menos 1000 msnm	SP 70-1005, SP 71-6180, SP 72-4790, My 56-19, RB 73-5220, RB 73-9728, RB 73-9735, RB 78-5148
		Más 1000 msnm	SP 71-3149, H 61-1721, H 69-3904, H 70-0144, H 72-6317
Pérez Zeledón	Sembradas		PINDAR, Q 88, B 47-44, B 60-267
	Recomendadas		SP 71-5574
	Promisorias		SP 71-1406, RB 73-2223, RB 73-9115, Mex 57-473, Mex 69-420
San Carlos	Sembradas	Menos 100 msnm	PINDAR, B 60-125, B 60-267, B 76-121, CP 57-603, SABORIANA
		Más 100 msnm	B 47-44, B 60-267, H 44-3098, PINDAR
	Recomendadas	Menos 100 msnm	PINDAR, B 60-267, Q 96, RB 73-9735
		Más 100 msnm	PINDAR, Q 77, Q 96, H 60-8521, H 71-505
	Promisorias	Menos 100 msnm	Mex 64-1487, LAICA 85-635, LAICA 85-648, LAICA 85-653, LAICA 85-662, LAICA 85-667, LAICA 85-675, CP 72-2086, RB 73-1714
		Más 100 msnm	H 61-1721, H 70-0144, Mex 56-476
Guanacaste y Puntarenas	Sembradas	Suelos pesados	NCo 310, NCo 376, UCW 54-65, Co 421
		Suelos livianos	PINDAR, Q 68, Q 75, B 74-132
	Recomendadas	Suelos pesados	Já 60-5, SP 70-1143, NA 56-42, CR 61-01, CP 72-1312
		Suelos livianos	Q 96, Q 102, CP 70-1133, CP 72-1210, CP 72-2086, SP 70-1284, B 74-132
	Promisorias	Suelos pesados	SP 71-6180, CR 74-250, LAICA 82-2436
		Suelos livianos	PR 11-41, PR 61-632, Mex 57-473
Turrialba	Sembradas	Menos 900 msnm	PINDAR, B 47-44, B 50-135, B 50-377, Q 88, POJ 2878, H 50-7209, H 59-3775
		Más 900 msnm	POJ 2878, B 47-44, B 50-135, H 32-8560, H 44-3098, H 54-775, H 56-4848, H 57-5174
	Recomendadas	Menos 900 msnm	PINDAR, Q 96, B 76-259
		Más 900 msnm	H 32-8560, H 57-5174, H 60-8521
	Promisorias	Menos 900 msnm	RB 73-5220, RB 73-9735, RB 78-5148, Mex 69-290, Mex 69-420
		Más 900 msnm	H 61-1721, H 62-4671, H 70-0144, H 73-7007

Fuente: DIECA (1990).

D.3.8.) Periodo 2000 – 2009

Este periodo fue muy importante en cuanto a importación de clones del exterior pues como lo reseña la Figura 1, se introdujeron en total 798 nuevos clones, máxima cantidad histórica traída al país en un tiempo similar, lo que representa a esta fecha (2018) el 37,4% de la eficiente gestión desarrollada por DIECA en esta materia.

En estos años DIECA realizó muchas pruebas experimentales con nuevas variedades, las cuales siguen un riguroso protocolo de fases sucesivas de evaluación, el cual es aplicado desde hace muchos años en esta materia, lo que permite seleccionar con criterios objetivos basados en indicadores agronómicos, fitosanitarios, productivos y agroindustriales representativos los mejores biotipos, tal como lo refieren Chaves (2012a, 2014a, 2016f), Chaves y Bermúdez (2012), Durán *et al* (1993, 2013), Durán y Oviedo (2015), Durán (2018). Como se concluye del Cuadro 14 y la Figura 2, en este periodo el crecimiento en el área sembrada de las variedades nacionales sigla LAICA siguió siendo muy baja, pues ni siquiera alcanzó el 1% considerado como representativo de un clon en expansión.

No se puede dejar de comentar la terrible crisis vivida en la Zona Sur con el ingreso, presencia, afectación e impacto provocado por la enfermedad fungosa “*Roya Naranja*” cuyo agente causal es *Puccinia kuehnii*, y que afectara severamente las plantaciones de caña de la variedad SP 71-5574 en la zafra 2007-2008 (Figura 3), cuya producción de caña cayó de 299.078 a 219.324 toneladas métricas para un significativo -26,7%, correspondiente a -79.754 toneladas; lo que se reflejó consecuentemente en una fabricación menor de azúcar de -177.234 Bultos de 50 kg (8.862 toneladas) al caer de 706.530 a 529.296 Bultos para un significativo -25,1%. En la zafra siguiente 2008-2009 la caída fue mayor al llegar a moler apenas 210.777 toneladas de caña y fabricar 531.669 Bultos (Chaves *et al* 2018a). La grave afectación provocada por la enfermedad se conjuntó con la denominada “crisis inmobiliaria internacional” acontecida e iniciada en el año 2008, lo que generó un impacto conjunto que resultó difícil de superar.

Las consecuencias del impacto provocado por la enfermedad fueron dramáticas en todos los sentidos, por lo inesperado e imprevisto en que acontecieron los hechos, como fuera documentado por Barrantes y Chavarría (2007, 2010); Chavarría *et al* (2016); Chavarría y Barrantes (2009), Chaves (2008abc, 2009); COSTA RICA (2008). Dichosamente las variedades de la sigla LAICA llegaron en muy corto plazo a resolver y salvar con creces la situación y retornar pronto a la región a niveles anteriores de producción; y mejorar inclusive significativamente los índices de productividad promedio agroindustrial de la región (Chaves *et al* 2018a).



Figura 3. Plantación afectada por Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*).

D.3.9.) Periodo 2010 – 2018

La introducción de nuevos clones se mantuvo en esta etapa igual que en épocas anteriores muy activa y dinámica, prosiguiendo con la incorporación direccionada de nuevos materiales con perfil de promisorios para llegar a ser comerciales en el mediano plazo, luego de superar las fases continuas y sucesivas de evaluación y selección agroindustrial. En los últimos 9 años transcurridos de este periodo, se han introducido 556 clones, lo que representa un 26,1% del total (2.134) ingresado al país a la fecha.

La investigación desarrollada por DIECA en materia genética ha sido muy amplia en este periodo en todos los sentidos, abordando no apenas tópicos comparativos de rendimiento productivo; sino incorporando también otras variables determinantes que promueven, inducen y mejoran la productividad, como lo refieren los informes oficiales de Programa de Variedades correspondientes que DIECA publica anualmente sobre la materia y que pueden ser consultados (DIECA 2015, 2016, 2017, 2018).

La expansión de siembra de las variedades nacionales sigla LAICA viene siendo importante en los últimos cinco años, como indica el Cuadro 19 adjunto, llegando a alcanzar en el año 2016 una representatividad del 8,6% equivalente a 4.814 hectáreas con clara tendencia al incremento; razón por la cual se espera un repunte importante y contundente en los próximos años, sobre todo si se considera que muchos materiales promisorios vienen en fases avanzadas de selección clones de muy alta calidad agroindustrial y excelente adaptación.

Cuadro 16. Clones (34) sigla LAICA reportados como sembrados en Costa Rica según Censo Cañero Nacional Año 2016.

LAICA 96-02	LAICA 04-825	LAICA 07-309
LAICA 00-301	LAICA 05-138	LAICA 07-375
LAICA 00-303	LAICA 05-802	LAICA 08-22
LAICA 01-213	LAICA 05-805	LAICA 08-315
LAICA 01-604	LAICA 05-809	LAICA 08-354
LAICA 03-805	LAICA 06-302	LAICA 08-808
LAICA 04-44	LAICA 06-308	LAICA 09-374
LAICA 04-250	LAICA 06-322	LAICA 10-207
LAICA 04-261	LAICA 07-09	LAICA 10-804
LAICA 04-306	LAICA 07-20	LAICA 12-340
LAICA 04-610	LAICA 07-26	
LAICA 04-809	LAICA 07-203	

Fuente: Censo Nacional de Variedades (Chaves et al 2017). Área total sembrada = 4.813,75 ha (8,59%).

D.4.) Actualidad y dinámica varietal

Por su significancia técnico-productiva resulta de especial importancia conocer la dinámica geográfica mantenida históricamente por las variedades de caña de azúcar en Costa Rica, en lo concerniente a la distribución que han mostrado en cuanto a su uso comercial por región. Con ese objeto se detallan seguidamente los clones que han ocupado los primeros cinco lugares en cuanto al área (hectáreas) sembrada, durante el periodo de 30 años consecutivos transcurrido entre los años 1986 y 2016. Se considera ese periodo como muy representativo para reflejar y sensibilizar los cambios genéticos acontecidos en el sector.

D.4.1.) Nacional

El Cuadro 20 muestra lo acontecido integralmente en torno a la dinámica y movimiento que han tenido las variedades de caña en Costa Rica, en cuanto a frecuencia e intensidad de siembra comercial durante los últimos 30 años (1986-2016). Se anotan para cada uno de los nueve Censos Cañeros realizados en ese periodo, específicamente las variedades que ocuparon los primeros cinco lugares, indicando el correspondiente porcentaje de cultivo y el total que conjuntamente representaron. También se indica en porcentaje la frecuencia de cultivo de cada sigla, dentro del total de 45 posiciones posibles (5 clones x 9 censos).

Como se observa e infiere de los resultados, los cambios acontecidos en el país han sido importantes en todos los sentidos, pues la variabilidad es relativamente alta. En total se han

utilizado en esos 30 años 16 variedades diferentes pertenecientes a las siguientes nueve siglas descriptivas y número (-) de clones específicos implicado: B (3), CP (2), NA (2), SP (2), NCo (2), Q (2), RB (1), Mex (1) y PINDAR. De esas siglas es la CP la que más frecuencia de uso mantiene al emplearse en el 26,7% (12) de las posiciones de privilegio evaluadas, seguida por SP con el 17,8%, B y NA con el 13,3% c/u; lo que conjuntamente significa el 71,1% para las mismas, demostrando con ello su importancia, aceptación y adaptación en el país. Las otras siglas se mostraron como sigue: Q (8,9%), NCo (6,7%), PINDAR (6,7%), RB (2,2%) y Mex (2,2%).

Cuadro 20.

Principales variedades de caña sembradas comercialmente en COSTA RICA para la fabricación de azúcar. Periodo 1986-2016.

Censo	Variedades sembradas comercialmente según posición										% Total
	Var # 1	%	Var # 2	%	Var # 3	%	Var # 4	%	Var # 5	%	
1986	PINDAR	17,6	NCo 310	17,4	B 47-44	10,8	NCo 376	9,5	Q 68	7,2	62,5
1994	NCo 310	12,1	Q 96	11,7	SP 70-1284	11,0	SP 71-5574	8,9	PINDAR	6,8	50,4
1998	SP 70-1284	22,6	Q 96	9,7	SP 71-5574	7,3	PINDAR	6,0	CP 72-2086	5,9	51,6
2000	SP 70-1284	17,1	CP 72-2086	11,9	SP 71-5574	8,8	CP 72-1210	7,8	Q 96	7,5	53,0
2003	CP 72-2086	13,2	CP 72-1210	12,6	NA 56-42	11,2	SP 70-1284	9,1	B 80-689	8,8	55,1
2007	NA 56-42	17,2	CP 72-1210	13,5	CP 72-2086	10,6	B 80-689	8,7	SP 71-5574	6,1	56,1
2010	NA 56-42	13,3	CP 72-1210	11,7	CP 72-2086	11,7	Mex 79-431	6,1	B 82-333	5,9	48,7
2013	CP 72-2086	12,6	NA 56-42	12,0	B 82-333	10,0	CP 72-1210	8,2	Mex 79-431	6,5	49,3
2016	CP 72-2086	15,1	B 82-333	10,1	RB 86-7515	9,3	NA 85-1602	7,6	NA 56-42	7,4	49,5

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

Como muestra de la dinámica de cambio observada en el país en materia genética, destaca el hecho que en esos 30 años la primera posición como variedad más cultivada en Costa Rica (Cuadro 20), aparecen solo los siguientes cinco clones con su respectivo número de veces como material privilegiado: CP 72-2086 (3 veces), NA 56-42 (2), SP 70-1284 (2), NCo 310 (1) y PINDAR (1). Los cinco principales clones representaron en los nueve Censos Nacionales realizados entre el 48,7% (2010) y el 62,5% (1986) de toda el área cañera nacional, lo que es muy representativo pero a la vez sugestivo de la gran capacidad de adaptación y plasticidad de los mismos, al poder adaptarse a los diferentes y disímiles entornos de producción agroindustrial (Chaves y Chavarría 2013).

D.4.1.1) Porcentaje de cultivo

En asocio directo con lo anterior, resulta interesante determinar y proyectar la tendencia seguida por el país en el tiempo, en lo referente al área (hectáreas) sembrada con las variedades dominantes (primer lugar) en cada uno de los años diagnosticados por los Censos. Es satisfactorio reconocer que ninguna variedad se ubica en porcentajes de siembra elevados que mantengan nuestra agroindustria en una posición de alto riesgo ante cualquier eventualidad que pudiera acontecer, como ya ocurrió con algunas de las enfermedades que han golpeado severamente nuestro sector. El porcentaje de siembra máximo se ubica entre 12,6 y 17,6 con una sola excepción en el año 1998, cuando la variedad SP 70-1284 alcanzó el 22,6% de aceptación.

