

Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Alta (>1.000 msnm) de Cartago, Costa Rica, durante el periodo 1994-2016 (22 años)

Marco A. Chaves Solera¹

Introducción

Una de las particulares excepciones que posee la agroindustria azucarera costarricense que la diferencia del resto de las agroindustrias del hemisferio, y mayoría de regiones y zonas productoras de caña del mundo, es el cultivo de la planta en localidades con altitudes superiores a los 1.000 msnm, donde no es habitual, pues en el mundo predomina el cultivo en zonas bajas. Esta circunstancia hizo necesario adaptar y utilizar variedades diferentes, acondicionadas genética y fisiológicamente para ajustarse y desarrollarse en ese entorno tan especial. Esas variedades fueron con exclusividad por muchos años, desde mediados de la década de los años cincuenta, de origen y procedencia hawaiana, reconocidas por la **sigla descriptiva H** (Chaves 2018abg).

¿Qué condiciones son las que generan la diferencia y la exigencia clonal tan particular? ¿Por qué la exclusividad hacia ese tipo de variedades? ¿Qué propiedades y atributos poseen para diferenciarse? La respuesta a tan singulares y validas inquietudes viene dada por las características edafoclimáticas del entorno donde se produce la caña en esas localidades. La zona alta de la provincia de Cartago productora de caña de azúcar, está representada en este caso por los cantones de Cartago, Jiménez, Paraíso, Turrialba, Alvarado, El Guarco y Oreamuno, los cuales en diferentes momentos históricos han marcado relevancia como localidades donde se ha sembrado la caña destinada a la fabricación de azúcar (Chaves *et al* 1999a, 2017b, 2019). Es importante señalar que este tipo de variedades también se cultivaron comercialmente en la zona alta del Valle Central (Grecia, San Ramón y Valverde Vega) y el cantón de San Carlos (distrito de Quesada), como lo anota Chaves (2018ij).

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. **Abril 2019.**

Las plantaciones comerciales de caña de la región alta de Cartago se han localizado y ubican actualmente a una altitud de entre 1.000 y 1.550 msnm, siendo por esto las más altas encontradas en el país desde hace muchos años (Chaves 1997, 2018hij).

Los suelos predominantes en el lugar pertenecen y clasifican taxonómicamente (USDA) en su mayoría a los órdenes Andisol e Inceptisol (Chaves 2017a). El régimen de humedad presenta altos niveles de lluvia que va de los 2.000 a los 3.400 mm anuales para un promedio de 2.500 mm. Las plantaciones requieren por su topografía contar con sistemas efectivos de drenaje que eviten o mitiguen la erosión. Las temperaturas máximas se ubican entre 21,3 a 26,2 °C y las mínimas de 11,7 a 17,8 °C, para promedios anuales de 24,5 y 15,8 °C, respectivamente. Los suelos son de origen volcánico, ácidos y dystroáficos con fertilidad potencial media-baja, textura arcillosa sub superficial en algunas secciones, relieve quebrado con áreas en su mayoría no mecanizables y pendientes altas de hasta 30%. La luminosidad es muy limitada por causa de la alta nubosidad prevaleciente en gran parte del año con 2,2-5,2 horas luz. El viento constituye otro elemento del clima que se torna problemático en algunos momentos del año, por ser una zona de transición entre las Vertientes Pacífica-Atlántica (Chaves 2018h; Chaves y Calderón 1999). La cosecha predominante es manual con alce mecánico, pese a lo cual en localidades de relieve ondulado-plano; en Hacienda Juan Viñas se cosecha buena parte de la materia prima con equipos mecánicos (cerca del 22%), lo que representa un logro digno de destacar pues es producto de la capacidad y genialidad de la empresa y sus funcionarios.

La condición edafo climática incidente y de relieve prevaleciente en la zona alta, obliga al empleo de materiales genéticos diferentes que varían ampliamente en sus características anatómicas y en su potencial productivo agroindustrial. Esas diferencias vienen sustentadas y se manifiestan en la capacidad de adaptación que deben tener las variedades de caña a la presencia de suelos con limitaciones importantes de fertilidad (bajo pH, alta acidez, alta fijación de P, bajos en bases, presencia de arcilla), de clima (lluvia alta, poca luminosidad, alta nubosidad, humedad y velocidad del viento); además como se anotó, a una topografía irregular (Chaves 2017, 2018gh). Sobre este particular expresa Chaves (2018g), que *“Lo anterior obliga tener que emplear y cultivar variedades de características muy específicas,*

entre las cuales está el poseer un ciclo vegetativo prolongado, que por lo general se establece en periodos de cosecha comercial comprendidos entre 18 y 24 meses de edad; capacidad de la planta de postrarse sin podrirse, tolerar ambientes adversos extremos, responder a un ciclo bianual que no afecta sus índices de productividad agroindustrial, entre otros. En este sentido, por antecedente mundial y similitud de condiciones y entornos productivos, han sido las variedades de origen hawaiano las que han mostrado históricamente los mejores resultados y adaptación.”

Siendo aún más determinante, asegura contundentemente el mismo autor (Chaves 2018h), que *“En esas condiciones está suficientemente demostrado que no es cualquier variedad la que puede adaptarse y prosperar comercialmente, lo cual constituye una limitante importante que obliga a efectuar un tratamiento de mejora genética diferente.”*

En materia productiva, la caña producida en la zona alta es procesada en su mayoría por el Ingenio Juan Viñas, situado en ese distrito a una altitud de 1.200 msnm, la mayor del país. En el periodo de seis zafros 2012-2017, ese ingenio molió en promedio 185.933 toneladas de materia prima; con la cual fabricó 403.790 Bultos de 50 kg (20.189 toneladas) de azúcar. La concentración de sacarosa mostró en ese tiempo una media de 108,60 kg 96° Pol/t caña. En la zafra 2017-2018 se procesaron en el mismo lugar 187.261 toneladas de caña y fabricaron 396.115 Bultos (19.806 t) de azúcar, con una concentración promedio de sacarosa de 105,77 kg/t, respectivamente (Chaves *et al* 2019). La concentración de sacarosa contenida en los tallos de la planta, como demuestran los resultados es variable, descendiendo de una media de 113,48 kg lograda en las zafros 2012-2013 a valores de 106,15 kg/t. en las últimas cuatro zafros (Periodo 2014-2017), como lo indican con gran detalle Chaves *et al* (2019) en su informe.

Es por este motivo que resulta de gran valor técnico e informativo identificar, contextualizar y ubicar en el tiempo, las variedades de caña que han servido de base a la agroindustria azucarera de la Zona Alta (>1.000 msnm) de la Vertiente Atlántica, representada en este caso por la provincia de Cartago, para sustentar su producción y crecimiento, particularmente durante los últimos 30 años, periodo 1986-2016.

Objetivos

General:

Identificar y darle trazabilidad a las variedades de caña de azúcar sembrada y reportada comercialmente como importantes por parte del sector productor de la Zona Alta (>1.000 msnm) de la Vertiente Atlántica (provincia de Cartago), durante el periodo de 30 años transcurrido entre los años 1986 y 2016.

Específicos:

- a) Diagnosticar la dinámica de cultivo de las principales variedades de caña en el tiempo, sembradas en la Zona Alta de la Vertiente Atlántica, representada en este caso por los cantones de Alvarado, Cartago, El Guarco, Jiménez, Oreamuno, Paraíso y Turrialba, los cuales han cultivado caña en diferentes épocas del periodo analizado.
- b) Ubicar el surgimiento, auge y momento de declinación de las variedades comerciales de caña en cuanto a su uso comercial en el lugar.
- c) Identificar y clasificar las variedades de caña sembradas de manera preferencial en la Zona Alta de la provincia de Cartago, de acuerdo con su sigla de origen genético.
- d) Identificar las mejores variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Alta (>1.000 msnm), durante el periodo de 30 años evaluado.