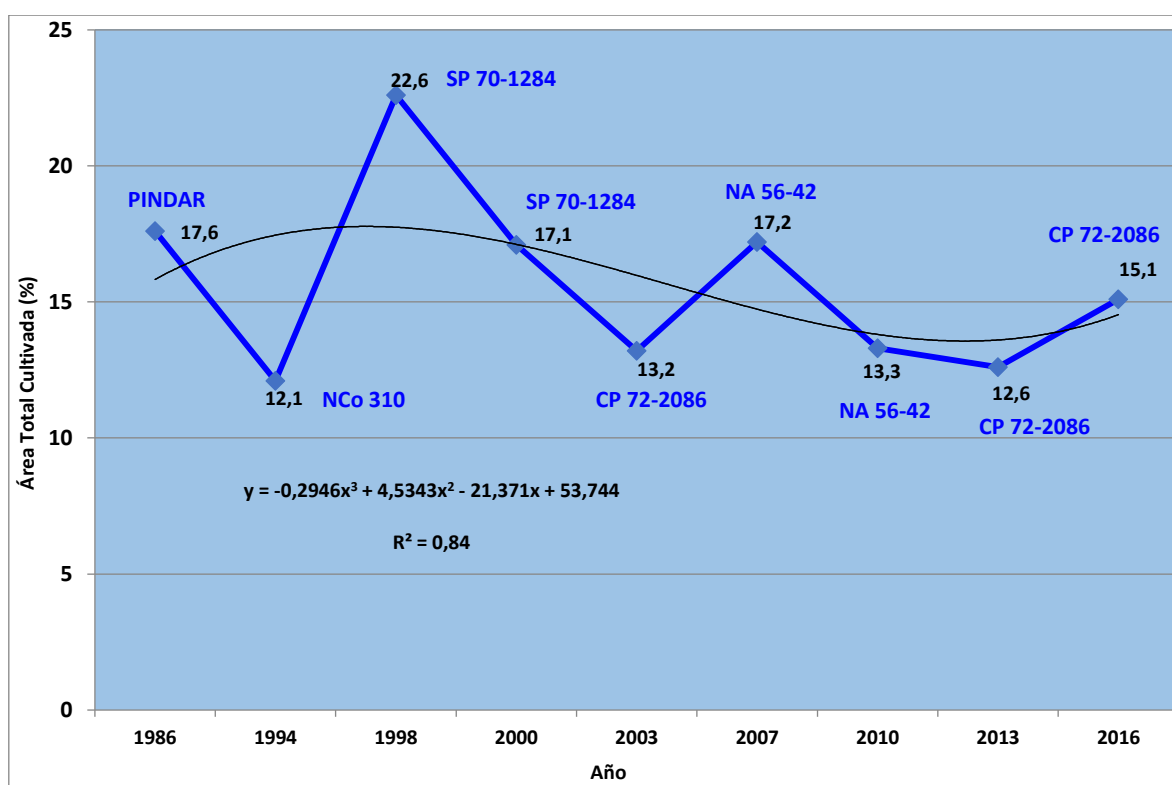


Figura 4. Variedades de uso comercial con mayor (%) área de cultivo en Costa Rica, según año (Periodo 1986-2016 ≈ 30 años).

D.4.2.) Guanacaste

El análisis del recorrido que han tenido las variedades de uso comercial de caña de azúcar en esta región, la más importante en términos productivos, pues en la última zafra 2016-2017 procesó el 59,1% de la materia prima con la cual fabricó el 59,4% % de toda el azúcar nacional, lo que es muy significativo y representativo de su relevancia (Chaves *et al* 2018a).

El Cuadro 21 identifica las 11 variedades que han ocupado los primeros cinco puestos en cuanto a área cultivada (ha) en esta región en el periodo de 30 años evaluado, los cuales pertenecen a las siguientes siglas descriptivas: CP (2 clones), NCo (2), B (2), SP (2), NA (2), Q (1), Mex (1) y PINDAR. De esas siglas la CP representa la variedad que más frecuencia de uso mantiene al emplearse en el 28,9% (13 veces) de las posiciones de privilegio, seguida por NA con el 22,2%, SP con el 17,8% y NCo con un 13,3%; conjuntamente eso implica el 82,2% para las mismas, demostrando su importancia. Las otras siglas se mostraron como sigue: B (11,1%), Q (2,2%), PINDAR (2,2%) y Mex (2,2%). Esta nominación es trascendente para orientar y definir los esfuerzos de mejora genética por desarrollar a futuro, sea por la vía de la importación de clones o el vinculado con el cruzamiento de progenitores con potencial productivo agroindustrial y de adaptación por antecedente reconocido. Pareciera que las variedades de origen CP mantienen supremacía en esta materia, lo que debe ser aprovechado y potenciado en el trabajo genético desarrollado por el sector.

Cuadro 21.
Variedades de caña de azúcar sembradas en la Región de GUANACASTE. Periodo 1986-2016.

Censo	Variedades sembradas comercialmente según posición										% Total
	Var # 1	%	Var # 2	%	Var # 3	%	Var # 4	%	Var # 5	%	
1986	NCo 310	35,5	NCo 376	18,8	SP 70-1284	11,5	Q 68	10,8	PINDAR	7,6	84,2
1994	NCo 310	27,1	SP 70-1284	10,5	NCo 376	10,1	NA 56-42	9,9	CP 72-2086	6,5	64,1
1998	SP 70-1284	22,9	CP 72-2086	10,9	NA 56-42	10,8	NCo 310	10,2	NA 56-42	10,1	64,9
2000	CP 72-2086	20,5	SP 70-1284	17,2	NA 56-42	12,2	CP 72-1210	10,4	NCo 310	7,4	67,8
2003	CP 72-2086	21,7	NA 56-42	19,7	B 80-689	13,7	CP 72-1210	11,1	SP 70-1284	10,5	76,7
2007	NA 56-42	31,1	CP 72-2086	17,6	B 80-689	15,0	CP 72-1210	11,4	SP 70-1284	5,6	80,7
2010	NA 56-42	22,9	CP 72-2086	18,8	CP 72-1210	12,7	SP 70-1284	8,4	B 80-689	6,6	69,4
2013	NA 56-42	19,7	CP 72-2086	19,0	B 82-333	11,8	CP 72-1210	9,4	Mex 79-431	7,4	67,4
2016	CP 72-2086	21,0	B 82-333	13,9	NA 85-1602	12,7	NA 56-42	12,4	SP 81-3250	10,5	70,6

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

La estabilidad regional en materia productiva y genética se evidencia con el hecho de que en 30 años solo cuatro variedades han ocupado el primer lugar en cuanto a siembra en esta zona, destacando la CP 72-2086 en tres periodos para un 33,3%, igualada por la NA 56-42 (33,3%), seguida por la NCo 310 en dos periodos consecutivos (22,2%) y la SP 70-1284 en

uno (11,1%). Por varios años fueron NCo 310 y L 60-14 las que dominaron en la región. No hay duda que la zona posee algunos factores determinantes que limitan la adaptabilidad y aceptación de los clones por parte de los agricultores, entre los que están: a) adaptación a la cosecha mecanizada, b) tolerancia y respuesta favorable al cultivo en suelos pesados (orden Vertisol), c) tolerancia a sequía, d) respuesta a la aplicación de riego, e) respuesta a la aplicación de madurantes, f) floración limitada, g) maduración adecuada a los periodos diferenciados de cosecha (temprana-media-tardía), h) tolerancia a plagas y enfermedades problemáticas, entre otras.

Los porcentajes de cultivo de las variedades que ocuparon el primer son relativamente altos pero no en demasía, pues variaron entre el 19,7% (2013) y el 35,5% (1986), lo que puede catalogarse como bastante aceptable y permite adoptar posiciones emergentes en caso de suceder cualquier eventualidad. Es importante destacar que entre las zonas productoras Este representada por los cantones de Cañas, Bagaces y Abangares hay diferencias importantes en materia de variedades sembradas, respecto a la Zona Oeste representada por los cantones de Liberia, Carrillo, Santa Cruz y Nicoya, pues pareciera que las demandas y requerimientos tecnológicos como también los gustos y preferencias de los productores son diferentes.

D.4.3.) Pacífico Central

La región posee alguna similitud con la región de Guanacaste, sobre todo en elementos vinculados con el clima (lluvia, temperaturas, luz y viento), no así en cuanto a suelos y contenido de humedad en el mismo, pues su nivel friático es muy superior, lo que determina una condición de producción y manejo agronómico diferente. Durante la última zafra 2016-2017 en el lugar se procesó el 8,7% de la caña con la cual fabricó el 8,0% % de todo el azúcar costarricense, lo que es muy significativo (Chaves *et al* 2018a).

Por su trascendencia, cabe aclarar que en el Censo realizado en el año 1986 esta zona no fue citada de manera independiente por lo que carece de información. En el Cuadro 22 se citan las 14 variedades de caña que han ocupado los primeros cinco puestos en cuanto a área cultivada (ha) durante el largo periodo de tiempo evaluado, los cuales pertenecen a las siguientes 6 siglas descriptivas: CP (5 clones), SP (3), B (3), Q (1), BT (1) y RB (1). De todas esas siglas la CP representa con contundencia la variedad que más frecuencia de cultivo ofrece al emplearse en el 42,5% (17 veces) de las posiciones validadas, seguida por SP con el 22,5%, B con el 20,0%; conjuntamente solo tres clones representan el 85,0%, ratificando su relevancia. Las otras siglas implican: BT (2,5%), Q (2,5%) y RB (2,5%). Se concluye que al igual que aconteció para la región de Guanacaste, las variedades sigla CP mantienen la mejor adaptación y niveles de producción, lo que debe ser considerado e integrado en la labor de mejora genética realizada por el sector.

Cuadro 22.
Variedades de caña de azúcar sembradas en la Región de PACÍFICO CENTRAL. Periodo 1986-2016.

Censo	Variedades sembradas comercialmente según posición										% Total
	Var # 1	%	Var # 2	%	Var # 3	%	Var # 4	%	Var # 5	%	
1986	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---
1994	SP 70-1284	44,7	Q 96	20,5	BT 65-152	16,8	CP 72-2086	4,0	B 74-132	2,1	88,2
1998	SP 70-1284	64,9	SP 71-5574	10,1	Q 96	8,1	BT 65-152	6,2	CP 72-2086	2,1	91,4
2000	SP 70-1284	48,7	CP 72-1210	13,8	SP 71-5574	10,8	B 74-132	6,4	BT 65-152	6,0	85,7
2003	CP 72-1210	41,0	SP 70-1284	20,1	B 74-132	9,0	B 80-689	6,4	CP 72-2086	5,4	81,9
2007	CP 72-1210	56,5	SP 81-3250	7,9	CP 80-1743	7,3	CP 72-2086	6,1	B 82-333	4,2	81,9
2010	CP 72-1210	46,1	B 82-333	17,1	SP 81-3250	16,8	CP 72-2086	8,2	CP 80-1743	2,6	90,8
2013	B 82-333	26,6	CP 72-1210	24,8	SP 81-3250	12,8	CP 72-2086	10,1	CP 88-1696	8,2	82,5
2016	CP 14-1518	28,8	CP 72-2086	25,9	B 82-333	14,7	CP 72-1210	11,7	RB 86-7515	8,1	89,2

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

En esta región los porcentajes de cultivo de las variedades que ocuparon el primer son bastante altos, pues variaron entre el 26,6% (2013) y el 64,9% (1998), lo que puede ser potencialmente riesgoso ante cualquier situación de eventualidad que pudiera ocurrir con las variedades. Es satisfactorio sin embargo observar, como luego del año 2010 dicho porcentaje cayó significativamente. Por su trascendencia e implicación actual y futura, es necesario indicar y dejar constancia de que la sigla descriptiva de la variedad anotada y reportada en la zona como **CP 14-1518**, está clara y evidentemente equivocada; sin embargo, todos los esfuerzos realizados por DIECA para tratar de ubicarla correctamente resultaron infructuosos, para lo cual se emplearon inclusive criterios biotecnológicos asociados con ADN.

D.4.4.) Valle Central

Esta tradicional zona cañera pese a ser relativamente pequeña en tamaño goza de una heterogeneidad muy elevada en todos los sentidos (clima, altitud, suelos, relieve, manejo, fitosanidad, etc.), que hacen que sus demandas sean muy diversas y diferentes. Esta realidad ha provocado que en el tema varietal los cambios que se dan y suceden sean profundos como los resultados mismos lo demuestran. Pese a ocupar por muchos años, antes del año 60, el primer lugar nacional en producción de caña y azúcar, en los últimos años ha venido perdiendo aceleradamente representatividad nacional. Durante la zafra 2016-2017 la región procesó el 8,4% de toda la caña nacional, con lo cual fabricó el 8,2 del

azúcar que el país elaboró, como lo demuestran Chaves *et al* (2018a). La región posee dos condiciones de producción y por ende tecnológicas muy diferentes, representadas por los cantones cañeros ubicados en la Zona Este: Grecia, Alajuela, Atenas, Valverde Vega, Naranjo, San Pedro de Poás, Heredia, y la Zona Oeste: San Ramón y Palmares.

En relación a las variedades comerciales y siglas utilizadas en esta región, el Cuadro 23 expone un detalle de lo acontecido en los últimos 30 años. En ese largo periodo de tiempo se han utilizado un total de 19 variedades diferentes que han ocupado los primeros cinco lugares como opciones comerciales, las cuales pertenecen y encuentran en 10 siglas descriptivas, siendo la SP la más importante al ubicar 5 variedades, seguida por la sigla H con 4, Mex (2), RB (2), B (1), Q (1), Co (1), RD (1), LAICA (1) y PINDAR (1). Notese que ya aparece la Sigla LAICA en el Censo realizado en el 2016.

En cuanto a frecuencia de uso la sigla SP mantiene liderazgo y mayor representatividad al emplearse en la región en el 26,7% (12 veces) de las posiciones, seguida por las siglas Q y RB 15,6% c/u y Mex con el 13,3% que conjuntamente significan el 71,2%, demostrando su importancia. Las otras siglas participaron como, como sigue: H (11,1%), B (6,7%), PINDAR (4,4%), LAICA (2,2%), Co (2,2%) y RD (2,2%). Es notoria la significativa variabilidad de los materiales genéticos empleados pues la zona se ubica entre los 600 y 1.250 msnm, lo que introduce ambientes productivos muy diferenciados.

Cuadro 23.
Variedades de caña de azúcar sembradas en la Región de VALLE CENTRAL. Periodo 1986-2016.

Censo	Variedades sembradas comercialmente según posición										% Total
	Var # 1	%	Var # 2	%	Var # 3	%	Var # 4	%	Var # 5	%	
1986	B 47-44	23,5	Co 421	17,0	H 57-5174	14,5	H 44-3098	6,7	PINDAR	6,7	68,4
1994	Q 96	24,1	SP 71-5574	19,5	B 47-44	8,0	H 71-4441	7,5	PINDAR	6,5	65,5
1998	SP 71-5574	34,9	Q 96	22,9	SP 70-1143	8,7	H 71-4441	5,5	Mex 57-473	4,3	76,4
2000	SP 71-5574	28,2	Q 96	19,0	RB 73-9735	10,3	SP 70-1143	6,4	B 47-44	5,7	69,6
2003	RB 73-9735	26,1	Q 96	23,4	SP 71-5574	10,3	SP 70-1143	6,3	Mex 57-473	5,9	72,0
2007	Q 96	17,3	RB 73-9735	16,9	SP 79-2233	11,4	RD 75-11	9,2	Mex 79-431	7,4	62,2
2010	Mex 79-431	28,4	Q 96	15,7	RB 73-9735	10,1	SP 79-2233	8,3	H 77-2545	5,7	68,3
2013	RB 86-7515	35,3	Mex 79-431	26,3	Q 96	10,0	SP 78-4764	5,2	RB 73-9735	5,0	81,8
2016	RB 86-7515	58,3	SP 78-4764	13,3	Mex 79-431	11,0	SP 71-3149	2,9	LAICA 04-809	1,6	87,1

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

Las variedades dominantes que han ocupado el primer lugar en los 9 Censos Cañeros realizados, refleja también la variabilidad regional importante, como lo demuestra el Cuadro 23. Un total de 6 variedades han tenido esa destacada proyección, siendo SP 71-5574, Q 96 y RB 86-7515 los más significativos al representar cada uno un 22,2% (2 veces c/u) para un total conjunto del 66,6%. Otras variedades distinguidas en ese puesto son B 47-44, RB 73-9735 y Mex 79-431, cada una de las cuales fue en su momento de amplio cultivo en la zona. Los porcentajes de siembra en estos casos han variado de 17,3% (2007) a 58,3% (2016), siendo altos en las dos últimas mediciones lo que es un reconocimiento a su calidad agroindustrial.

D.4.5.) Turrialba – Juan Viñas

Esta región de gran tradición y antecedente cañero que le deparara ser reconocida por mérito propio como la “campiña azucarera”, se caracteriza por la cantidad y diversidad de “microambientes” que posee y que hacen difícil la labor productiva, virtud de la cantidad de factores limitantes que prevalecen en el lugar, entre los que pueden citarse entre muchos otros los siguientes: altas pendientes, pedregocidad, suelos ácidos de baja fertilidad, niveles de precipitación muy elevados, altas temperaturas, presencia de malezas, transporte problemático de la materia prima, etc.

La región ha decaído con el tiempo en materia productiva, siendo actualmente la de menor índice productivo en el país, pues en la zafra 2016-2017 participó apenas con el 5,9% de la caña molida en ese periodo con la cual se fabricó el 6,1% de todo el azúcar nacional (Chaves *et al* 2018a).

En el Cuadro 24 se anotan las 14 variedades que históricamente han ocupado las primeras cinco posiciones en cuanto al área sembrada (ha) en la región durante los 30 años evaluados, que pertenecen a las cinco siglas descriptivas siguientes: H (8 clones), B (3), Q (1), LAICA (1) y PINDAR. Como se infiere de esas siglas la H de Hawái integra las variedades que más frecuencia de uso ha mantenido en la región, al emplearse en un significativo 40,0% (18 veces) de las posiciones de privilegio del periodo, seguida por B con el 31,1%, que conjuntamente implican el 71,1% para las mismas, demostrando con ello su importancia y dominancia como materiales preferentes de siembra. Las otras tres siglas se mostraron como sigue: Q (2,2%), LAICA (2,2%) y PINDAR (2,2%). El hecho de tener un claro dominio de los clones hawaianos sigla H no es capcioso ni tampoco casualidad, pues el condicionante principal viene dado por una circunstancia de fuerza mayor en consideración de cultivarse en la zona alta (+ 1.000 msnm) de la región, donde el ciclo vegetativo es más prolongado que en el resto del país por lo que varía de 18 a 24 meses de edad para cosecha.

Cuadro 24.
Variedades de caña de azúcar sembradas en la Región de TURRIALBA-JUAN VIÑAS. Periodo 1986-2016.

Censo	Variedades sembradas comercialmente según posición										% Total
	Var # 1	%	Var # 2	%	Var # 3	%	Var # 4	%	Var # 5	%	
1986	B 47-44	23,3	H 44-3098	19,2	PINDAR	17,0	H 57-5174	13,0	H 32-8560	9,8	82,2
1994	Q 96	19,8	H 60-8521	15,9	PINDAR	15,3	B 47-44	7,7	H 57-5174	6,0	64,8
1998	H 61-1721	26,6	Q 96	21,1	PINDAR	11,2	B 76-259	9,6	H 62-4671	7,8	76,3
2000	Q 96	17,6	B 76-259	12,4	H 77-4643	12,2	H 62-4671	11,5	H 61-1721	10,7	64,4
2003	H 77-4643	23,4	B 77-95	15,8	B 76-259	14,3	H 61-1721	11,7	Q 96	8,4	73,6
2007	H 77-4643	30,3	B 77-95	21,8	B 76-259	21,1	PINDAR	12,4	Q 96	3,9	89,5
2010	H 77-4643	39,8	B 76-259	24,1	B 77-95	21,8	PINDAR	6,4	H 77-2545	2,0	94,2
2013	H 77-4643	33,4	B 76-259	31,0	B 77-95	16,9	PINDAR	6,3	H 61-1721	1,6	89,2
2016	B 76-259	36,3	H 77-4643	27,2	B 77-95	15,6	LAICA 04-250	7,3	PINDAR	4,9	91,3

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

La posición principal de cultivo de esta región en cada evaluación, está determinada por apenas cinco variedades que en diferentes épocas fueron elegidas por los productores con base en sus antecedentes y atributos productivos, para ser cultivadas en sus plantaciones comerciales. De las mismas, la H 77-4643 fue la primera en el 44,4% de las evaluaciones (4 Censos) realizadas, seguida por Q 96 con el 22,2% y B 47-44, B 76-259 y H 61-1721 con el 11,1% cada una, respectivamente. Es notoria la siembra de caña en una condición diferencial de altura en niveles medio-alto, definida por altitudes que van de 600 a 1.000 msnm y más de 1.000 msnm hasta los 1.550 msnm, lo cual determina y condiciona los patrones de adaptación, manejo, maduración y producción agroindustrial, y consecuentemente el empleo de las variedades adecuadas y más aptas para satisfacer cada entorno.

En esta región los porcentajes de cultivo de las variedades que ocuparon el primer son relativamente altos, más que en otras regiones, pues variaron y ubicaron entre el 17,6% (2000) y el 39,8% (2010), lo que puede tal como se indicó para otras regiones, ser potencialmente riesgoso ante cualquier acontecimiento de eventualidad que pudiera ocurrir con las variedades sembradas. Este porcentaje como se puede observar en el Cuadro 24 ha crecido luego del año 2003 de manera muy significativa.

D.4.6.) Región Norte

En términos relativos y proporcionales esta región agrícola es una de las que mayor crecimiento en área y productivo ha mostrado en el mediano plazo, como demuestra su alta representatividad al moler en la zafra 2016-2017 el 11,3% de la materia prima con que fabricó el 10,3% de toda el azúcar costarricense. Su relevancia socio-productiva es reconocida, como lo señalaran Chaves *et al* (2018a). Esta zona es posiblemente la que mayores limitantes naturales ofrece a la maduración de la caña, caracterizada por tener niveles de precipitación total anual superiores a 3.000 mm, un periodo seco de cosecha muy estrecho, un nivel freático relativamente alto y temperaturas mínimas muy altas, lo cual impacta negativamente el metabolismo involucrado con la concentración de sacarosa en los tallos de la planta afectando la riqueza en azúcar.

Las razones anteriores explican parcialmente el por qué no es cualquier biotipo de caña la que puede adaptarse y prosperar satisfactoriamente en este difícil entorno agro productivo, situación que ha promovido y favorecido históricamente la introducción y prueba de importantes cantidades de clones de origen y características muy diversas a la zona, para ser evaluados en cuanto a su aptitud y potencial productivo agroindustrial. La casi constante inestabilidad climática prevaleciente es el factor a considerar y resolver como principio fundamental al seleccionar una variedad de uso comercial en esta localidad.

Cuadro 25.
Variedades de caña de azúcar sembradas en la Región NORTE. Periodo 1986-2016.

Censo	Variedades sembradas comercialmente según posición										% Total
	Var # 1	%	Var # 2	%	Var # 3	%	Var # 4	%	Var # 5	%	
1986	PINDAR	79,3	B 47-44	8,9	B 50-377	3,0	B 60-267	2,9	CP 57-603	1,6	95,8
1994	PINDAR	31,5	Q 96	18,5	SABORIANA	17,9	CP 57-603	3,8	B 47-44	2,5	74,3
1998	PINDAR	30,9	Q 96	14,8	SABORIANA	12,9	SP 71-5574	9,9	B 47-44	4,1	72,6
2000	PINDAR	40,4	Q 96	12,9	SABORIANA	12,0	SP 71-5574	11,1	B 60-125	5,5	82,0
2003	PINDAR	23,4	Q 96	20,7	SABORIANA	20,3	SP 71-5574	10,8	B 76-259	7,2	82,4
2007	Q 96	15,7	SP 79-2233	14,1	SABORIANA	13,9	SP 82-1176	9,8	SP 71-5574	8,4	61,9
2010	SP 79-2233	15,9	Q 132	13,4	SABORIANA	11,3	Q 96	9,7	Mex 79-431	9,3	59,7
2013	PR 80-2038	18,1	Q 132	13,4	LAICA 01-604	10,1	Q 138	9,5	Q 96	8,2	59,3
2016	PR 80-2038	23,4	B 77-95	10,9	LAICA 01-604	10,1	Q 96	8,6	Q 132	7,5	60,5

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

Como se infiere y ratifica a partir del contenido del Cuadro 25, la diversidad y variabilidad en la genética de los clones sembrados comercialmente en esta región es la norma, pues se identifican para el periodo de 30 años evaluado un total de 18 diferentes variedades cultivadas comercialmente, pertenecientes a 9 siglas. Las variedades de origen B son las que mayor adaptación a la zona parecen tener, pues sus seis variedades representan el 33,3%, seguido por los procedentes de Q y SP con el 16,7% c/u; otras siglas varietales son también importantes como sucede con PINDAR, PR, LAICA, CP, Mex y la conocida como SABORIANA, que fuera sembrada hace algún tiempo en la región y que representaron el 5,5% c/u. Como se ha deducido en las otras regiones, parece que las variedades de sigla B, Q y SP son los que mejor perfil tienen para esta región, motivo por el cual deberían dominar en los programas de mejora mediante cruzamiento de progenitores promisorios.

En cuanto a la frecuencia de cultivo de las variedades durante los 30 años evaluados, se encontró que la de mayor presencia fueron las de sigla Q con un 26,7%, seguida por B con el 17,8% y SP con un 15,5%, que en conjunto representaron el 60,0%; le siguieron SABORIANA (13,3%), PINDAR (11,1%), PR (4,4%), CP (4,4%), LAICA (4,4%) y Mex (2,2%). Es digno de destacar el hecho de que pese a la reconocida variabilidad regional, han sido solo cuatro las variedades que han dominado las siembras comerciales, manteniendo su vigencia por larga data, como acontece con PINDAR la cual ocupó el primer lugar como variedad más cultivada en cinco Censos consecutivos (periodo 1986-2003) lo que representa un significativo 55,5% y demuestra la aceptación del mismo, seguida por la PR 80-2038 con dos periodos (22,2%), Q 96 y SP 79-2233 con uno para un 11,1% c/u.

En cuanto al porcentaje de siembra mostrado por las variedades comerciales que ocuparon el primer lugar en los 9 Censos realizados, se encontró que este tiene una gran amplitud de valores, pues se ubican entre los límites extremos de 15,7% y 79,3%; siendo este último uno de los más altos observados en el país, a excepción de los verificados en la Zona Sur.

D.4.7.) Región Sur

La zona cañera del sur del país puede catalogarse como la más nueva en incorporarse a la elaboración de azúcar (no de dulce), pues su primer ingenio se instaló en el año 1974. En la zafra 2016-2017 la región procesó el 6,6% de la caña y fabricó el 8,0% del azúcar nacional, en una manifestación clara de sus excelentes índices de concentración de sacarosa, como lo apuntaron Chaves *et al* (2018a).

La región ha mantenido en sus plantaciones comerciales la siembra de 15 variedades pertenecientes a 8 siglas diferentes, de las cuales LAICA ha utilizado cinco clones para una significativa representación del 33,3%; seguida por B con tres clones (20%) y Q con dos (13,3%), para una representación conjunta del 66,6%. Le siguieron en importancia PINDAR, CP, Mex, H y SP cada una con una variedad para un 6,7%.

No puede obviarse ni dejar de mencionarse el impacto positivo de las variedades sigla LAICA en el lugar, las cuales llegaron a resolver y superar con creces el fuerte impacto productivo agroindustrial provocado por la Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) sobre la variedad SP 71-5574 en el año 2007.

En cuanto a frecuencia de cultivo, las variedades más sobresalientes fueron las pertenecientes a la sigla Q que se reportaron en 10 ocasiones durante los 30 años, para una significativa representación del 22,2%, seguida por clones LAICA y B con 8 materiales genéticos para un 17,8% c/u, SP con 6 (13,3%), CP con 6 (13,3%), PINDAR con 4 (8,9%), Mex con dos (4,4%) y H con apenas una variedad cultivada y reportada en el año 1986 para una significancia de 2,2%. Los extremos de cultivo son 24,7% (2016) y 96,9% (2007) la más alta.