Metodología

Para cumplir satisfactoriamente con los objetivos planteados, se realizó una revisión y consulta detallada de la información recabada por los nueve **Censos Cañeros Nacionales** realizados por el **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, en los años 1986, 1994, 1998, 2000, 2003, 2007, 2010, 2013 y 2016. Como se detalla e infiere del Cuadro 1, se cubrieron en la evaluación 30 años continuos transcurridos entre los años 1986 y 2016.

La información recabada y empleada es muy confiable y representativa en consideración de su alta significancia, en promedio del 90,9%, al cotejar entre el área (ha) muestreada y el área reportada como sembrada comercialmente con caña de azúcar en cada año

evaluado; igual criterio aplica para las unidades productivas consultadas. Excepto el Censo realizado en el año 1998 que fue de 73,9%, todos superaron el 88,3%. Cabe señalar que el área consultada por dichos Censos corresponde exclusivamente a caña destinada a la fabricación de azúcar y no a otros usos alternativos, como son el uso pecuario o la elaboración de dulce, actividad comercial muy difundida en esta tradicional localidad productora de caña, donde la panela forma parte de la actividad económica de la región.

De igual manera, vale reiterar virtud de su trascendencia, que la valoración realizada corresponde exclusivamente a las plantaciones ubicadas en la Zona Alta de la provincia de Cartago, cuya altitud supera los 1.000 msnm; lo cual involucra a varios sus cantones y distritos, cuya producción ha sido por antecedente muy variable concentrándose en los últimos años en Jiménez, Paraíso y Alvarado, como lo anotan con detalle Chaves *et al* 1999a, 2019 y Chaves 2017b. No se consideran ni incluyen por tanto en la consulta, las variedades sembradas en plantaciones de la Zona Baja (<1.000 msnm) de la provincia de Cartago, ubicadas en los cantones de Turrialba y Jiménez, principalmente.

Cuadro 1.
Información básica correspondiente a los Censos Cañeros realizados en Costa Rica
en los últimos 30 años (Periodo 1986-2016).

Año 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 1995 Calderón y Zúñiga 1995
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.

Resultados y Discusión

La identificación expresa e individual de las **36 variedades** diferentes de caña reconocidas y señaladas por el sector productor en la Zona Alta (>1.000 msnm) de la provincia de Cartago, como sembradas en el lugar, se presenta en el Cuadro 2, las cuales se citan e identifican con base en su sigla descriptiva de origen. Es importante señalar que debido a que no se separó y discriminó regionalmente por cantón en su momento, la información recabada por los Censos realizados en los años 1986, 1995 y 1998, no fue posible presentar información atinente a esos periodos de manera específica. Sin embargo, fue posible ubicar alguna información regional del año 1994 en el documento expuesto por Calderón y Zúñiga (1995), la cual cumple con el objetivo procurado, motivo por el cual se agrega y contabiliza en el presente documento para ese periodo específico. La circunstancia anterior hace que la evaluación realizada da cobertura a un periodo continuo de 22 años (1994-2016) y no de 30 años como era en principio esperado.

Dichas variedades corresponden a los materiales genéticos más importantes adaptados y cultivados comercialmente en la zona, durante el periodo de 22 años evaluado, ubicándolas taxativamente en lo concerniente al área total (ha) indicada en cada uno de los 7 Censos Cañeros realizados en ese tiempo. Se anota adicionalmente como dato relevante el área total sembrada (ha) en este caso en forma acumulada, sin establecer para ello un área base o mínima, con el objeto de cumplir con los fines procurados, pues todos los materiales genéticos citados, aún los de menor área, han superado satisfactoriamente las fases protocolarias previas de investigación y se encuentran por ello en etapa final de validación semicomercial en calidad de clones promisorios. Como se infiere de los resultados expuestos, algunos clones no lograron pasar entre periodos, tuvieron áreas sembradas muy pequeñas o en su caso desaparecieron del todo como materiales de siembra; otros en cambio, crecieron con el tiempo hasta ocupar posiciones relevantes. Es posible también que lo pequeño del área identificada de algunos de ellos al momento de realizar la encuesta, no fueron nombrados pese a estar sembrados en el campo en áreas muy variables.

Cuadro 2.
Área (ha) de las 36 variedades de caña de azúcar más sembradas en ZONA ALTA (>1.000 msnm) de Cartago,
según Censos realizados por DIECA durante el periodo 1994-2016 (22 años).

Variedad / Censo	Año Intro	Censo Cañero							Total	
		1994	2000	2003	2007	2010	2013	2016	N°	%
B 47-44	1959	91,97	10,25	2,25					104,47	0,95
B 50-135	1960	5,21	2,25	4,55					12,01	0,11
B 76-259	1977	31,06	21,09	27,81	69,44	23,50	46,15	53,85	272,90	2,48
B 76-385	1998							0,75	0,75	0,007
B 77-95	1978				8,00	0,20			8,20	0,07
BJ 70-03	¿?	2,50							2,50	0,02
COIMBATORE	¿?		1,10						1,10	0,01
COLOMBIANA	¿?	2,98							2,98	0,03
Co 421	1953	1,40							1,40	0,01
H 32-8560	1955	35,00							35,00	0,32
H 44-3098	1962	18,47							18,47	0,17
H 56-4848	1976	8,00							8,00	0,07
H 57-5174	1969	232,00	37,20						269,20	2,45
H 60-8521	1982	590,70	109,15	29,90	1,00				730,75	6,65
H 61-1721	1987	131,00	357,70	354,91	78,53	44,50	57,51	55,27	1.079,42	9,82
H 62-4671	1982	198,00	361,50	117,43	28,85	21,00	6,38	4,48	737,64	6,71
H 65-7052	1993		30,90	74,12	17,43		10,13	7,13	139,71	1,27
H 68-1158	1982	124,00					47,44	42,10	213,74	1,95
H 70-0144	1987	216,00	58,00						274,00	2,49
H 74-1715	1993		11,50	45,13	46,09	30,80	35,90	48,72	218,14	1,99
H 75-6208	2005						6,86	4,86	11,72	0,11
H 77-2545	1994		38,80	118,22	138,41	69,00	43,35	39,33	447,11	4,07
H 77-4643	1991		428,50	775,08	1.121,5	1.222,30	1.148,19	938,52	5.634,09	51,26
H 78-2313	1993		12,30	29,65	17,35	9,00	9,01	9,01	86,32	0,78
H 82-7318	1994			2,30					2,30	0,02
LAICA 85-653	1985		2,15						2,15	0,02
LAICA 04-250	2004						27,50	255,08	282,58	2,57
LAICA 04-256	2004					5,50			5,50	0,05
LAICA 07-203	2007							3,25	3,25	0,03
PINDAR	1953	63,59							63,59	0,58
POJ 2878	1927	32,44							32,44	0,29
Q 68	1969	6,78							6,78	0,06
Q 96	1979	92,14	69,58	52,06	14,76	10,30	8,50	4,50	251,84	2,29
RB 86-7515	2000							13,00	13,00	0,12
SANTA CRUZ	¿?		1,25	2,75					4,00	0,04

SP 71-5574	1983		9,70	3,60					13,30	0,12
TOTAL (36)		1.883,24	1.562,92	1.639,76	1.541,36	1.436,10	1.447,25	1.479,85	10.990,35	
%		17,13	14,22	14,92	14,02	13,07	13,17	13,47		100
N° Clones		19	18	15	11	10	12	15	36	
% **		52,8	50,0	41,7	30,5	27,8	33,3	41,7		100

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

* Respecto al total de variedades de uso comercial (36).

No se incluye el área denominada "Varias-Mezcla-Otras" correspondiente, solo se anota la plenamente identificada.

La cantidad de materiales genéticos identificados (36) en la zona es aceptable y suficiente para atender las necesidades del periodo relativamente corto de tiempo evaluado (22 años), considerando que la caña es un cultivo fenológicamente semiperenne agregado a las dificultades propias y particulares del entorno productivo; con lo cual se ratifica que el esfuerzo sectorial e institucional realizado en la región y el país en procura de identificar mejores variedades ha sido intenso, continuo, sistemático, positivo y muy fructífero en sus resultados (Chaves y Calderón 1999; Chaves y Bermúdez 2012; Chaves 2016, 2018abh).

Al situar el número de variedades por año evaluado (Censo), sin importar la dimensión del área reportada, se tiene que la misma es relativamente alta solo en dos periodos, pues supera o esta próxima al 50% correspondiente a la siembra de 18 clones. El año 1994 fue cuando más clones se sembraron y con ello más opciones comerciales tuvo el agricultor con 19 variedades diferentes, para un 52,8% del total identificado (36); seguido por el 2000 con 18 clones (50,0%). Se comprueba, demuestra y ratifica nuevamente la importante labor técnica desarrollada por el **Programa Nacional de Mejora Genética de DIECA**, en la búsqueda de nuevas y mejores opciones de cultivo para el agricultor de la zona. Por el contrario, durante los años 2010 y 2007 fue cuando menos cantidad de clones se tuvo dispuestos para realizar las siembras, con apenas 10 y 11 clones (27,8 y 30,5%, respectivamente).

Entre los años 1994 y 2000 se citan como sembradas variedades muy antiguas, como es el caso de **B 47-44, B 50-135, COIMBATORE, COLOMBIANA, PINDAR, SANTA CRUZ, Co 421, POJ 2878, H 32-8560, H 44-3098, H 56-4848, H 57-5174 y Q 68**, entre otras de muy vieja data (Chaves 1995, 1997, 2012, 2016, 2018abchgk).

Variedades sembradas

Al ubicar y clasificar las variedades de caña de acuerdo con su grado particular de estabilidad técnico-comercial, interpretada por el uso productivo que han tenido, se encontró que las variedades **B 76-259**, **H 61-1721**, **H 62-4671** y **Q 96** han sido muy constantes, pues aparecen sembradas en forma continua (100%) durante los siete Censos y 22 años considerados por el estudio, lo que representó un 11,1% del total de clones evaluado; índice realmente poco significativo. Esa excepcionalidad reconoce sin embargo la incuestionable adaptabilidad y calidad agroindustrial de esas variedades, lo que les ha permitido contar con la acogida y aceptación de los agricultores como material preferencial y opcional de cultivo en sus plantaciones, desde hace varias décadas. La **B 76-259** es un clon relativamente reciente que ingresó al país en el año 1977, hace 39 años y que ha tenido una destacada adaptación que lo mantiene comercialmente vigente; tanto en esta región como también en la Zona Norte, cantones de San Carlos y Los Chiles. Las variedades **H 61-1721** y **H 62-4671** son también algo antiguas pues fueron introducidas al país en los años 1987 y 1982, hace más de 30 años, lo que revela su vida útil comercial prolongada virtud de sus atributos. La otra variedad destacada por su permanencia fue la **Q 96**, cuya capacidad productiva y de adaptación en el país ha sido reconocida y demostrada, manteniéndose aun comercialmente vigente. Le siguen otras cuatro (11,1% del total) variedades con reporte de siembra en seis (85,7%) de los 7 Censos considerados, como prueba categórica de su estabilidad y aceptación por un segmento importante de agricultores locales, lo que ocurrió en el caso de las hawaianas **H 74-1715**, **H 77-2545**, **H 77-4643** y **H 78-2313**. Esos clones han sido y continúan siendo algunos de ellos, distinguidos para la agroindustria costarricense, como lo demuestra Chaves (2018k).

Hay variedades que a pesar de sembrarse en periodos relativamente cortos de tiempo, el área comercial declarada fue relativamente importante, demostrando tener aceptación aunque poco consistente y transitoria en algunos casos, como sucede con **H 68-1158** y **H 70-0144**. Acontece asimismo, que hay clones promisorios de relativa reciente aparición pero de gran proyección, como es el caso de **LAICA 04-250** que se espera sustituya en poco tiempo la **H 77-4643**. Digno de mencionar es el caso de variedades que en años anteriores

al muestreo del presente estudio, fueron muy importantes en esta zona, como sucede con **B 47-44, H 32-8560, H 44-3098, H 57-5174 y POJ 2878**, pero pareciera que al momento de realizar las consultas ya estaban en fase de decadencia y de sustitución activa; mostrando el Censo realizado en el año 1994 una estimación muy somera de su relevancia anterior.

La determinación del área sembrada y ocupada por las variedades de mayor relevancia por año (Censo) evaluado, fue en este entorno muy particular y diferente al encontrado en otras localidades cañeras, pues en esta condición de altura la variedad **H 60-8521** dominó en el año 1994; luego de lo cual la connotada variedad **H 77-4643** viene dominando de manera sostenida y contundente en los últimos 16 años, luego del año 2000. Es destacable mencionar la especial relevancia, notoriedad y aceptación que han tenido las variedades de origen hawaiano en esta condición productiva, marcando diferencia en la zona alta respecto a otros orígenes genéticos (Chaves 1999, 2012, 2016, 2018bg). Puede asegurarse virtud de los resultados obtenidos, que las variedades **H 60-8521 y H 77-4643** han dominado las siembras comerciales de caña en la zona alta durante los últimos 22 años (1994-2016), virtud de sus atributos y características anatómicas y agroindustriales favorables. Puede sin embargo asegurarse, que en los 22 años evaluados cinco variedades han sido en su orden las más utilizadas comercialmente: **H 77-4643, H 61-1721, H 60-8521, H 77-2545 y LAICA 04-250**, al representar el 74,4% del área sembrada en el lugar.

La distribución de las variedades en esta región es como se indicó muy desequilibrada en varios periodos, ocupando muy pocos clones el área comercial sembrada de forma preferencial y absoluta, habilitando con ello el peligro potencial de ocurrencia de un evento fitosanitario inesperado; como el sucedido en la Región Sur en el año 2007 con la afectación provocada por la temible Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*), enfermedad que impactó severa y negativamente los índices de producción y productividad agroindustrial de esa región (Chaves y Bermúdez 2012; Chaves 2012, 2016, 2018ab). El problema se agrava en razón de que la **H 77-4643** ha mostrado susceptibilidad y afectación importante aunque variable por esa enfermedad, lo que la ubica y coloca en un verdadero peligro potencial, justificando la identificación y siembra inmediata de variedades alternativas tolerantes de alta calidad agroindustrial, como viene sucediendo sistemáticamente con **LAICA 04-250**.