Como variedades élite la región sur ha utilizado comercialmente en 30 años (1986-2016) apenas cuatro clones, liderados de manera contundente y consecutiva por la SP 71-5574 durante el periodo 1994-2007 (5 Censos), para una significancia del 55,5%. Le siguieron en importancia las variedades Q 96 con dos lideratos (22,2%) y LAICA 04-825 y B 47-44 con uno para una representatividad del 11,1% c/u, respectivamente (Cuadro 26). Los datos anteriores ratifican la calidad agroindustrial incuestionable de la variedad SP 71-5574, circunstancia que motivó su gran aceptación y proyección como material de siembra en la región, como lo argumentara oportunamente Chaves (2008a).

Cuadro 26.
Variedades de caña de azúcar sembradas en la Región SUR. Periodo 1986-2016.

Censo	Variedades sembradas comercialmente según posición										% Total
	Var # 1	%	Var # 2	%	Var # 3	%	Var # 4	%	Var # 5	%	
1986	B 47-44	32,0	PINDAR	30,6	Q 68	17,2	H 44-3098	7,9	B 60-267	7,1	94,8
1994	SP 71-5574	89,2	PINDAR	3,1	B 47-44	2,8	Q 68	2,1	Q 96	0,2	97,5
1998	SP 71-5574	96,6	Q 96	1,6	Mex 68-p-23	0,9	PINDAR	0,5	B 47-44	0,4	100
2000	SP 71-5574	96,3	Q 96	2,1	Mex 68-p-23	0,5	CP 87-1248	0,5	B 47-44	0,4	99,8
2003	SP 71-5574	95,7	CP 87-1248	3,2	Q 96	0,9	PINDAR	0,1	LAICA 94-813	0,1	99,9
2007	SP 71-5574	96,9	CP 87-1248	1,6	Q 96	1,5	LAICA 03-805	0,02	B 89-1351	0,02	99,9
2010	Q 96	35,6	SP 71-5574	28,5	B 89-1351	10,9	LAICA 03-805	10,7	CP 87-1248	8,2	93,9
2013	Q 96	31,2	LAICA 03-805	14,2	LAICA 04-825	14,1	CP 87-1248	11,8	B 89-1351	9,7	80,9
2016	LAICA 04-825	24,7	Q 96	17,9	LAICA 05-805	11,1	CP 87-1248	9,2	LAICA 04-809	8,2	71,2

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

D.5.) Cronología del desarrollo varietal nacional en el periodo 1986-2016

D.5.1.) Según año

Con el objeto de verificar y valorar en su correcta dimensión el uso comercial y el grado de prevalencia de las 60 variedades de caña que fueron identificadas como dominantes, durante el periodo de 30 años evaluado de manera consecutiva transcurrido entre los años 1986 y 2016, se expone el Cuadro 27, en el cual se anotan específicamente para cada uno de los 9 Censos Cañeros realizados, las variedades que ocuparon alguna de las primeras cinco posiciones de privilegio como los clones más cultivados en Costa Rica.

Una revisión de cantidad de clones por año, revela que fue en el año 2016 cuando se tuvo una mayor diversidad genética al cultivar comercialmente 24 variedades diferentes en las cinco primeras posiciones, que representaron un 40% del total (60 clones) identificado en todo el periodo de 30 años a nivel nacional. Le siguieron los años 2007, 2010 y 2013 con 24 variedades c/u para una representación individual del 38,3%. Por el contrario, donde menos opciones de cultivo se observó fue en el año 1986 con apenas 13 para un 21,7%. Se concluye que, con el paso del tiempo la cantidad de alternativas varietales dispuestas al sector cañero-azucarero para realizar las siembras comerciales de caña, se ha incrementado de manera importante en cantidad, diversidad y calidad, ratificando el buen trabajo genético realizado por los organismos responsables liderados por DIECA.

En lo concerniente a la frecuencia de siembra valorada como el número de veces que una determinada variedad fue citada en el tiempo (9 Censos), evidencia que los materiales genéticos más estables e importantes han sido los 13 que se nombran seguidamente: **PINDAR (citada en todos los Censos =100%), CP 72-2086 (88,9%), NA 56-42 (88,8%), Q 96 (88,8%), SP 70-1284 (77,8%), B 76-259 (77,8%), CP 72-1210 (66,7%), H 77-4643 (66,7%), SP 71-5574 (66,7%), CP 87-1248 (66,7%), SABORIANA (66,7%), B 77-95 (55,5%) y RB 73-9735 (55,5%)**. No hay duda en asegurar que las primeras cinco variedades nombradas son por antecedente e impacto productivo, los más importantes cultivados en Costa Rica en los 30 años del periodo 1986-2016.

La antigüedad, trayectoria y antecedentes agroindustriales colocan a la variedad PINDAR como una de las más importantes cultivadas en el país desde su ingreso en el año 1953, lo que le da una vida comercial de 65 años continuos. Pese a su larga data, la variedad aún se mantiene vigente con resultados aceptables en prácticamente todo el país, con excepción de la región del Pacífico Central donde no ha sido reportada como material genético importante de uso comercial. Esta notable variedad se une a varios clones que le dieron base al desarrollo cañero nacional, como fueron: B 43-62 (La Reina), B 47-44, Co 421, NCo 310, H 37-1933, H 44-3098, H 57-5174, POJ 2878, POJ 2714, BH 10-12, entre otros (Barboza *et al* 1982; Chaves 1997, 2016f; Chaves y Bermúdez 2012; León y Arroyo 2012).

Cuadro 27. Reporte de cultivo de variedades (60) comerciales de caña de azúcar en Costa Rica según año.

Variedad / Censo	Censo Cañero									
	1986	1994	1998	2000	2003	2007	2010	2013	2016	Total
B 47-44	X	X	X	X						4
B 50-377	X									1
B 60-125				X						1
B 60-267	X									1
B 74-132		X		X	X					3
B 76-259			X	X	X	X	X	X	X	7
B 77-95					X	X	X	X	X	5
B 80-689					X	X	X			3
B 82-333						X	X	X	X	4
B 89-1351						X	X			2
BT 65-152		X	X	X						3
Co 421	X									1
CP 14-1518 *									X	1
CP 57-603	X	X								2
CP 72-1210				X	X	X	X	X	X	6
CP 72-2086		X	X	X	X	X	X	X	X	8
CP 80-1743						X	X			2
CP 87-1248				X	X	X	X	X	X	6
CP 88-1696								X		1
H 32-8560	X									1
H 44-3098	X									1
H 57-5174	X	X								2
H 60-8521		X								1
H 61-1721			X	X	X			X		4
H 62-4671			X	X						2
H 71-4441		X	X							2
H 77-2545							X			1
H 77-4643				X	X	X	X	X	X	6
LAICA 94-813					X					1
LAICA 01-604								X	X	2
LAICA 03-805						X	X	X		3
LAICA 04-250									X	1
LAICA 04-809									X	1
LAICA 04-825								X	X	2
LAICA 05-805									X	1
Mex 57-473			X							1
Mex 68-p-23			X	X	X					3
Mex 79-431						X	X	X	X	4
NA 56-42		X	X	X	X	X	X	X	X	8
NA 85-1602									X	1
NCo 310	X	X	X	X						4
NCo 376	X	X								2
PINDAR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
PR 80-2038								X	X	2
Q 68	X	X								2

Q 96		X	X	X	X	X	X	X	X	8
Q 132							X	X	X	3
Q 138								X		1
RB 73-9735				X	X	X	X	X		5
RB 86-7515								X	X	2
RD 75-11						X				1
SABORIANA		X	X	X	X	X	X			6
SP 70-1143			X	X	X					3
SP 70-1284	X	X	X	X	X	X	X			7
SP 71-3149									X	1
SP 71-5574		X	X	X	X	X	X			6
SP 78-4764								X	X	2
SP 79-2233						X	X			2
SP 81-3250						X	X	X	X	4
SP 82-1176						X				1
TOTAL	13	17	17	21	19	23	23	23	24	60
%	21,7	28,3	28,3	35	31,7	38,3	38,3	38,3	40	100

Fuente: Censos Cañeros Nacionales * Identificación errónea.

D.5.2.) Según región productora

La evaluación y ubicación puntual de las 60 variedades más sobresalientes por su cultivo en las seis regiones productoras de caña del país durante los últimos 30 años, resulta muy apropiado y revelador realizarla, con el objeto de medir la capacidad de adaptación, aceptación y plasticidad mostrada por cada una de ellas.

El Cuadro 28 ubica y caracteriza dicho comportamiento de campo de las variedades comerciales, lo que incluye además su reporte a nivel nacional. Como región productora es el Valle Central la zona que más cantidad de variedades (19) ha empleado para acompañar sus siembras comerciales durante los 30 años evaluados, lo que significa el empleo del 31,7% del total de opciones identificada en el país, que fueron 60. Le siguen en importancia la Región Norte con 18 variedades para un 30%, luego la Zona Sur con 15 (25%), Turrialba y el Pacífico Central con 14 (23,3%) cada una. Es Guanacaste la zona que menos opciones ha dispuesto para uso comercial, con 13 variedades que implican el 21,7% de todo lo cultivado y más destacado comercialmente en Costa Rica.

Como país se identificaron y sobresalieron en los últimos 30 años apenas 16 (26,7%) variedades de uso comercial mayoritario, lo que demuestra que solo las regiones del Valle Central y la Zona Norte superaron esa cantidad como muestra y respuesta a la diversidad de sus entornos productivos.

Las variedades más sembradas en las seis regiones productoras de caña de Costa Rica son por su frecuencia de cultivo, las siguientes seis: PINDAR (83,3% de las zonas), Q 96 (83,3%), B 47-44 (66,7%), SP 71-5574 (66,7%), Mex 79-431 (50%) y H 44-3098 (50%).

Cuadro 28. Reporte de cultivo de variedades (60) comerciales de caña de azúcar en Costa Rica según región productora.

Variedad / Región	Región productora							Total *
	Nacional	Guanacaste	Puntarenas	Valle Central	Zona Norte	Turrialba	Zona Sur	
B 47-44	X			X	X	X	X	4
B 50-377					X			1
B 60-125					X			1
B 60-267					X		X	2
B 74-132			X					1
B 76-259					X	X		2
B 77-95					X	X		2
B 80-689	X	X	X					2
B 82-333	X	X	X					2
B 89-1351							X	1
BT 65-152			X					1
Co 421				X				1
CP 14-1518 **			X					1
CP 57-603					X			1
CP 72-1210	X	X	X					2
CP 72-2086	X	X	X					2
CP 80-1743			X					1
CP 87-1248							X	1
CP 88-1696			X					1
H 32-8560						X		1
H 44-3098				X		X	X	3
H 57-5174				X		X		2
H 60-8521						X		1
H 61-1721						X		1
H 62-4671						X		1
H 71-4441				X				1
H 77-2545				X		X		2
H 77-4643						X		1
LAICA 94-813							X	1
LAICA 01-604					X			1
LAICA 03-805							X	1
LAICA 04-250						X		1
LAICA 04-809				X			X	2
LAICA 04-825							X	1
LAICA 05-805							X	1
Mex 57-473				X				1
Mex 68-p-23							X	1
Mex 79-431	X	X		X	X			3
NA 56-42	X	X						1
NA 85-1602	X	X						1
NCo 310	X	X						1
Nco 376	X	X						1
PINDAR	X	X		X	X	X	X	5

PR 80-2038					X			1
Q 68	X	X					X	2
Q 96	X		X	X	X	X	X	5
Q 132					X			1
Q 138					X			1
RB 73-9735				X				1
RB 86-7515	X		X	X				2
RD 75-11				X				1
SABORIANA					X			1
SP 70-1143				X				1
SP 70-1284	X	X	X					2
SP 71-3149				X				1
SP 71-5574	X		X	X	X		X	4
SP 78-4764				X				1
SP 79-2233				X	X			2
SP 81-3250		X	X					2
SP 82-1176					X			1
TOTAL	16	13	14	19	18	14	15	60
%	26,7	21,7	23,3	31,7	30	23,3	25	100

Fuente: Censos Cañeros Nacionales * Solo se contabilizan las regiones ** Identificación errónea.

D.5.3.) Según sigla de origen

El contenido del Cuadro 29 es muy importante para fines de orientar la mejora genética, pues ubica geográficamente respecto a cuales son los orígenes de las variedades que por antecedente comercial mejor adaptación y resultado agroindustrial han mostrado en los últimos 30 años en cada región productora; y que podrían con alta probabilidad y grado de acierto, incorporarse entre los progenitores por utilizar en los programas de cruzamiento e hibridación para introducir propiedades de adaptación, fitosanidad y productividad relevantes.

Las 60 variedades identificadas pueden ubicarse por su origen en 16 siglas diferentes, siendo las procedentes de Barbados (B), Hawái (H) y São Paulo (SP) las más incidentes al contener cada una en lo específico 10, 9 y 8 variedades, lo que significa un 16,7%, 15,0% y 13,3%, respectivamente. Al integrarlas representan el 45% del total de clones identificado, correspondiente a 27 variedades.

Al realizar el mismo ejercicio por región productora se aprecian variaciones importantes y de mucho fondo, que ratifican lo aseverado anteriormente respecto a la relevancia de emplear este elemento como criterio orientador para seleccionar los progenitores a utilizar. El Valle central fue la región agrícola que más siglas diferentes de origen utilizó con 10, que significó un 62,5% del total (16); le siguieron la Zona Norte con 9 (56,3%), Zona Sur 8 (50%), Guanacaste 8 (50%), Puntarenas 6 (37,5%) y Turrialba con apenas 5 (31,3%).

Cuadro 29. Siglas descriptivas de las variedades de Caña sembradas en Costa Rica (1986-2016).