En esta región las variedades más cultivadas mostraron e implicaron porcentualmente en cuanto a área ocupada según año evaluado, el siguiente resultado: 1994 (**31,3%**), 2000 (**27,4%**), 2003 (**47,3%**), 2007 (**72,8%**), 2010 (**85,1%**), 2013 (**79,3%**) y 2016 (**63,4%**). Como se infiere, luego del 2003 y hasta el año 2016, los valores fueron de muy alto riesgo, debido a la concentración de las siembras en una sola variedad, en este caso la **H 77-4643**. Luego del 2003 todos los valores superaron el 45%, lo que es muy peligroso y preocupante. Como se ha citado y recomendado, como aseverara Chaves (2018hij) “Lo deseable en una plantación comercial de caña de azúcar es que ninguna variedad supere el 25% del área sembrada; y lo ideal, que esta área no sea mayor del 20%, lo que permite adoptar medidas efectivas ante la ocurrencia de cualquier eventualidad o problema emergente que puede surgir y requiere de una sustitución rápida del clon; aplica de igual manera al país.”

La mayor área reportada como sembrada (ha) con caña en la zona alta de Cartago por parte de una variedad, fue lograda por la **H 77-4643** en el año 2010 con 1.222,3 ha y el 2013 con 1.148,2 ha; seguidas por la misma variedad hawaiana en el 2007 con 1.121,5 ha, lo que demuestra su excelencia, capacidad de adaptación y productividad agroindustrial a las difíciles condiciones del entorno productivo prevalecientes en la particular zona estudiada.

Al categorizar las variedades de caña por su relevancia e impacto agroindustrial, interpretado por el área sembrada (ha), se concluye que la base productiva de la zona alta en los 22 años evaluados, se ha sustentado en el cultivo de 8 clones que han ocupado de forma acumulada el 81,8% del área comercial, correspondiente a 8.990,05 ha de la región (Cuadro 3). Sin embargo, al considerar las 12 mejores variedades se concluye que estas han ocupado un muy significativo 89,3% de toda el área cañera (10.990,35 ha). Las variedades **H 77-4643**, **H 61-1721**, **H 60-8521** y **H77-2545** son la que marcan pauta al representar conjuntamente el 71,8%, equivalente a 7.891,4 ha. Destaca en este grupo selecto de 12 variedades la presencia de 9 clones (75%) de origen hawaiano, pertenecientes a la sigla Hawái (H), como son: **H 77-4643**, **H 61-1721**, **H 60-8521**, **H 77-2545**, **H 70-0144**, **H 57-5174**, **H 74-1715**, **H 68-1158** y **H65-7052**; como también un clon (8,3%) de sigla Barbados (B): **B 76-259**; otro sigla **LAICA 04-250** y otro australiano sigla **Q 96**. Se concluye que entre clones

H y LAICA la representatividad es alta pues alcanzó el 83,3% (Chaves y Calderón 1999; Chaves 2018bfg).

Cuadro 3.
Variedades más importantes cultivadas comercialmente en la ZONA ALTA durante el periodo 1994-2016 (22 años).

N°	Variedad	Área sembrada		Área % Acumulada
		ha	%	
1	H 77-4643	5.634,09	51,26	51,26
2	H 61-1721	1.079,42	9,82	61,08
3	H 60-8521	730,75	6,65	67,73
4	H 77-2545	447,11	4,07	71,80
5	LAICA 04-250	282,58	2,57	74,37
6	H 70-0144	274,00	2,49	76,86
7	B 76-259	272,90	2,48	79,34
8	H 57-5174	269,20	2,45	81,79
9	Q 96	251,84	2,29	84,08
10	H 74-1715	218,14	1,99	86,07
11	H 68-1158	213,74	1,95	88,02
12	H 65-7052	139,71	1,27	89,29
	Total	9.813,48	89,29	

Entre las 36 variedades identificadas para uso comercial en la región cañera atlántica, aparecen citados clones que muestran una tendencia muy definida de incremento con el tiempo, como sucede con **B 76-259**, **H 74-1715** y **LAICA 04-250**. Otras variedades por el contrario, presentan tendencia a su posible desaparición en el corto plazo, como es el caso de **H 61-1721**, **H 62-4671**, **H 65-7052**, **H 68-1158** y **Q 96**, entre otras. Algunas variedades pese a que van en reducción de su área sembrada, es muy posible que mantengan vigencia comercial por varios años más como opciones de siembra para segmentos muy particulares de agricultores, como sucede con **H 61-1721**, **H 68-1158** y **H 77-2545**, lo cual podría ampliarse a **Q 96**. El tiempo será quién demuestre la validez de esta aseveración.

Sigue aún vigente la conclusión realizada por Chaves (2018h), respecto a que *“El caso de **H 77-4643** es muy especial, virtud de que la variedad sigue siendo la base productiva de las áreas cañeras de altura (> 1.000 msnm), pese a lo cual viene perdiendo relevancia con los años debido a su sensibilidad a la Roya Naranja en grados variables; pese a lo cual sigue*

siendo un material genético aceptable, lo que posiblemente le dará vida comercial por varios años más en el tanto surgen otras opciones de calidad que la sustituyan.”

Al comparar las variedades sembradas comercialmente en la Zona Alta de la Vertiente Atlántica con las que se cultivan de manera mayoritaria en el resto de países de la región latinoamericana, en particular la Zona Norte, Centro, Caribe y Suramérica, se descubre que solo **Q 96** y **RB 86-7515** aparecen citadas, ratificando con ello la excepcionalidad de la zona alta y los clones comerciales hawaianos utilizados, como lo anotaran oportunamente Chaves (2015, 2018bh) y Chaves y Bermúdez (2012). Esta circunstancia demuestra y comprueba de nuevo la imperiosa necesidad de que la agroindustria nacional sea autosuficiente en materia varietal, sobre todo, como señalara Chaves (2018h), porque *“Hawái cerró recientemente su último ingenio azucarero y dejó de ser con ello un centro de generación de variedades; lo que implica y obliga necesariamente proseguir con la evaluación y selección de clones sigla LAICA, sin descuidar la introducción de materiales genéticos, ...”*

Al determinar el tamaño del área sembrada con caña de acuerdo con el año valorado (censado), se encuentra que fue en 1994 cuando el reporte fue mayor, con un área total cultivada con caña de 1.883,2 ha, lo que representó un 17,3% del total acumulado; seguido por el 2003 con 1.639,8 ha (14,9%). Por el contrario, fue el año 2010 cuando menor área se reportó con apenas 1.436,1 ha equivalente al 13,1%. En el año 2016 el área cultivada representó un 13,5% (1.479,85 ha). En realidad el área sembrada con caña de azúcar en esta zona y altitud es muy estable pues la variación es baja, siendo sus resultados influenciados y determinados por lo actuado en Hacienda Juan Viñas en materia de siembra.

Igual que se ha anotado en otros estudios similares, debe considerarse para pretender alcanzar una interpretación correcta y justa, que algunas veces el poder identificar o en su caso minimizar el área de una determinada variedad, depende de la cobertura y localidades visitadas por el encuestador en su momento, lo que interviene y determina en alto grado el resultado final del estudio; por esto, muchas veces una variedad aparece y desaparece como citada entre censos. Lo recomendable en este caso para evitar y arrastrar esa distorsión, es trabajar siempre en las mismas localidades y con las mismas fuentes de

información primaria consultadas, sobre todo porque en algunos casos el área implicada es muy pequeña o la naturaleza del clon sembrado es muy particular (nuevo o antiguo).

Origen de las variedades

De la misma forma como se ha abordado, valorado y referido el tópico en ocasiones anteriores, y en razón de sus incuestionables implicaciones agro productivas y tecnológicas, es muy relevante y apropiado poder conocer y profundizar en el origen y la naturaleza genética de los materiales vegetativos sembrados comercialmente. En este sentido, el hecho de disponer de opciones de siembra y biotipos genéticamente diferentes, amplía y favorece la posibilidad de poder atender satisfactoriamente los diferentes entornos y condiciones especiales y particulares de producción prevalecientes en el lugar, todo para beneficio del agricultor.

El Cuadro 4 ordena por año evaluado y sigla de origen genético vinculado, el número de variedades diferentes reportada como sembrada comercialmente en la Zona Alta de Cartago, lo que proyecta el grado de evolución y adaptabilidad que han tenido los clones en el tiempo, permitiendo valorar e interpretar de manera confiable y selectiva, los gustos y preferencias de los agricultores por determinados orígenes genéticos. De igual manera, ese criterio explica y ubica en tiempo la aparición y el surgimiento de las nuevas opciones de siembra liberadas por la investigación en periodos diferentes de tiempo; algunas con impacto positivo, otras no.

Se expone en el Cuadro 4 una distribución ordenada y sistemática, proyectada en los 22 años evaluados, de las 36 variedades comerciales identificadas y organizadas por sigla descriptiva de origen, criterio técnico considerado valioso para conocer la naturaleza, características y procedencia de los materiales genéticos cultivados; y con ello, su grado potencial de adaptabilidad. Se identificaron en esta zona **13 siglas** diferentes, cuyo uso comercial es variable. De esas 13 siglas solo tres (23,1%) fueron sembradas durante todo los 22 años evaluados, como sucedió con **B, H y Q**, lo que denota su buena adaptación a las disímiles y heterogéneas condiciones del lugar. Ninguna otra sigla genética mostro

consistencia durante los 7 Censos considerados en los 22 años evaluados (Chaves y Calderón 1999; Chaves 2012, 2016, 2018abcdefghijkl).

Al igual que se ha observado también en otras regiones cañeras del país, hay clones pertenecientes a siglas de uso muy limitado y muy específico en el número de citas realizadas, como sucedió en el presente caso con **BJ (Barbados-Jamaica)**, **Co (Coimbatore, India)**, **POJ (Australia)**, **RB (Brasil)** y **PINDAR**, las cuales, fueron reportadas como cultivadas solo en un Censo; la **SP (Brasil)** fue citada en dos consultas, ratificando la excepcionalidad de la zona. Otros clones como los citados y nombrados genéricamente como **Coimbatore** y **Colombiana** aparecen nombrados en un censo y la **Santa Cruz** en dos.

En relación a estos clones sin origen claro y definido, hay que señalar que procurando identificar su posible filiación genética, se encontró que la **Colombiana** de acuerdo con lo señalado (Comunicación Personal, marzo 2019) por parte del señor Rodrigo Villalobos Barrientos, exadministrador de Hacienda Juan Viñas, corresponde realmente a la sigla **MC (Manuelita-Colombia)**, propiamente a la variedad **MC 666**, material muy antiguo introducido al país según Chaves (2018b), en el año 1943 conjuntamente con **MC 113-37** y **MC 133-37**. De acuerdo con el mismo señor Villalobos Barrientos, la variedad conocida como **Santa Cruz** corresponde ciertamente a la **H 32-8560**, la cual luego de ser introducida al país por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el año 1954, fue ubicada en ese distrito turrialbeño que tenía en ese momento gran importancia como productor de caña, a partir de donde posteriormente el clon se trasladó por intermedio del señor Villalobos, sembró y desarrolló en Hacienda Juan Viñas; manteniendo sin embargo por distinción el nombre de su origen territorial anterior. Surge con este clon la posibilidad de que se trate también del nombrado de acuerdo con los antecedentes históricos como **Santa Cruz** y descrito con la sigla **SC 12/4** y mencionada por Chaves (1995) como sembrada en la región de Grecia, Alajuela, en el año 1930. En relación con la variedad reconocida como **Coimbatore**, pareciera tratarse de dos posibilidades clonales que tuvieron mucha relevancia en el país en el pasado, como son la **Co 419** introducida en 1954 y la **Co 421** ingresada en 1953 al país, la cual fue además citada en el presente estudio (Cuadro 2), lo que le da mayor probabilidad. Sobre este tema hay que comprender la enorme dificultad

de los agricultores de retener cifras descriptivas, por lo que optan por facilidad citar su nombre común o su origen territorial: Colombiana, Santa Cruz, Coimbatore, generando confusión posterior si esto no es documentado.

Como indica el Cuadro 2, la siembra de esos clones resultó poco importante tanto en área sembrada como en tiempo involucrado, pues fueron cultivados por muy pocos años y áreas muy pequeñas. La **COIMBATORE** se citó como cultivada en la zona en el año 2000 con un área de 1,1 ha; la **COLOMBIANA** en 1995 con 3,0 ha y la **SANTA CRUZ** entre el año 2000 y el 2003 con apenas 4,0 ha, ratificando su desaparición a partir de esos años.

Una valoración simple de estabilidad y consistencia en cuanto a uso comercial, denota que las variedades de sigla **B**, **H** y **Q** han mantenido por mucho tiempo una buena estabilidad en cuanto a la cantidad de clones empleada durante todo el periodo evaluado (Calderón y Zúñiga 1995; Chaves y Calderón 1999).

En el caso de las variedades origen Barbados sigla **B** su mayor uso se dio entre los años 1994 y 2003, con el cultivo de tres clones diferentes: **B 47-44**, **B 50-135** y **B 76-259**; luego aparecen **B 77-95** y **B 76-385**. En el año 2000 se cultivaron 10 clones hawaianos sigla **H** diferentes; en 1994, 2003, 2013 y 2016 fueron 9, ratificando su importancia. La sigla **Q** reporta el cultivo de dos variedades (**Q 68** y **Q 96**) en 1994, lo cual se limitó a la última luego de ese año. Tal como se ha reconocido y manifestado en ocasiones anteriores, los gustos y preferencias de los productores de caña por una determinada variedad, cambian muchas veces de manera radical con el tiempo, dando preferencia a otros clones de su agrado y aceptación. Como expresara Chaves (2018h) con anterioridad, al respecto *“Las variedades de caña al igual que acontece con otros factores de la producción, atraviesan por momentos de auge, constituyéndose el adquirirlos y cultivarlos como sucede con ciertas variedades, casi en una “moda”; lo cual no resulta para nada extraño ni tampoco sorprendente, pues es parte de las decisiones personales, mediáticas o coyunturales que se adoptan en un determinado momento sea de forma reflexiva o hasta por necesidad.”*

Cuadro 4.
Cantidad de variedades sembradas en la ZONA ALTA según Sigla descriptiva (13) y año. Periodo 1994-2016 (22 años).

Sigla / Censo	Censo Cañero						
	1994	2000	2003	2007	2010	2013	2016
B	3	3	3	2	2	1	2
BJ	1						
Co	1						
H	9	10	9	8	6	9	9
LAICA		1			1	1	2
POJ	1						
Q	2	1	1	1	1	1	1
RB							1
SP		1	1				
COIMBATORE		1					
COLOMBIANA	1						
PINDAR	1						
SANTA CRUZ		1	1				
N° Clones (36)	19	18	15	11	10	12	15
%	52,8	50,0	41,7	30,5	27,8	33,3	41,7

El Cuadro 5 resume lo concerniente al número de variedades y el área sembrada en forma acumulada por cada una de las **13 siglas de origen** identificadas en la zona, constatando que el mayor impacto en ese importante indicador lo tuvo de manera contundente la sigla **H** con 16 clones diferentes, para un significativo 44,4% del total; seguida por **B** con 5 (13,9%) y **LAICA** con 4 (11,1%); los cuales en conjunto representaron el 69,4% (Chaves 2018bcfgh).