N°	Sigla de origen por región productora								
	Costa Rica			Guanacaste	Puntarenas	Valle Central	Zona Norte	Turrialba	Zona Sur
	Sigla	N°	%						
1	B	10	16,7	2	3	1	6	3	3
2	BT	1	1,7		1				
3	Co	1	1,7			1			
4	CP	7	11,7	2	5		1		1
5	H	9	15,0			4		8	1
6	LAICA	7	11,7			1	1	1	5
7	Mex	3	5,0	1		2	1		1
8	NA	2	3,3	2					
9	NCo	2	3,3	2					
10	PINDAR	1	1,7	1		1	1	1	1
11	PR	1	1,7				1		
12	Q	4	6,7	1	1	1	3	1	2
13	RB	2	3,3		1	2			
14	RD	1	1,7			1			
15	SABORIANA	1	1,7				1		
16	SP	8	13,3	2	3	5	3		1
	Total clones	60		13	14	19	18	14	15
	%		100	21,7	23,3	31,7	30	23,3	25
	Total siglas	16		8	6	10	9	5	8
	%		100	50	37,5	62,5	56,3	31,3	50

Con base en el contenido del Cuadro 29 es viable ubicar por la frecuencia de uso comercial de las 60 variedades identificadas, las siglas de origen que parece mejor se adaptan y responden a las condiciones particulares de cultivo de cada localidad agrícola, las cuales se anotan en el Cuadro 30. Se indican y anotan las siglas que se estima preferenciales por haber aportado más clones de uso comercial y las otras nombradas como adicionales que también revelaron tener aptitud y condiciones de adaptación en cada localidad. Es notoria la prevalencia de seis siglas principales: B-Q-PINDAR y en menor grado CP-SP y H.

Cuadro 30. Siglas de origen reportadas en las regiones productoras de caña.

Región productora	Siglas identificadas	
	Preferenciales	Adicionales
Guanacaste	CP - B - NA - NCo	Mex - Q - PINDAR
Pacífico Central	CP - SP - B	Q- RB - BT
Valle Central	SP - H - Mex - RB	B - Co - LAICA - Q - PINDAR
Zona Norte	B - Q - SP	PINDAR - SABORIANA - PR - LAICA - Mex - CP
Turrialba	H - B	PINDAR - LAICA - Q
Zona Sur	LAICA - B - Q	SP - CP - Mex - H

D.6.) Sinopsis histórica de la evolución de las variedades comerciales de caña

Con el objeto de ubicar y contextualizar la dinámica que ha mantenido el uso comercial en el tiempo, se anotan en el Cuadro 31, las variedades de mayor renombre y cultivo han mostrado en varios periodos históricos. Se infiere del mismo la gran variabilidad y diversidad genética que ha existido por siglos, lo que da fe de la importante evolución tecnológica acontecida en el cultivo, procurando con ello dar atención a las demandas que los tiempos imponen, la expansión de la agroindustria y las circunstancias del entorno productivo exigen, virtud de los cambios naturales y comerciales que permanente suceden.

Cuadro 31.

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

Periodo	Variedades reportadas y destacadas
Antes de 1800	Caña Criolla (Caña de Castilla, Cubana, Creole, Puri, Amarilla, Caña de la Tierra)
Siglo XVIII (1850)	Otaheite o Borbon (Lehania, Vellai, Bousier, Caña Rayada, Habanera), Cristalina, Cinta (Listada de Baviera)
Finales Siglo XVIII	Cristalina (Betavia), Cañas Amarillas, Bamboo, Banes, Badila, Barbados, Blancas, Brava, Caledonia, Cubanias, Cheribón, Listada, Morada y Zopilota
Década 1930	POJ 36, POJ 114, POJ 2714, POJ 2775, POJ 2878, Co 210, Co 213, Co 281 (Blanca o India), B 34-104, BH 10-12, B 417, PR 676, Super Uba (CH 1421), D 11/35, TUC 407, TUC 472, TUC 1046, Criolla.
Década 1940	POJ 2714, POJ 2775, POJ 2878, Co 210, Co 281, Co 290, BH 10-12, MC 666, MC 113-37, CF 916, PR 676, PR 803, M 28, M 42, Japonesa, Criolla
Década 1950	B 37-61, B 41-227, B 43-62, B 47-44, B 49-119, M 336, NCo 310, Co 419, Co 421, Co 617 (Hueso), PR 980, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-5, H 49-104, PINDAR, TROJAN, EROS, VESTA y AZUL DEL PERÚ
Década 1960	B 47-44, B 43-62, B 41-227, B 45-151, B 49-119, B 50-132, B 61-208, B 37-161, B 50-377, B 50-135, B 54-142, B 57-150, Co 421, Co 453, Mex 57-473, NCo 310, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209, VESTA, TROJAN, PINDAR
Década 1970	B 43-62, B 50-135, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 55-227, B 57-150, B 59-162, B 60-125, B 60-267, B 61-208, CP 50-28, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209, H 57-5174, H 59-3775, L 60-14, L 60-125, NCo 310, NCo 376, PINDAR, Q 63, Q 67, Q 68, Q 77, Co 419, Co 421
Década 1980	PINDAR, L 60-14, NCo 310, NCo 376, Q 63, Q 68, SP 70-1284, Co 419, Co 421, Co 449, H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174, B 47-44, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 55-227, B 60-125, B 60-267, B 70-545, CP 57-603
Década 1990	NCo 310, SP 70-1284, Q 96, Q 102, SP 71-5574, PINDAR, CP 70-1133, CP 72-2086, BT 65-152, B 47-44, B 60-267, B 74-132, Já 60-5, Co 421, H 54-775, H 56-4848, H 57-5174, H 60-8521, H 61-1721, H 62-4671, H 71-4441, CP 57-603, Mex 57-473, Mex 68-P-23, B 76-259, SABORIANA
Década 2000	CP 72-2086, NA 56-42, SP 70-1284, CP 72-1210, SP 71-5574, NCo 310, Q 96, B 70-132, BT 65-152, SP 81-3250, SP 70-1143, SP 79-2233, SP 82-1176, PINDAR, CP 80-1743, B 80-689, B 82-333, B 76-259, B 77-95, RB 73-9735, Mex 57-473, Mex 79-431, RD 75-11, H 61-1721, H 62-4671, H 77-4643
Década 2010	CP 72-2086, NA 56-42, CP 72-1210, B 82-333, RB 86-7515, Mex 79-431, SP 71-5574, SP 79-2233, Q 132, Q 138, SABORIANA, RB 85-1602, PR 80-2038, B 89-1351, LAICA 03-805, LAICA 04-809, LAICA 04-825, LAICA 05-805, CP 87-1248, PINDAR

La variedad de caña cultivada representa posiblemente el factor que más incide y determina la productividad en el campo, la duración de la vida comercial rentable de la plantación, la cantidad y calidad de la materia prima producida y que será molida, y con ello, en alto grado el éxito de la fábrica en la elaboración del azúcar y sus derivados. De igual manera, las características de la variedad participan sobre la cantidad de fibra que será empleada en las calderas en la generación de energía. La heterogeneidad de las condiciones agro productivas nacionales a nivel de regiones cañeras, sumado a las profundas diferencias existentes en materia de procesamiento fabril, han provocado que el resultado agroindustrial entre periodos sea muy disímil y variable entre localidades, ingenios y zafras, como fuera comprobado y demostrado por Chaves *et al* (2018b) para los últimos 13 años.

D.7.) Trabajo en Red

Toda la labor de mejoramiento genético que DIECA desarrolla en el país, en estrecho asocio con Ingenios, empresas azucareras y Cámaras de Productores de Caña, se realiza bajo el concepto genérico y articulado de Red Experimental, donde las plantaciones comerciales privadas se convierten en campos de prueba que sumadas a las propias que LAICA posee estratégicamente ubicadas, crea un sistema nacional articulado. El esquema de investigación y selección (asexual y sexual) desde las fases iniciales de introducción, cuarentena (cerrada-abierta), cruzamiento, establecimiento, evaluación, selección y reproducción es homogéneo y consistente, con las excepciones que algunos pocos Ingenios establecen y se respeta, lo que asegura certeza y equivalencia en los resultados que se obtienen.

El sistema nacional de mejora genética cuenta con varios elementos determinantes para realizar su labor (Angulo *et al* 1999; Chaves 2016f, 2013), como son:

- 1) La etapa inicial de **Cuarentena Cerrada** que se le aplica irrestrictamente a todos los clones que son introducidos al país por razones de bio seguridad, se realiza en la Estación Experimental de DIECA, ubicada en Santa Gertrudis Sur de Grecia (999 msnm), provincia de Alajuela.
- 2) Se cuenta también con una Estación de **Cuarentena Abierta** situada en Guápiles (≈ 268 msnm), provincia de Limón; propiamente en la Estación Experimental “Los Diamantes” perteneciente al MAG, la cual está prudente y estratégicamente alejada para cumplir esa función, de toda la zona cañera nacional.
- 3) Adicionalmente DIECA dispone de un amplio **Banco de Germoplasma**, situado en terrenos de la Universidad Técnica Nacional (10 msnm) en Cañas, Guanacaste, donde se encuentran cultivados actualmente 1.049 materiales genéticos de

diferente origen, naturaleza y características que son empleados en el trabajo genético.

- 4) Toda la labor de **Cruzamiento** es realizada en la unidad de hibridación ubicada en la Estación Experimental de DIECA en Santa Gertrudis Sur de Grecia (999 msnm).

Muy importante señalar que cada región productora de caña mantiene absoluta independencia en adaptar su trabajo a los criterios propios de su entorno y condiciones edafoclimáticas y productivas particulares, procurando alcanzar la máxima representatividad posible de sus resultados. Esto aplica para los clones importados que se incorporan en los estudios de campo; y también, en la definición previa de las características y particularidades de los clones que serán utilizados como progenitores en el programa anual de cruzamiento e hibridación.

El sistema de mejora genética costarricense ha estado siempre en activa evolución y adecuación metodológica y funcional permanente, como ha sido ampliamente documentado por varios autores (Rodríguez 1985a; Aguilar y Chaves 1986; Salazar *et al* 1986; Chaves 1982, 1995adef, 1996, 1999, 2006b, 2010, 2016f, 2017ab; Chaves y Aguilar 1989; Durán y Oviedo 2013, 2015, 2018; Oviedo y Durán 2013, 2015).

Como corolario vale reconocer que la gestión y labor tecnológica interinstitucional desarrollada por el sistema nacional operando de manera integrada como Red, indudablemente ha favorecido en diferentes épocas una dinámica muy activa de introducción, prueba, validación y liberación de variedades para ser cultivadas por el sector productor de todo el país, lo cual está también muy documentado (Chaves 1995bcecg, 1997, 1999abcd, 2001b, 2010, 2012ab, 2014a, 2015a, 2016f, 2017ab; Chaves *et al* 1998, 2001, 2004, 2008, 2011, 2015, 2017; Chaves y Bermúdez 2012; DIECA 1994, 2015, 2016, 2017, 2018; Vargas 1986).

E.) Conclusiones

- 1) El esfuerzo mejorador nacional fue desarrollado fundamentalmente por parte del Estado hasta la creación de DIECA en mayo de 1982, cuando ese órgano tecnológico de LAICA asumió el liderazgo de esa labor en forma sistemática, continua y permanente.
- 2) La diversidad, complejidad y heterogeneidad de los ambientes y entornos productivos de caña de azúcar es muy alta en Costa Rica, lo que se manifiesta y expresa en variaciones importantes de carácter biótico y abiótico que obligan al ajuste y adecuación permanente de las variedades sembradas en el corto plazo.
- 3) El sistema de mejoramiento genético empleado en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica, ha demostrado ser efectivo y productivo, lo que se atribuye a la

sistemática, continuidad y consistencia metodológica con que ha operado históricamente. Las improvisaciones y cambios injustificados no aplican.

- 4) El sistema de mejora genética costarricense está estructurado bajo la figura estratégica de programa nacional interconectado, el cual opera funcionalmente como Red tecnológica.
- 5) La primera caña introducida a Costa Rica, se presume en 1530, se coincide en que fue la denominada “Caña Criolla”, la cual se cultivó de manera continua y permanente por más de 300 años hasta la primera mitad de la década de los años 50, cuando fue sustituida por otras superiores.
- 6) En el **siglo XVIII** aparecen las “Variedades Nobles” del Género *Saccharum officinarum* que marcaron pauta por muchos años, virtud de su riqueza en azúcar, baja fibra, buen tonelaje de caña y adaptabilidad; aunque poseían elevada susceptibilidad a plagas y enfermedades que las limitaron y eliminaron.
- 7) Durante la colonia se introducen del Caribe clones de caña que llegaron a ser muy importantes, como aconteció con Otaheite, Cristalina, Morada y Listada, entre otras.
- 8) A finales del **año 1930** ingresaron al país las variedades POJ 2714, POJ 2725 y POJ 2878, las cuales pronto se constituyeron en las más importantes al dominar el área de cultivo, sobre todo la primera. Pocos años después se integran otros clones también relevantes como: BH 10-12, Co 281, Co 210, Co 213, B 417, UBA, SUPER UBA (CH 1421), POJ 36 y POJ 979, entre otros. En este periodo inicio la “experimentación” con variedades, particularmente en el Valle Central.
- 9) En la **década del 40** se cultivan clones que son perfectamente tipificados y caracterizados en cuanto a sus condiciones y propiedades agro productivas, como fueron POJ 2714, POJ 2775, POJ 2878, Co 210, Co 281, Co 290, BH 10-12, MC 666, MC 113-37, CF 916, PR 676, PR 803, M 28, M 42, Japonesa y Criolla, entre otras.
- 10) El esfuerzo institucional que dio lugar a la creación de organismos públicos y privados importantes, como fueron la Escuela Nacional de Agricultura en 1926, la Junta de Protección a la Agricultura de la Caña (1940), MAI (1948), MAG (1962), la Sección de Caña (1950), las Cámaras de Productores (1956) y la Cámara de Azucareros (1949), LAICA (1965), entre otros, generaron y significaron un gran impulso y apoyo al desarrollo tecnológico y organizacional del cultivo.
- 11) La **década de 1950** fue determinante en el impulso investigativo formal recibido por la caña de azúcar, lo que en materia genética se tradujo en la importación y prueba regional de variedades que destacaron por su calidad agroindustrial, como fueron B 37-61, B 41-227, B 43-62, B 47-44, B 49-119, M 336, NCo 310, Co 419, Co 421, Co 617 (Hueso), PR 980, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-5, H 49-104, POJ 2878, POJ 2714, Criolla, PINDAR, TROJAN, EROS, VESTA y AZUL DEL PERÚ. Sin

lugar a dudas este periodo constituye uno de los más importantes por sus resultados e impacto productivo.