En términos de área cultivada en forma acumulada, fueron las siglas **H** y **B** las que más área sembrada reportan con 9.905,61 y 398,33 ha, lo que representó individualmente un 90,1% y 3,6%, respectivamente, e integralmente un contundente y muy significativo 93,7% del total, solo para esas dos siglas. Le siguieron en importancia de manera más distante las siglas **LAICA** con 293,5 ha (2,7%) y **Q** con 258,6 ha (2,3%). Esas cuatro siglas representaron de manera conjunta el 98,8% de toda el área sembrada con caña en el periodo de 22 años evaluado, correspondiente a 10.990,35 ha. En sentido contrario, la variedad conocida como **Coimbatore** fue la que menos representatividad tuvo con solo 1,10 ha para un 0,01%; seguida por la variedad India sigla **Co (Co 421)** con 1,4 ha (0,01%) y el clon de origen caribeño **BJ (BJ 70-03)** con 2,5 ha (0,02%). Se infiere y concluye en torno a este revelador indicador,

que no existe necesariamente una relación directa entre la cantidad de variedades pertenecientes a una determinada sigla con la magnitud, dimensión e importancia del área involucrada, como lo demuestra el caso particular de la sigla **Q**.

El empleo del valioso revelador y concluyente indicador técnico que estima la **Relación Área/N° de Clones**, ha favorecido, permitido medir y proyectar el impacto comercial real de las variedades en consideración y relación directa con su origen genético. El mismo como lo indica el Cuadro 5, fue mayor en el caso de las variedades sigla **H, Q, B** y **LAICA**, cuyo índice individual fue de 619,1 ha, 129,3 ha, 79,7 ha y 73,4 ha/variedad, respectivamente; índices importantes que dimensionan la relevancia de esos clones en la zona. Le siguen de manera distante las variedades tradicionales sigla **PINDAR** con un valor de 63,6 ha para el clon involucrado, y más distante la tradicional sigla **POJ** con 32,4 ha, que ratifican la importancia que tuvieron esas variedades en épocas pasadas. En el caso de la sigla **LAICA** la relación obtuvo un índice relativamente bajo de apenas 73,4 ha para cada uno de los cuatro clones citados (**LAICA 85-653, LAICA 04-250, LAICA 04-256** y **LAICA 07-203**). Interpretado desde otra perspectiva, significa que las variedades de sigla **H, Q, B** y **LAICA** son las que mayor valor agregado han reportado en los 22 años evaluados, con diferencias en su favor muy positivas que las ubica en una posición de incuestionable relevancia productiva.

Se acepta que los resultados mostrados anteriormente son indubitablemente muy valiosos, reveladores y sugestivos para orientar y direccionar con sentido pragmático y efectivo, el derrotero que deberá seguir el **Programa Nacional de Cruzamiento de Variedades** desarrollado por DIECA, en cuanto a la definición de progenitores potencialmente sobresalientes y adaptables a esta localidad cañera. El hecho de cultivar continuamente variedades de una misma sigla con respuesta favorable en cuanto a adaptabilidad, fitosanidad y productividad agroindustrial, constituye sin lugar a dudas, un indicador importante y determinante para la correcta toma de decisiones en cuanto a proyectar el futuro en el campo genético; los amplios antecedentes mundiales existentes en la materia así lo demuestran y ratifican (Chaves 2018a).

Cuadro 5.
Área sembrada con caña de azúcar según Sigla (13) descriptiva de origen de las 36 variedades comerciales cultivadas en la ZONA ALTA de Cartago. Periodo 1994-2016 (22 años).

Sigla	País de origen	Semilla proveniente de	Total				Relación Área/N° clones *
			N° Clones	%	Sembrado (ha)	%	
B	Barbados	Barbados	5	13,89	398,33	3,62	79,7
BJ	Jamaica	Barbados, seleccionada en Jamaica	1	2,78	2,50	0,02	2,5
Co	India	Coimbatore, Tamil NADU	1	2,78	1,40	0,01	1,4
H	USA	Hawái	16	44,44	9.905,61	90,13	619,1
LAICA	Costa Rica	Costa Rica - Brasil	4	11,11	293,48	2,67	73,4
POJ	Java	Proef Station Oost Java	1	2,78	32,44	0,30	32,4
Q	Australia	Meringá, Queensland	2	5,55	258,62	2,35	129,3
RB	Brasil	Maceio, Alagoas, Brasil	1	2,78	13,00	0,12	13,0
SP	Brasil	Camamú, Bahía, Brasil	1	2,78	13,30	0,12	13,3
COIMBATORE	India	¿?	1	2,78	1,10	0,01	1,1
COLOMBIANA	Colombia	Colombia	1	2,78	2,98	0,03	3,0
PINDAR	Australia	CSRL LTD	1	2,78	63,59	0,58	63,6
SANTA CRUZ	Hawái	Hawái	1	2,78	4,00	0,04	4,0
TOTAL (13)			36	100	10.990,35	100	305,3

* Corresponde al área promedio individual sembrada por cada clon de una determinada sigla.

El impacto productivo y comercial alcanzado por las variedades de caña utilizadas en la zona alta de la Vertiente Atlántica de Cartago, como materiales preferenciales de siembra, ha sido diferente entre los periodos evaluados, lo que se proyecta al origen y la naturaleza intrínseca de los materiales genéticos identificados. Al procurar organizarlos de manera específica por origen con base en su impacto positivo y sus antecedentes de muchos años de uso comercial, se tiene el siguiente orden de relevancia: Hawái (sigla H), Barbados (sigla B-BJ), Australia (PINDAR-Q), Costa Rica (LAICA), Java (sigla POJ), Brasil (sigla RB), entre otros (Calderón y Zúñiga 1999; Chaves y Calderón 1999; Chaves y Bermúdez 2012; Chaves 1997, 2012, 2016, 2018abcdefghk).

Resulta reiterativo pero muy válido y conveniente asegurar como ha quedado justificado en otros estudios similares, y está en la práctica demostrado, que la gestión y labor de mejora genética del cultivo de la caña de azúcar responde a un acto trascendente,

planificado y estratégicamente orientado que debe tener base y fundamento científico sólido, y no pensar apenas, que es el azar de las probabilidades el que participa, define y genera los resultados finales satisfactorios. La fabricación y liberación de una variedad es un acto preconcebido y planificado (Chaves 2012, 2016, 2018ab; Chaves y Bermúdez 2012).

Conclusiones

Se concluye a partir de los resultados expuestos y analizados, lo siguiente:

- 1) Las localidades sembradas con caña de azúcar en la Zona Alta (>1.000 msnm) de la Vertiente Atlántica, provincia de Cartago, se caracterizan por presentar condiciones naturales particulares y un entorno productivo muy especial; lo cual se manifiesta y expresa en alta precipitación (2.000-3.400 mm) para una media de 2.500 mm, vientos con ráfagas intensas, suelos con limitaciones nutricionales, relieve ondulado-quebrado, que marcan diferencia y proyecta a sus potenciales agroindustriales.
- 2) La zona se ubica en un piso altitudinal elevado, el mayor del país, que va desde los 1.000 y hasta los 1.550 msnm, temperaturas máximas entre 21,3 y 26,2°C y mínimas entre 11,7 y 17,8°C para una media de 19,5°C; presencia de suelos volcánicos (Andisoles) e Inceptisoles, ácidos, dystroficados de fertilidad baja-media, posee relieve ondulado-plano con áreas quebradas no mecanizables y con pendientes de hasta 35%; luminosidad limitada por causa de la alta nubosidad en gran parte del año con 2,2 a 5,2 horas luz. La maduración natural es buena pero la posibilidad de mecanizar la cosecha es muy limitada, lo que genera altos costos por ese concepto.
- 3) Los materiales genéticos son por esta razón tan especial, la estrategia tecnológica y empresarial correcta y efectiva emprender, con el objeto de confrontar y resolver en primera instancia con posibilidades de éxito, las complejas y difíciles limitantes productivas prevalecientes en el lugar; lo cual implica forzosamente, contar con variedades de caña agroindustrialmente satisfactorias y adaptables a ese entorno.
- 4) La respuesta tecnológica aportada desde la perspectiva genética para enfrentar la diversidad edafoclimática y productiva presente en el lugar, está dada por el cultivo

de **36** materiales genéticos diferentes, identificados por su uso comercial en la zona; los cuales incumben **13 siglas** de naturaleza, propiedades y origen genético muy diferente, que comprenden características anatómicas, agroindustriales y fitosanitarias muy diversas, necesarias para su adaptación y expresión de su potencial productivo.

- 5) La diversidad genética sustentada en el origen y la naturaleza de los materiales empleados comercialmente en la Zona Alta de la Vertiente Atlántica, se ha concentrado durante los últimos 22 años en la siembra de **36 variedades** en áreas (hectáreas) variables, pertenecientes a **13 siglas de origen** diferente y heterogéneo.
- 6) Las **variedades de origen hawaiano** reconocidas por la **sigla H**, son por antecedente comercial, atributos y características genéticas excepcionalmente las que mejor adaptación muestran a las zonas altas (> 1.000 msnm); lo que involucra ciclos vegetativos bianuales que van de 18 a 22 meses para cosecha. Su demostrada capacidad de tolerar temperaturas bajas, postrarse sin quebrarse y generar una segunda población competitiva de tallos industrializables, les permite dominar en estos ambientes. Cabe destacar como anotara Chaves (2018h), que *“El cultivo de este tipo de variedades es casi único, pues solo Hawái, Perú y Costa Rica los reportan a nivel comercial, lo que como se indicó, es excepcional. Ya Hawái dejó de fabricar azúcar y cerró recientemente su última planta fabril.”*
- 7) El **74,4%** del área sembrada con caña en forma acumulada en la Zona Alta, se ha sustentado durante los últimos 22 años, en orden de importancia, en las siguientes cinco variedades: **H 77-4643**, **H 61-1721**, **H 60-8521**, **H 77-2545** y **LAICA 04-250**. De igual forma, 12 variedades han implicado y ocupado el **89,3%** del área cultivada.
- 8) En lo individual las variedades **H 77-4643 (51,3%)** y **H 61-1721 (9,8%)** representaron conjuntamente y de manera acumulada el **61,1%** de toda el área cultivada en ese periodo de tiempo, lo que demuestra su incuestionable importancia comercial para la zona.
- 9) Digno de destacar es el rol determinante que desde el año 2000 ha tenido la variedad **H 77-4643** como variedad principal en esta localidad cañera, la cual ha

representado una interesante y calificada opción productiva para los productores del lugar.

- 10) En lo concerniente a cantidad de variedades, las tres siglas siguientes han aportado el **69,4%** del material de siembra, correspondiente a **25 clones: H (44,4%), B (13,9%) y LAICA (11,1%)**, resultado de utilizar comercialmente 16, 5 y 4 variedades, respectivamente.
- 11) El **75,0%** del área cultivada (ha) con caña en la Zona Alta de la Región Atlántica, se ha concentrado casi exclusivamente en los últimos 22 años, en la siembra de variedades de las siguientes cuatro siglas: **H (44,4%), B (13,9%), LAICA (11,1%) y Q (5,5%)**.
- 12) Se encontró que de las 13 siglas genéticas de origen identificadas en la zona, solo tres (23,1%): **H, B y Q** se sembraron de manera continua y sostenida durante los 22 años evaluados, lo que ratifica su excelente grado de adaptación a las difíciles condiciones productivas y edáficas y climáticas de la zona. La sigla **LAICA** (7,7%) se citó en cuatro (57,1%) Censos. Este resultado debe ser considerado en la definición de progenitores para realizar cruzamientos futuros.
- 13) Tanto individual como de forma acumulativa el clon **H 77-4643** es la variedad comercial que más área (ha) sembrada ha reportado individualmente en la zona alta durante el periodo 1994-2016, con un total de **5.634,1 ha**. La variedad viene sin embargo reduciendo sistemáticamente su área cultivada en los últimos años, debido a su comprobada susceptibilidad a la Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*), la cual la viene afectando; pese a lo cual se cultiva de manera profusa virtud de sus características anatómicas, agronómicas y agroindustriales sobresalientes.
- 14) Las siglas **H** y **B** son las que integralmente más área total acumulada reportan sembrada con caña de azúcar en el periodo estudiado, con **9.905,6** y **398,3 ha**, respectivamente. La primera variedad incluye 16 y la segunda apenas 5 materiales genéticos diferentes, lo que marca diferencia en ese sentido. Queda con esa información demostrada la preferencia de los clones de origen hawaiano.

- 15) Al separar e individualizar el efecto e impacto particular de las 13 siglas descriptivas identificadas en la zona, se encuentra que la **H** correspondiente a 16 variedades comerciales, es la que en promedio acumulativo más área sembrada para un solo clon reporta, alcanzando en el periodo estudiado un índice de **619,1 ha/variedad**. Le siguen en relevancia **Q** con **129,3 ha**, **B** con **79,7 ha**, **LAICA** con **73,4 ha** y **PINDAR** con **63,6 ha**. Las diferencias son notoriamente muy significativas.
- 16) Una valoración específica de las variedades identificadas en el lugar, permite identificar clones promisorios con tendencia al crecimiento de sus áreas de cultivo en los últimos años, lo que hace suponer que posiblemente en poco tiempo podrían sustentar y acompañar en grado variable el entorno comercial de la zona, como sucede con **LAICA 04-250** y **RB 86-7515**.
- 17) Conforme a como se ha señalado en otras localidades productoras de caña del país, cabe reconocer, que “El agotamiento genético, la pérdida de la capacidad productiva, o el desinterés de los agricultores por sembrarlas por cambio en sus gustos y preferencias, provoca que variedades que fueron otrora muy importantes en la región, se encuentran actualmente en fase avanzada de “declinación varietal”, que las proyecta hacia una posible desaparición en el corto plazo como opciones comerciales.” Esta condición se considera viene sucediendo particularmente con **H 61-1721**, **H 62-4671**, **H 65-7052** y **Q 96**, entre otras. Algunas de esas variedades observan disminución sistemática y variable de su área cultivada, aunque posiblemente seguirán vigentes aún por varios años más como opciones comerciales de siembra para segmentos de agricultores muy particulares, como acontece con **H 77-2545**, **B 76-259** y **Q 96**, entre otras.
- 18) Es notorio y evidente como en la Zona Alta de la Vertiente Atlántica (>1.000 msnm), las variedades que tradicionalmente se adaptan en pisos altitudinales menores, aún de la misma región, como acontece con variedades pertenecientes a las siglas **CP**, **Mex**, **PR**, **PINDAR**, **RB** y **SP**, entre otras, no han mostrado en esta condición tan especial adaptabilidad alguna, ratificando con ello su diferencia y excepcionalidad. Regiones como la Zona Norte (San Carlos y Los Chiles) y el Valle Central (San Ramón,

Grecia, Valverde Vega), pese a tener condiciones edáficas y de clima similares, no parecieran mostrar analogía en materia genética, lo que obliga cultivar variedades comerciales adaptables a las zonas de altura.