- 12) En los **años 60** se introdujo, cultivó y evaluó una interesante y amplia diversidad de variedades, como: B 43-62, B 47-44, B 41-227, B 45-151, B 49-119, B 50-132, B 61-208, B 37-161, B 50-377, B 50-135, B 54-142, B 57-150, Co 421, Co 453, Mex 57-473, NCo 310, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209, POJ 2878, POJ 2714, VESTA, TROJAN y PINDAR, con lo cual se recogía el eficiente trabajo desarrollado en épocas anteriores. Resulta destacable citar la expansión territorial que observó el cultivo, sobre todo hacia la zona baja del Pacífico Seco (Puntarenas + Guanacaste), lo que favoreció la investigación para esa condición tan particular.
- 13) Para los **años 70** varias de las variedades ya conocidas mantenían hegemonía virtud de su adaptabilidad, aceptación y buenas características agroindustriales, como sucedió con: B 43-62, B 50-135, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 55-227, B 57-150, B 59-162, B 60-125, B 60-267, B 61-208, CP 50-28, H 32-8560, H 37-1933, H 44-3098, H 49-104, H 50-7209, H 57-5174, H 59-3775, L 60-14, L 60-125, NCo 310, NCo 376, PINDAR, POJ 2878, POJ 2714, Q 63, Q 67, Q 68, Q 77, Co 419 y Co 421.
- 14) La aparición y ataque inesperado y sorpresivo de tres enfermedades importantes como fueron la “roya café” en 1978 causada por el hongo *Puccinia melanocephala*, el “carbón de la caña” (*Ustilago scitaminea* Sydow) en 1981, la “escaldadura foliar” (*Xanthomonas albilineans*) en 1984 y más reciente la “roya naranja” (*Puccinia kuehni*) en el 2007, movilizaron y dinamizaron todos los recursos institucionales, logísticos, económicos y tecnológicos para resolver la grave situación que provocaron y que tanto impactaron a la agroindustria azucarera nacional. Esa circunstancia provocó un cambio importante en el panorama genético nacional.
- 15) En los **años 80** se reportan como variedades de uso comercial PINDAR, L 60-14, NCo 310, NCo 376, Q 63, Q 68, SP 70-1284, Co 419, Co 421, Co 449, H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174, B 47-44, B 50-377, B 51-129, B 54-142, B 55-227, B 60-125, B 60-267, B 70-545, CP 57-603, POJ 2878, algunos de los cuales debido a su elevada susceptibilidad a enfermedades, como aconteció con L 60-14, H 44-3098, B 50-135 y NCo 310 redujeron significativamente sus áreas de siembra y permanecieron por poco tiempo como clones predominantes pasando a secundarios.
- 16) Las variedades NCo 310, SP 70-1284, Q 96, Q 102, SP 71-5574, PINDAR, CP 70-1133, CP 72-2086, BT 65-152, B 47-44, B 60-267, B 74-132, Ja 60-5, Co 421, H 54-775, H 56-4848, H 57-5174, H 60-8521, H 61-1721, H 62-4671, H 71-4441, CP 57-603, Mex 57-473, Mex 68-P-23, B 76-259 y SABORIANA, son reportadas entre muchas otras como sembradas en Costa Rica durante la década de los **años 90**.

- 17) El Siglo XXI (**década 2000**) el sector reporta como variedades de mayor uso comercial las siguientes: CP 72-2086, NA 56-42, SP 70-1284, CP 72-1210, SP 71-5574, NCo 310, Q 96, B 70-132, BT 65-152, SP 81-3250, SP 70-1143, SP 79-2233, SP 82-1176, PINDAR, CP 80-1743, B 80-689, B 82-333, B 76-259, B 77-95, RB 73-9735, Mex 57-473, Mex 79-431, RD 75-11, H 61-1721, H 62-4671, H 77-4643 y SABORIANA.
- 18) Luego del **año 2010** a la actualidad, se nombran por su trascendencia y uso comercial las siguientes variedades de caña como dominantes y de más amplio uso comercial: CP 72-2086, NA 56-42, NA 85-1602, CP 72-1210, RB 86-7515, Mex 79-431, SP 71-5574, SP 71-3149, SP 78-4764, SP 81-3250, SP 79-2233, Q 96, Q 132, Q 138, RD 75-11, SABORIANA, RB 85-1602, PR 80-2038, B 76-259, B 77-95, B 82-333, B 89-1351, LAICA 03-805, LAICA 04-809, LAICA 04-825, LAICA 05-805, CP 87-1248, H 61-1721, H 77-4643 y PINDAR, entre otros. La dinámica en materia genética en estos últimos años es muy activa hacia la búsqueda de variedades nacionales sigla LAICA.
- 19) Es notorio, muy evidente y concluyente en el estudio, que las diversas fuentes de información consultadas no son coincidentes ni enteramente compatibles en muchas de sus recomendaciones, aún para una misma región y un mismo periodo de tiempo, lo que genera grandes dudas respecto a la sustentabilidad y firmeza de las mismas. Dicha variabilidad genera por el contrario incertidumbre y confusión sobre el carácter dominante como material comercial de algunas de las variedades citadas. Es necesario fijar indicadores calificadores representativos para unificar criterios sobre lo que es una variedad comercial, recomendada y/o promisorio o prometedora.
- 20) En los últimos 30 años (1986-2016) las variedades que han liderado las siembras comerciales de caña de azúcar en Costa Rica, con su correspondiente porcentaje de cultivo respecto al total nacional, son las siguientes: PINDAR (1986 = 17,6%), NCo 310 (1994 =12,1%), SP 701284 (1998 =22,6%), SP 70-1284 (2000 =17,1%), CP 72-2086 (2003 =13,2%), NA 56-42 (2007 =17,2%), NA 56-42 (2010 =13,3%), CP 72-2086 (2013 =12,6%) y CP 72-2086 (2016 =15,1%), como se observa algunas repiten. Dicho nivel de siembra es técnica y prudencialmente el adecuado ante cualquier eventualidad o circunstancia imprevista e inesperada que pudiera suceder, pues no supera el 18% a excepción del año 1998.
- 21) La misma relación anterior pero aplicada regionalmente muestra valores extremos (mínimo-máximo) muy diferentes y en algunos casos muy elevados, pues superan el razonable 25% que pudiera establecerse como aceptable, como se anota seguidamente: Nacional (12,1-22,6%), Guanacaste (19,7-35,5%), Pacífico Central (26,6-64,9%), Valle Central (17,3-58,3%), Zona Norte (15,7-79,3%), Turrialba (17,6-39,8%) y Zona Sur (24,7-96,9%). Integralmente se tiene para los 30 años evaluados un ámbito para las seis regiones de 15,7-96,9%, el cual es muy amplio.

- 22) Durante el último Censo realizado en el año 2016 la relación de siembra máxima fue mayoritariamente inferior, como se indica seguidamente: Nacional (15,1%), Guanacaste (21%), Pacífico Central (28,8%), Valle Central (58,3%), Zona Norte (23,4%), Turrialba (36,3%) y Zona Sur (24,7%). Esta relación denota la alta aceptación y gusto preferencial por algunas variedades particulares virtud de sus características y atributos agroindustriales favorables.
- 23) La permanencia en el tiempo de algunos materiales genéticos como opciones comerciales accesibles, son muestra de su mayor “plasticidad” y capacidad de adaptación, lo que redundará en más productividad agroindustrial y una vida comercial efectiva más prolongada con el beneficio que en materia económica esto implica.
- 24) Con el paso del tiempo la cantidad de alternativas varietales dispuestas al sector azucarero para realizar las siembras comerciales de caña, se ha incrementado de manera importante en cantidad, diversidad y calidad, ratificando con ello el buen trabajo genético realizado por los organismos responsables liderados por DIECA.
- 25) En lo concerniente a la frecuencia de siembra interpretada como el número de veces que una determinada variedad fue citada en el tiempo (9 Censos), evidencia que los materiales genéticos más estables e importantes han sido los 13 que se nombran seguidamente: PINDAR (se citó en el 100%), CP 72-2086 (88,9%), NA 56-42 (88,8%), Q 96 (88,8%), SP 70-1284 (77,8%), B 76-259 (77,8%), CP 72-1210 (66,7%), H 77-4643 (66,7%), SP 71-5574 (66,7%), CP 87-1248 (66,7%), SABORIANA (66,7%), B 77-95 (55,5%) y RB 73-9735 (55,5%). No hay duda que las primeras seis variedades son por antecedente e impacto productivo, los más importantes cultivados en Costa Rica en los últimos 30 años.
- 26) La antigüedad, trayectoria y antecedentes agroindustriales colocan a la variedad PINDAR como una de las más importantes cultivadas en el país desde su ingreso en el año 1953, lo que le da una vida de uso comercial de 65 años continuos.
- 27) Esta notable variedad se une a varios clones que marcaron también pauta y le dieron base al desarrollo cañero nacional, como fueron: B 43-62 (La Reina), B 47-44, B 41-227, Co 281 (hueso), Co 421, NCo 310, H 37-1933, H 44-3098, H 57-5174, POJ 2878, POJ 2714, BH 10-12 y obviamente la Criolla, entre otros.
- 28) Las variedades más sembradas comercialmente en las seis regiones productoras de caña de Costa Rica son por su frecuencia de cultivo, las siguientes seis: PINDAR (83,3% de las zonas), Q 96 (83,3%), B 47-44 (66,7%), SP 71-5574 (66,7%), Mex 79-431 (50%) y H 44-3098 (50%).
- 29) Las 60 variedades identificadas en el periodo 1986-2016 pueden ubicarse por su origen en 16 siglas diferentes, siendo las procedentes de Barbados (B), Hawái (H) y São Paulo (SP) las más incidentes, al contener cada una 10, 9 y 8 variedades, lo que

significa un 16,7%, 15,0% y 13,3%, respectivamente; que al integrarlas representan el 45% del total identificado, correspondiente a 27 variedades.

- 30) El Valle Central fue la región agrícola cañera que más siglas diferentes de origen utilizó en 30 años con 10 anotaciones, lo que significó un 62,5% del total (16); le siguieron la Zona Norte con 9 (56,3%), Zona Sur 8 (50%), Guanacaste 8 (50%), Puntarenas 6 (37,5%) y Turrialba con apenas 5 (31,3%).
- 31) Por región productora las siglas de origen de las variedades que se estima preferenciales por aportar más clones de uso comercial, que revelaron tener aptitud y condiciones de adaptación en cada localidad, fueron: B-Q-PINDAR y en menor grado CP-SP y H.
- 32) Resulta grato y muy satisfactorio verificar y comprobar como los clones nacionales sigla LAICA han comenzado a destacar, adquirir importancia e incrementar sus áreas de siembra en el entorno comercial, entre los cuales destacan LAICA 00-301, LAICA 01-604, LAICA 03-805, LAICA 04-250, LAICA 04-303, LAICA 04-809, LAICA 04-825, LAICA 05-805, LAICA 07-20, LAICA 07-26, LAICA 07-309 y LAICA 12-340, entre otras, las cuales se espera en poco tiempo sean ampliamente sembradas.
- 33) La variedad cultivada constituye el factor que más incide y determina la productividad agrícola, la duración de la vida comercial de la plantación, la calidad de la materia prima producida y, con ello, en alto grado el éxito de la fábrica en la elaboración del azúcar y sus derivados; como también sobre la cantidad de fibra que será empleada en las calderas en la generación de energía.
- 34) La gestión institucional de importación, investigación y liberación de clones promisorios de caña para uso comercial realizado por DIECA, queda demostrado que ha sido muy efectiva virtud de los diversos productos genéticos generados y sobre todo los que están próximos a liberarse para empleo por el sector productor.

F.) Recomendaciones

- 1) Con el objeto de elevar la probabilidad potencial de seleccionar y liberar a nivel regional mejores progenies de caña para uso comercial, se sugiere incrementar la cantidad de cruzamientos empleando progenitores de características y orígenes diversos que por antecedente conocido tienen aptitud y posibilidad de adaptación.
- 2) La importación de clones debe direccionarse preferiblemente hacia las siglas que han mostrado por antecedente comprobado, mayor adaptabilidad y mejores resultados productivos agroindustriales. Debe ser una introducción estudiada, conducida y direccionada.

- 3) Es importante y necesario aumentar la cantidad de introducciones de progenies por región para generar una mayor presión de selección, con el objeto de elevar la probabilidad de identificación de híbridos promisorios.
- 4) Debe profundizarse en el estudio de asociaciones Genotipo x Adaptación x Productividad, para que opere como criterio base para definir los progenitores empleados en el programa anual de cruzamientos genéticos.
- 5) Debe fortalecerse y priorizarse el Programa Nacional de Cruzamientos (clones sigla LAICA), pues el futuro genético y la base productiva del sector azucarero costarricense dependerá en pocos años del mismo.
- 6) Resulta sano fijar la ejecución de un Censo Cañero Nacional con una periodicidad de cada dos años.
- 7) Parece oportuno que DIECA cuente con una Cámara de Floración que fortalezca y amplíe la capacidad de incorporar como progenitores, variedades con problemas de floración.
- 8) Debe fortalecerse la funcionabilidad y operación de la investigación y validación en el campo de las variedades, bajo el concepto de Red Experimental, para lo cual deben fijarse los elementos metodológicos, procedimentales y de comunicación necesarios que integren a todos los actores público-privados involucrados.

G.) Literatura citada

- 1) Aguilar Quirós, F. 1980. **El cultivo de la caña de azúcar: manual de recomendaciones**. San José, Costa Rica. Compañía Costarricense del Café (CAFESA). 142 p.
- 2) Aguilar Quirós, F. 1982. **El cultivo de la caña de azúcar**. San José, Costa Rica: EUNED. Serie: Cultivos mayores N° 3. 59 p.
- 3) Aguilar, F.; Chaves, M. 1986. **La introducción de variedades comerciales: un sistema efectivo a corto plazo en la selección y recomendación de materiales de siembra de caña de azúcar en Costa Rica**. Congreso Agronómico Nacional, 7 y Congreso de Horticultura ASHS-Región Tropical, 33, Heredia, Costa Rica, 1986. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical-ASHS, CATIE y W.K. Kellogg, julio-agosto. Volumen I. p: 72-73.
- 4) Aguilar, F. 1994. **La caña de azúcar**. En: Atlas Agropecuario de Costa Rica. Gonzalo Cortés Enríquez (editor), 1. ed. San José, C.R.: EUNED. P: 375-385.
- 5) Angulo, A.; Durán, J.R.; Chaves, M. 1999. **Composición genética del Banco de Germoplasma de caña de azúcar de Costa Rica**. 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. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 73-74. También en:

- Congreso de ATACORI “*Randall E. Mora A.*”, 13, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, setiembre. p: 14-15.
- 6) Arévalo, R.A.; Bertoncini, E.I.; Guirado, N.; Chaila, S. 2006. **Los términos Cultivar o Variedad de caña de azúcar (*Saccharum spp.*)**. Revista Chapingo Serie Horticultura 12(1): 5-9.
 - 7) 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.
 - 8) Barrantes Mora, J.C.; Chavarría Soto, E. 2007. **Informe: acciones estratégicas realizadas y en proceso como respuesta para enfrentar el ataque de roya en la Región Sur**. Pérez Zeledón, Costa Rica, LAICA-DIECA. 26 p.
 - 9) Barrantes Mora, J.C.; Chavarría Soto, E. 2010. **Historia de la enfermedad Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Región Sur: génesis y acciones iniciales**. Pérez Zeledón, Costa Rica, LAICA-DIECA, mayo. 26 p.
 - 10) Bolaños Araya, F. 1976. **Estudio comparativo de diez variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Valverde Vega**. Tesis Ing. Agr. San José. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 65 p.
 - 11) Calvo Masis, O. 1961. **Prueba comparativa de variedades de caña de azúcar**. Tesis Ing. Agr. San José. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 60 p.
 - 12) Campos Vargas, A.; Gamboa Araya, J.L. 1982. **El cultivo e industrialización de la caña de azúcar en Costa Rica**. San José, Costa Rica. LAICA, Departamento Técnico, setiembre. 91 p.
 - 13) Carvajal Castro, J.F. 1967. **Introducción al cultivo de la caña de azúcar**. Conferencias dictadas por el autor en el Curso sobre Uso y Divulgación de Fertilizantes realizado en Shefayim, Israel. Servicio de Extensión Agrícola-Israel, Departamento de Capacitación para el Extranjero, octubre. 61 p.
 - 14) CENGICAÑA. 2012. **El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala**. M. Melgar *et al* (editores). Guatemala. Librerías Artemis Edinter, S.A. Centro Guatemalteco de Investigación y capacitación de la Caña de Azúcar. 512 p.
 - 15) Chavarría, E.; Barrantes, J.C. 2009. **Situación de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en Costa Rica. 2007 – 2009**. Congreso Azucarero ATACORI “*Cooperativa Agrícola Industrial El General R.L.*”, 17, Colegio de Ingenieros Agrónomos, San José, Costa Rica, 2009. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 2 y 3 de setiembre del 2009.
 - 16) Chavarría S., E.; Barrantes M., J.C.; Villalobos M., C.L.; Valverde A., W. 2016. **Actualización de la reacción a la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) de las principales variedades comerciales y promisorias de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en ciclo de caña planta en Costa Rica**. Revista “*Entre Cañeros*” N° 5, San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. p: 36-52.

- 17) Chaves Solera, M.A. 1982. **Selección de híbridos promisorios en caña de azúcar.** Seminario de tecnología moderna de la caña de azúcar, 2, San José, Costa Rica, 1982. Memorias. San José, CAFESA/ATACORI/MAG/LAICA, setiembre. p: 70-74.
- 18) Chaves S., M.A.; Castillo V., O. 1982. **Comportamiento agroindustrial de 109 híbridos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), Región Huetar Atlántica.** Congreso Agronómico Nacional, 5, San José, Costa Rica, 1982. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 149-150.
- 19) Chaves S., M.A.; Arias V., J. E.; Corrales, J.L. 1982. **Rendimiento y calidad de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) cultivadas en altura.** Congreso Agronómico Nacional, 5, San José, Costa Rica, 1982. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 156-157.
- 20) Chaves Solera, M.A.; Salazar Q., J.; Arrea S., M. 1985. **Estudio comparativo de rendimiento de 19 clones de caña de azúcar en una zona de altura.** Congreso de Tecnología Azucarera de Centroamérica y Panamá, 6 y Simposio Nacional de Caña de Azúcar, 3, Ciudad Guatemala, Guatemala, 1985. Memorias. Guatemala, Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala, setiembre. Volumen Campo. p: 397-422. También en: Revista Guatemala 85'. VI Congreso de Tecnología Azucarera de Centro América y Panamá, setiembre, 1985. Guatemala. p: 27-28.
- 21) Chaves Solera, M.A. 1986. **Resistencia y susceptibilidad de las variedades al carbón de la caña de azúcar.** Ciencia y Técnica en la Agricultura Cañera (La Habana, Cuba) No. 2. p: 84-90. También en: Boletín Informativo DIECA (Costa Rica) Año 2, Nº 11, San José. 1984. p: 2-4.
- 22) Chaves, M.; Brenes, C.; Arrea, M. 1986a. **Estudio comparativo de rendimiento de 63 clones de caña de azúcar en Atirro de Turrialba, promedio de 3 cortes.** Congreso Agronómico Nacional, 7 y Congreso de Horticultura ASHS-Región Tropical, 33, Heredia, Costa Rica, 1986. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical-ASHS, CATIE y W.K. Kellogg, julio-agosto. p: 84-85.
- 23) Chaves, M.; Brenes, C.; Arrea, M. 1986b. **Prueba semicomercial de rendimiento de 6 variedades cubanas y 1 australiana de caña de azúcar, en Atirro de Turrialba, primer corte.** Congreso Agronómico Nacional, 7 y Congreso de Horticultura ASHS-Región Tropical, 33, Heredia, Costa Rica, 1986. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical-ASHS, CATIE y W.K. Kellogg, julio-agosto. p: 82-84.
- 24) Chaves S., M.A.; Aguilar, F. 1989. **La interacción de factores, una necesidad actual en los programas nacionales de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Costa Rica.** Congreso Agronómico Nacional, 8, Cartago, Costa Rica, 1989. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 76-77.

- 25) Chaves Solera, M.A.; Aguilar Quirós, F. 1991. **Caña de azúcar (*Saccharum spp gramineae*)**. San José, Costa Rica. CONITTA/MAG/UNED, Serie ITTA No. 4, San José. 33 p.
- 26) Chaves Solera, M.A. 1995a. **Características de la variedad ideal de caña para la producción de azúcar en Costa Rica**. Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 293-306.
- 27) Chaves Solera, M.A. 1995b. **Variedades de caña de azúcar de uso comercial en Costa Rica: una sinopsis histórica**. Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 307-323.
- 28) Chaves Solera, M.A. 1995c. **Detalle comparativo de las variedades de caña de azúcar cultivadas actualmente en Costa Rica según área y región agrícola**. Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 324-333.
- 29) Chaves Solera, M.A. 1995d. **Evolución varietal en Costa Rica: oportunidad, empirismo o tecnicismo**. Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 334-346.
- 30) Chaves Solera, M.A. 1995e. **Obtención de variedades comerciales de caña de azúcar a partir de semilla sexual: un logro de la tecnología costarricense**. Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 347-354.
- 31) Chaves Solera, M.A. 1995f. **Progenitores de la semilla de caña utilizada por el programa de mejoramiento genético vía sexual desarrollado por DIECA**. Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 355-363.
- 32) Chaves Solera, M.A. 1995g. **Utilización de opciones genéticas recomendables para el cultivo comercial de la caña de azúcar: un negocio rentable**. Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 364-368.
- 33) Chaves, M. 1996. **Paradigmas del mejoramiento genético de la caña de azúcar en Costa Rica**. 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.
- 34) Chaves Solera, M. 1997. **Resumen del desarrollo histórico de la caña de azúcar en Costa Rica**. Congreso de ATACORI "*Roberto Mayorga C.*", 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, ATACORI, octubre-noviembre. Tomo I p: 112-121.

- 35) Chaves, M. 1999a. **Dinámica de siembra comercial de las principales variedades de caña de azúcar en Costa Rica, durante el período 1960-1999.** 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.
- 36) Chaves, M. 1999b. **Dinámica varietal de los clones utilizados para realizar las siembras comerciales de caña de azúcar en Costa Rica, durante el período 1986-1998.** 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.
- 37) Chaves, M. 1999c. **Cambio varietal de la caña de azúcar promovido por DIECA en Costa Rica a partir de 1982.** 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.
- 38) Chaves, M. 1999d. **Determinación de la vigencia comercial de 60 variedades tradicionales de caña de azúcar en Costa Rica.** 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.
- 39) Chaves, M.; Durán, J.R. 1999. **Variedades futuras de caña de azúcar en Costa Rica.** 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.
- 40) 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.** 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.
- 41) Chaves Solera, M.A. 2001a. **Variedades de caña para la producción de azúcar orgánica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. 27 p.
- 42) Chaves Solera, M.A. 2001b. **Aporte de los Ingenieros Agrónomos al desarrollo del cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.** LIBRO DE ORO. Colegio de Ingenieros Agrónomos, Medio Siglo de Contribución al Progreso Nacional 1941-1991. San José, Costa Rica: EUNED. p: 225-244.
- 43) 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.
- 44) 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.

- 45) Chaves Solera, M. 2006a. **Importación de variedades de caña de azúcar a Costa Rica por parte de DIECA. Periodo 1982-2006.** Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 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.
- 46) Chaves Solera, M. 2006b. **Importancia de las variedades de caña de azúcar como factor de productividad y competitividad agroindustrial.** Revista de Agricultura y Ganadería de Centroamérica (Costa Rica), 1er Aniversario. San José. p: 58-60.
- 47) Chaves Solera, M. 2008a. **¿Por qué se cultiva predominantemente una sola variedad de caña de azúcar en la zona sur de Costa Rica?** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 24 p.
- 48) Chaves Solera, M. 2008b. **Plan Estratégico y Plan de Acción previsto desarrollar para atender y contrarrestar la presencia de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en las plantaciones de caña de azúcar de Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, 31 marzo. 8 p.
- 49) Chaves Solera, M. 2008c. **Estrategia general para contrarrestar la presencia de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. Presentación Electrónica en Power Point. 42 Láminas.
- 50) 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.
- 51) Chaves Solera, M. 2009. **Informe técnico. Incidencia de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en las plantaciones de caña de azúcar de Costa Rica. Medidas para su control.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. Presentación Electrónica en Power Point. 61 Láminas.
- 52) Chaves Solera, M. 2010. **Dinámica y evolución del cambio de variedades de caña de azúcar en Costa Rica.** Congreso Tecnológico DIECA 2010, 4, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 22, 23 y 24 de setiembre del 2010. Presentación Electrónica en Power Point. 115 Láminas.
- 53) Chaves Solera, M. 2011. **Reactivación de la producción de caña: un desafío y una necesidad para la agroindustria azucarera nacional.** Boletín Informativo "Conexión", Número 4, Enero-Agosto 2011, LAICA, San José, Costa Rica. p: 17-20.
- 54) 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.
- 55) Chaves Solera, M. 2012a. **Dinámica de las variedades comerciales de caña de azúcar en Costa Rica: análisis por sigla de origen. Periodo 1986-2010.** Congreso Azucarero

- Nacional ATACORI “*Alex Soto Montenegro*”, 19, Condovac La Costa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 4 y 5 de octubre del 2012. Presentación Electrónica en Power Point. 62 Láminas.
- 56) Chaves Solera, M. 2012b. **Sector azucarero costarricense: una agroindustria dinámica en activa evolución y crecimiento.** Congreso Azucarero Nacional ATACORI “*Alex Soto Montenegro*”, 19, Condovac La Costa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 4 y 5 de octubre del 2012. Presentación Electrónica en Power Point. 115 Láminas.
- 57) Chaves Solera, M.; Bermúdez Loria, A.Z. 2012. **Dinámica de cultivo comercial de las variedades de caña de azúcar en Costa Rica: análisis histórico.** 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.
- 58) Chaves Solera, M.A. 2013. **Composición del Banco de Germoplasma de caña de azúcar de Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 28 p.
- 59) 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?** 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.
- 60) Chaves Solera, M.A. 2014a. **Dinámica de las variedades de caña de azúcar cultivadas comercialmente en la región de Guanacaste, Costa Rica.** Congreso de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y El Caribe, 9, 2014, San José, Costa Rica. Memoria. Heredia, Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y El Caribe (ATALAC), agosto. p: 59-68.
- 61) Chaves Solera, M. 2014b. **Entorno comercial regional y competitividad azucarera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. Presentación Electrónica en Power Point. 50 Láminas.
- 62) Chaves Solera, M. 2015a. **Principales variedades de caña cultivadas comercialmente en algunos países de tradición azucarera del continente americano.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 25 p.
- 63) Chaves Solera, M.A. 2015b. **1940: inicio de la historia institucional del sector azucarero costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. 28 p.
- 64) Chaves Solera, M.A.; Angulo Marchena, A.; Rodríguez Rodríguez, M.; Bolaños Porras, J.; Araya Vindas, A.; Barrantes Mora, J.C.; Calderón Araya, G., Villalobos Méndez, C. 2015. **Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica. Año 2013.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo.