19) Las variedades que virtud de sus características y atributos genotípicos y fenotípicos se adapten mejor a las condiciones de cultivo y demandas particulares de la zona cañera alta de la Región Atlántica, como son entre otras: adaptación a la alta humedad ambiente y también prevaleciente en el suelo durante gran parte del año, tolerancia a suelos ácidos, infértiles, presencia de plagas y enfermedades agresivas, temperaturas muy variables (11-27°C), alta nubosidad, relieves plano-ondulado con alta pendiente en algunas localidades (~35%) y con dificultad para realizar cosecha mecánica efectiva y rentable, productividad agroindustrial con concentraciones variables de sacarosa, ciclo vegetativo y vida comercial prolongada, serán la base del componente genético de la región.

20) Se infiere y concluye a partir de los resultados logrados y expuestos en el presente estudio, que la gestión institucional y tecnológica desarrollada por parte de la agroindustria azucarera costarricense a través de DIECA desde el año 1982, ha sido en el caso de la zona cañera de altura de Cartago, buena y provechosa, pues ha permitido acompañar, identificar, evaluar, liberar y poner a disposición del sector productor del lugar, materiales genéticos promisorios para uso comercial. Es imperativo y necesario sin embargo, desarrollar una labor más intensa y propositiva en el trabajo genético de la región, por cuanto se considera que las opciones comerciales disponibles actualmente para el agricultor son relativamente pocas y limitadas. A esto se suma lo prolongado del tiempo requerido (al menos 8-10 años) para obtener resultados confiables de investigación. Es recomendable por esto, que la introducción de materiales genéticos con potencial, el cruzamiento direccionado y la presión de selección clonal se incrementen de manera significativa y con carácter emergente en la zona alta (>1.000 msnm). Se debe ser más agresivos, arriesgar más y agilizar la fase de selección clonal en el campo.

- 21) Los resultados recabados y presentados definen con criterio técnico y base científica sólida, las características y propiedades genotípicas y fenotípicas que deberían tener los mejores progenitores a emplear por parte del **Programa Nacional de Cruzamientos de DIECA**, que fabrica las variedades **sigla LAICA**. Dichos resultados deben servir de guía para direccionar y orientar el trabajo genético realizado por DIECA en esta materia.
- 22) Cabe en este punto reiterar y enfatizar en lo anotado por Chaves (2018h) en ocasión anterior para esta región, al manifestar, que *“En consideración de su trascendencia tecnológica e institucional, resulta necesario reiterar que el sector azucarero costarricense debe conceptualizar, fundamentar y promocionar su futuro genético en la fabricación de sus propios clones sigla LAICA mediante la vía sexual, y constituirse en autogestionario de su propio futuro; motivo por el cual se debe fortalecer en todos los sentidos dicho programa. Esto no implica en forma alguna desatender ni debilitar de ninguna manera la importación de clones del exterior (vía asexual). **El sector azucarero nacional debe ineludiblemente ser gestor directo y proactivo de su propio futuro; no puede ni debe por tanto, esperar que otros resuelvan y atiendan su responsabilidad y obligación institucional.**”*

Literatura Citada

- 1) Calderón A., G.; Zúñiga, R. 1995. **Avances del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en la Región de Turrialba**. 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: 178-198.
- 2) Chaves Solera, M.A. 1995. **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.

- 3) 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.
- 4) Chaves, M.; Calderón, G. 1999. **Dinámica de las variedades comerciales de caña de azúcar cultivadas en la región de Turrialba y Juan Viñas, 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: 253-254. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 86-87. 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: 26.
- 5) Chaves, M.; Guzmán, G.; Bermúdez, L.; Pessoa, F. 1999a. **Origen de las entregas de caña de azúcar en Costa Rica según cantón, durante el período 1993-1998.** Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: *Aspectos Sociales, Económicos y Políticos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen I. p: 502-503. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 240-241.
- 6) Chaves, M.; Rodríguez, M.; Alfaro, R.; Rodríguez, J.M.; Villalobos, C.; Barrantes, J.C.; Angulo, A.; Calderón, G. 1999b. **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.
- 7) 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.

- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) Chaves Solera, M. 2012. **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.
- 12) 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. Presentación Electrónica en Power Point. 14 Láminas.
- 13) 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.

- 14) Chaves Solera, M. 2015. **Principales variedades de caña cultivadas comercialmente en algunos países de tradición azucarera del continente americano.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 25 p.
- 15) Chaves Solera, M.A. 2016. **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.
- 16) Chaves Solera, M.A. 2017a. **Taxonomía de los suelos sembrados con caña de azúcar en Costa Rica: Órdenes y Subordenes presentes.** Congreso de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 21 y Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Honduras (ATAHON), 20, San Pedro Sula, Honduras, 2017. Memorias. San Pedro Sula, Honduras, ATACA/ATAHON, agosto 22 al 25, Centro de Convenciones Copantl. 14 p.
- 17) Chaves Solera, M.A. 2017b. **¿Dónde se produce territorialmente la caña con que se fabrica el azúcar en Costa Rica?** Revista Entre Cañeros N° 8. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, marzo. p: 6-26.
- 18) 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.
- 19) Chaves Solera, M.A. 2018a. **Genética aplicada a la mejora de las plantaciones comerciales de caña de caña de azúcar.** Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 43 p.
- 20) Chaves Solera, M.A. 2018b. **Siembra comercial de variedades de caña de azúcar: dinámica histórica de su cultivo en Costa Rica.** Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital.

Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 89 p.

- 21) Chaves Solera, M.A. 2018c. **Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Barbados (Sigla B) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años).** Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 8 p.
- 22) Chaves Solera, M.A. 2018d. **Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Australiano (Siglas Q-CATO-PINDAR) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 9 p.
- 23) Chaves Solera, M.A. 2018e. **Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Brasileño (Siglas CT-RB-SP) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 9 p.
- 24) Chaves Solera, M.A. 2018f. **Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Costarricense (Sigla LAICA) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 11 p.
- 25) Chaves Solera, M.A. 2018g. **Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Hawaiano (Sigla H) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años).** Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 7 p.
- 26) Chaves Solera, M.A. 2018h. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Zona Atlántica (Turrialba-Juan Viñas), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 27 p.
- 27) Chaves Solera, M.A. 2018i. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en el Valle Central (Grecia-San Ramón), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 29 p.

- 28) Chaves Solera, M.A. 2018j. **Variedades de caña de azúcar sembradas comercialmente en la Región Norte (San Carlos-Los Chiles), Costa Rica, durante el periodo 1986-2016 (30 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 24 p.
- 29) Chaves Solera, M.A. 2018k. **Las 75 variedades de caña de azúcar más sembradas comercialmente en Costa Rica durante el periodo 1986-2016 (30 años)**. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 15 p.
- 30) Chaves Solera, M.; Bermúdez Acuña, L.; Méndez Pérez, D. 2019. **Análisis de resultados agroindustriales finales de la zafra 2017-2018**. Boletín Informativo “Conexión”, Número 12, marzo. LAICA. San José, Costa Rica. 69 p.
- 31) 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.