- 65) Chaves Solera, M. 2016a. **¿Con quiénes se vincula y relaciona institucionalmente DIECA en materia tecnológica?** Revista "Entre Cañeros" N° 4, San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. p: 4-10.
- 66) Chaves Solera, M.A. 2016b. **Competitividad: imperativo insoslayable para que el agro continúe vigente y crezca.** Revista Germinar, Órgano Informativo Oficial del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, Año 6, Edición N° 19, mayo. p: 6-7.
- 67) Chaves Solera, M.A. 2016c. **Las agroindustrias de los países de ATALAC.** Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y El Caribe (ATALAC), 10, y Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de México (ATAM), 38. Panel. Setiembre 2016, Veracruz, México. Presentación Electrónica en Power Point. Láminas.
- 68) Chaves Solera, M.A. 2016d. **Origen y procedencia de los clones importados por LAICA para selección nacional.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 37 p.
- 69) Chaves Solera, M.A. 2016e. **Importación responsable de clones de caña de azúcar.** Revista "Entre Cañeros" N° 5, San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. p: 18-22.
- 70) Chaves Solera, M.A. 2016f. **La mejora genética de la caña de azúcar en Costa Rica.** Congreso Nacional Agropecuario, Forestal y Ambiental, 14, Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2016. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, octubre 27 al 29. 28 p.
- 71) Chaves Solera, M.A. 2017a. **Enfoque biotecnológico integral en DIECA: pasado, presente y futuro.** Revista Entre Cañeros N° 7. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, enero. p: 5-18.
- 72) Chaves Solera, M.A. 2017b. **DIECA: 35 años al servicio de la agricultura cañera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 29 p.
- 73) Chaves Solera, M.A.; Barrantes Mora, J.C.; Rodríguez Rodríguez, M.; Angulo Marchena, A.; Bolaños Porras, J.; Villalobos Méndez, C.; Calderón Araya, G.; Araya Vindas, A.;. 2017. **Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica. Año 2016.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio.
- 74) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D. 2018a. **Análisis de resultados agroindustriales finales de la zafra 2016-2017.** Boletín Informativo "Conexión", Número 11, enero. LAICA. San José, Costa Rica. 48 p.
- 75) Chaves Solera, M.A.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D.; Bolaños De Ford, F. 2018b. **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.
- 76) COSTA RICA. COMISIÓN PARA LA VIGILANCIA DE PLAGAS Y REACTIVACIÓN DE LA ACTIVIDAD CAÑERA DE LA REGIÓN SUR. 2008. **INFORME. Resultados del Estudio de la Situación de la Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en el cultivo de la Caña de Azúcar en**

- los Cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires.** San Isidro de El General, Costa Rica, setiembre. 21 p.
- 77) COSTA RICA. MAI. 1949. **Censo de la Caña.** San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura e Industria (MAI).
 - 78) COSTA RICA. MAG. 1963. **Caña de Azúcar.** En: Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Manual de Recomendaciones. San José, CR. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 4 p.
 - 79) COSTA RICA. MAG. 1974. **Caña de Azúcar.** En: Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Manual de Recomendaciones. San José, CR. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). p: 116-125.
 - 80) COSTA RICA. MAG. 1982. **CAÑA DE AZÚCAR. Guía para su cultivo.** San José. Dirección general de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 11 P.
 - 81) COSTA RICA. MAG. 1983. **Caña de Azúcar.** En: Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Manual de Recomendaciones. San José, CR. Boletín Técnico N° 62. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). p: 81-93.
 - 82) COSTA RICA. MAG. 1991. **Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Caña de Azúcar.** San José, CR. Boletín Técnico N° 74. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). p: 19-42.
 - 83) DIECA. 1990. **Recomendaciones técnicas para el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. 30 p.
 - 84) DIECA. 1992. **Guía de siembra y asistencia de la caña de azúcar en la Zona Sur.** Pérez Zeledón, San José, Costa Rica. 1982-1992 Décimo Aniversario al Servicio de la Investigación y Transferencia de Tecnología de la Caña de Azúcar. 4 p.
 - 85) DIECA. 1994. **Guía Técnica para el cultivo de la Caña de Azúcar. Región Valle Central Occidental.** Grecia, Costa Rica. LAICA-DIECA. Junio. 15 p.
 - 86) DIECA. 2015. **Programa de Variedades: Informe de Resultados 2014.** San José, Costa Rica. DIECA-LAICA. Mayo. 70 p.
 - 87) DIECA. 2016. **Programa de Variedades. Informe de Resultados 2015.** San José, Costa Rica. DIECA-LAICA. Marzo. 79 p.
 - 88) DIECA. 2017. **Programa de Variedades. Informe de Resultados 2016.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 74 p.
 - 89) DIECA. 2018. **Programa de Variedades. Informe de Resultados 2017.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, junio. 74 p.
 - 90) Dillewijn, C. Van. 1954. **Sugar cane in Costa Rica.** Sugar 49(4): 29-31.
 - 91) Durán A., J.R.; Chaves S., M.A.; Riggioni C., J.G. 1993. **Logros y perspectivas del programa nacional de mejoramiento genético de la caña de azúcar de Costa Rica.** Participación de DIECA en el IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. p: 127. *También en:* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre, 1993. Volumen 11(1):

- 92) Durán Alfaro, J.R.; Oviedo Alfaro, M. 2013. **Importancia y resultados del programa de producción de variedades nacionales (sigla LAICA) en Costa Rica.** 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: 233-239.
- 93) Durán Alfaro, J.; Oviedo Alfaro, M. 2015. **La hibridación de la caña de azúcar en Costa Rica ¿Qué se ha hecho?** Congreso Tecnológico DIECA 2015, 6, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 20 y 21 de agosto. 16 p.
- 94) Durán Alfaro, J.R. 2018. **Avances en el Desarrollo de Variedades serie LAICA con un Enfoque de Alta Sacarosa.** 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. 18 p.
- 95) Elizondo Rodríguez, E. 1966. **Estudio comparativo de variedades de caña de azúcar en fincas de la Cooperativa Victoria y Hacienda Santa Luisa.** Tesis Ing. Agr. San José. Universidad de Costa Rica. 35 p.
- 96) Flores Cáceres, S. 2001. **Las variedades de caña de azúcar en México.** 1^{era} Edición. México D.F. 308 p.
- 97) Garro, J.E.; Chaves, M.A. 1984a. **Comportamiento agroindustrial de 63 híbridos de caña de azúcar en Liberia, Guanacaste.** Congreso Agronómico Nacional, 6, San José, Costa Rica, 1984. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 365-366.
- 98) Garro, J.; Chaves, M.A. 1984b. **Evaluación agroindustrial de 80 híbridos de caña de azúcar en la región de Guanacaste.** Congreso Agronómico Nacional, 6, San José, Costa Rica, 1984. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 363-364.
- 99) Garro Alfaro, J.; Chaves Solera, M.A. 1984c. **Prueba de adaptación y rendimiento de 25 clones de caña de azúcar en Liberia, Guanacaste.** Congreso Agronómico Nacional, 6, San José, Costa Rica, 1984. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 152-153.
- 100) Heinz, D.J. 1987. **Sugarcane improvement through breeding.** New York, U.S.A. Elsevier Science Publishers B.V. 603 p.
- 101) **La caña común o de castilla.** 1975. Revista Agropecuaria (Costa Rica) N° 19: 13-14, 16.
- 102) León Sáenz, J.; Arroyo Blanco, N. 2012. **Desarrollo histórico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en el Siglo XX: aspectos económicos, institucionales y económicos.** San José, Costa Rica: Instituto de Investigaciones en Ciencias económicas. 256 p.
- 103) Martín Oria, J.R.; Gálvez Rodríguez, G.; De Armas Urquiza, R.; Espinosa Olivera, R.; Vigeo Hernández, R.; León Méndez, A. 1987. **La caña de azúcar en Cuba.** La Habana, Cuba. Editorial Científico-Técnica, Ministerio de Cultura. 672 p.

- 104) Mesén Castro, C.E. 1966. **Estudio sobre el comportamiento de nuevas variedades de caña de azúcar en Guanacaste.** San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 9 p.
- 105) Mesén Castro, C.E. 1976. **Respuesta de cinco variedades de caña de azúcar a las condiciones ecológicas del Pacífico Seco.** Congreso Agronómico Nacional, 2, San José, Costa Rica, 1976. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos. V 1, p: 10.
- 106) Monge Guevara, J.; Chaves Solera, M.A. 1987. **El cultivo de la caña de azúcar.** Guía Agropecuaria de Costa Rica, Año 5, Nº 9. p: 23-30.
- 107) Moore, P.H.; Paterson, A.H.; Tew, T. 2014. **Sugarcane: The Crop, the Plant, and Domestication.** En: Sugarcane: Physiology, Biochemistry and Functional Biology. 2014. edited by Paul H. Moore, Frederick C. Botha. John Wiley & Sons, Inc. p: 1-17.
- 108) Oviedo Alfaro M., Durán Alfaro J.R. 2013. **Características de las variedades LAICA más importantes generadas por el Programa de variedades de DIECA en Costa Rica.** 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 II. p: 319- 328.
- 109) Oviedo Alfaro, M.; Durán Alfaro, J.R. 2015. **Impacto de las variedades LAICA en las diferentes regiones cañeras de Costa Rica.** Congreso Tecnológico DIECA 2015, 6, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 20 y 21 de agosto. 12 p.
- 110) Pérez Oramas, G.; Bernal Liranza, N.; Chinea Martín, A.; O’Relly Legón, J.P.; De Prada Esquivel, F. 1997. **Recursos genéticos de la caña de azúcar.** La Habana, Cuba. Publicaciones IMAGO. Instituto Nacional de Investigaciones de la caña de azúcar. 249 p.
- 111) Pinto Fernández, R.J. 1952. **Experiencias con caña de azúcar en la región del Pacífico.** Suelo Tico 6(28): 146-149.
- 112) Pinto Fernández, R.J. 1958. **Apuntes cultivo e industrialización de la caña de azúcar.** San José, Costa Rica. Editorial Ministerio de Agricultura e Industrias (MAI), segunda edición corregida, marzo. 75 p.
- 113) Ramírez Rodríguez, C.A. 1952. **Las nuevas variedades de Barbados.** Suelo Tico 6(28): 200-203.
- 114) Ramírez Rodríguez, C.A. 1953. **Características de las Barbados más prometedoras para Costa Rica.** Revista de Agricultura (Costa Rica) 25(4): 120,122-124, 126, 128.
- 115) Ramírez Rodríguez, C.A. 1954. **Records de producciones y nuevas variedades de caña de azúcar.** Suelo Tico 7(31): 283-286.
- 116) Ramírez Rodríguez, C.A. 1969. **Cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.** San José, CR. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Investigaciones, Departamento de Agronomía. 36 p.

- 117) Ramírez Rodríguez, C. 1979. **Sinopsis de las experiencias continuadas en investigación de la caña de azúcar durante el periodo 1950-1979.** San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, setiembre. 48 p.
- 118) Ramírez Rodríguez, C.A. 1980a. **Características, desarrollo e investigación de la caña de azúcar en Costa Rica.** San José, CR. MAG-LAICA, mayo. 31 p.
- 119) Ramírez Rodríguez, C.A. 1980b. **Experiencias continuadas de investigación de la caña de azúcar durante 30 años 1950-1979.** San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 48 p.
- 120) Rodríguez Solís, D. 1985a. **Metodología de manejo de nuevos híbridos de caña de azúcar introducidos al país.** En: Metodología para Investigación en Caña de Azúcar. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, sf. p: 37-44.
- 121) Rodríguez Solís, D. 1985b. **Mejoramiento genético en caña de azúcar.** En: Curso sobre tecnología en el cultivo de la caña de azúcar. Santa Gertrudis Sur, Grecia, Costa Rica, 8-12 julio. P: 1-10.
- 122) Salazar, J.; Chaves, M.; Aguilar, F. 1986. **Propuesta de una metodología para la evaluación y selección cuantitativa de clones de caña de azúcar.** Congreso Agronómico Nacional, 7 y Congreso de Horticultura ASHS-Región Tropical, 33, Heredia, Costa Rica, 1986. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas Región Tropical-ASHS, CATIE y W.K. Kellogg, julio-agosto. p: 91-92.
- 123) Salazar, J.; Chaves S., M.A. 1989a. **Estudio comparativo de 10 clones de caña de azúcar en Juan Viñas, Cartago. Primera cosecha.** Congreso Agronómico Nacional, 8, Cartago, Costa Rica, 1989. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 88-89.
- 124) Salazar, J.; Chaves S., M.A. 1989b. **Estudio de tres épocas de cosecha de 10 clones de caña de azúcar en Juan Viñas, Cartago. Primera cosecha.** Congreso Agronómico Nacional, 8, Cartago, Costa Rica, 1989. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 78-79.
- 125) Salazar, J.; Chaves S., M.A.; Madriz, T.; Guzmán, G. 1989. **Estudio semicomercial de 38 híbridos hawaianos de caña de azúcar en Juan Viñas, Cartago. Primera cosecha.** Congreso Agronómico Nacional, 8, Cartago, Costa Rica, 1989. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, julio. Volumen 1. p: 86-87.
- 126) Sáenz Maroto, A. 1970. **Caña de azúcar.** En: Historia Agrícola de Costa Rica. San José, Costa Rica. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, Serie Agronómica N° 12. P: 167-182.
- 127) Stevenson, G.C. 1965. **Genetics and Breeding of Sugar Cane.** Longmans Trop. Sc. Series, London. 284 p.
- 128) Subirós Ruíz, F. 1995. **El cultivo de la caña de azúcar.** 1^{era} edic. San José, Costa Rica: EUNED. 448 p.
- 129) Van der Laat, J. 1911. **Los cañales costarricenses.** San José, Costa Rica. Ministerio de Fomento. Boletín de Fomento 1(2).

- 130) 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.
- 131) Warner, J.N. 1953-54. **El cultivo de la caña en Costa Rica.** Suelo Tico 7(30): 227-228.
- 132) Wikipedia. 2018a. **Arundo donax** (en línea, sitio web). Consultado 16 de julio 2018.
Disponibile en https://es.wikipedia.org/wiki/Arundo_donax.
- 133) Wikipedia. 2018b. **Lengua Criolla** (en línea, sitio web). Consultado 16 de julio 2018.
Disponibile en https://es.wikipedia.org/wiki/Lengua_criolla.