

Evaluación agroindustrial de 15 variedades de caña de azúcar, durante tres cosechas, en la Central Azucarera del Tempisque (CATSA), Guanacaste, Costa Rica

Manuel Rodríguez Rodríguez¹ José Roberto Durán Alfaro² Marvin Oviedo Alfaro³ Jesús Vargas Acosta⁴

Resumen

En Costa Rica el 54,5 % del área cultivada con caña de azúcar se encuentra ubicada en la Región de Guanacaste lo que la convierte en la principal región cañera. Esto hace que al igual que en el resto de regiones se deba trabajar de manera constante en la búsqueda de nuevas variedades con adaptación a las distintas condiciones de suelo y clima que aquí se tienen. Para atender lo mencionado anteriormente es que se estableció esta prueba comparativa de 15 variedades con el objetivo de determinar cuáles de ellas ofrecen rendimientos agroindustriales satisfactorios para esta región. La misma se ubicó en la zona oeste de la región de Guanacaste, específicamente en los campos agrícolas de la Central Azucarera del Tempisque (CATSA), utilizando un diseño de bloques completos al azar, parcelas de 6 surcos de 8 metros de largo (72 m,²) con cuatro repeticiones. Se evaluaron cinco variedades LAICA producto de cruzamientos realizados en el país, siete variedades procedentes del extranjero, así como tres variedades comerciales (testigos) de la región. Se realizaron evaluaciones a nivel agroindustrial, en variables como kg de azúcar por tonelada, toneladas de caña/ha y toneladas de azúcar/ha; esta información fue analizada por medio de la comparación de Tukey 5%. Los resultados obtenidos a través de tres cosechas colocan a las variedades RB 86-7515 y LAICA 08-390 como las más promisorias, ya que son las que ofrecen los rendimientos más altos con 16.1 y 15.86 toneladas de azúcar por hectárea, en comparación a la mejor variedad comercial la CP 72-2086, que alcanzó 14.74 toneladas de azúcar por hectárea.

Introducción

Las variedades comerciales de caña de azúcar, con el pasar de los años empiezan a presentar signos de degeneración, constituyéndose en uno de los principales problemas de la agricultura cañera. Esta degeneración de la variedad ocasiona pérdida de vigor, comprometiendo la capacidad productiva que se refleja en una disminución de los rendimientos agrícola e industrial. Para contrarrestar lo anterior, es necesario el desarrollo continuo de nuevas variedades genéticamente superiores y con alto índice de productividad agrícola e industrial para la sustitución de aquellas que ya presentan el problema mencionado. Junto a eso, el principal factor que dificulta el incremento en la productividad es la interacción genotipo x ambiente, que se expresa en la heterogeneidad de los suelos y condiciones climáticas, sobretodo en la irregularidad de las lluvias, en ocasiones con largos períodos de verano y en otras con

^{1/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Coordinador Regional Filadelfia. Guanacaste, Costa Rica. E-mail: mrodriguez@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{2/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Jefe Programa de Variedades. Grecia, Costa Rica. E-mail: jduran@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{3/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Programa de Variedades. Grecia, Costa Rica. E-mail: moviedo@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{4/} Ingeniero Agrónomo, funcionario *Central Azucarera del Tempisque CATSA*. Jefe Investigación. Guanacaste, Costa Rica. E-mail: jvargas@catsa.net. Teléfono (506) 26-90-25-00

inundaciones; afectando así la longevidad de las socas y provocando que los cañales sean renovados más temprano, aumentando así los costos de producción.

En Costa Rica, con la necesidad de contar con nuevas variedades de alta productividad y bien adaptadas a las condiciones variables que prevalecen en las regiones cañeras, como lo son suelo, clima, altitud y manejo (Duran Alfaro y Oviedo Alfaro, 2013); se ha desarrollado un protocolo para la búsqueda de nuevos materiales genéticos, el cual considera la introducción y evaluación de variedades provenientes de otros centros de investigación del mundo y el desarrollo de variedades nacionales a través de cruzamientos realizados en el país.

De las 6 regiones cañeras de Costa Rica, Guanacaste con el pasar de los años se ha convertido en la principal zona de producción, ocupando el 54,5% (34.513,61 has) de un área total del país de 63.315,71 has (Chávez y Chavarría, 2013). Esta zona se encuentra constituida por dos sub regiones, las cuales se denominan Zona Este (Bagaces, Cañas y Abangares) y la Zona Oeste (Liberia, Carrillo, Santa Cruz y Nicoya). En la zafra recién finalizada (2014/2015), se procesaron en la provincia de Guanacaste, un total de 2.582.030 toneladas métricas de caña, lo cual representa un 58,38 % de la producción nacional (LAICA 2014-2015).

Las condiciones climáticas y topográficas en la región de Guanacaste no muestran grandes variaciones, pero en el aspecto edáfico si hay presencia de distintos tipos de órdenes de suelos como Vertisoles, Inceptisoles, Molisoles y Alfisoles (Henríquez, C et al, s.f.); lo cual provoca, que no todas las variedades de caña de azúcar puedan adaptarse de manera similar en toda la región. La Zona Oeste cuenta con 22.705.64 hectáreas de caña establecidas, donde solo el 67.7% del área posee riego y existen unos 550 a 600 productores pequeños y medianos (Rodríguez, M. 2013).

Teniendo en cuenta la importancia que reviste esta región en la producción de caña de azúcar, y buscando más opciones en materiales aptos para estas condiciones; fue que se estableció este ensayo, siguiendo el protocolo ya determinado del programa de variedades de LAICA en conjunto con el departamento de investigación del ingenio CATSA.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es el de evaluar el desempeño agroindustrial de 15 variedades de caña de azúcar, en un suelo franco en la Central Azucarera del Tempisque (CATSA), con el fin de buscar más opciones varietales, para la Región Oeste de Guanacaste, Costa Rica.

Materiales y Métodos

Ubicación y establecimiento

El ensayo se realizó en el Ingenio Central Azucarera del Tempisque (CATSA), ubicado al noroeste del país, en la provincia de Guanacaste, cantón Liberia, distrito Liberia. Geográficamente se encuentra entre 85° 27' y 25° 32' de longitud Oeste y 10° 25' y 10° 32' de latitud Norte. Su altitud oscila entre los 5 y 23 msnm y con una pendiente inferior al 1 %. La precipitación promedio anual es de 2053 mm y una temperatura promedio anual de 28.3 °C (CATSA, 2014). La prueba se realizó entre los años agrícolas de 2012/2013 (caña planta), 2013-2014 (primer soca) y 2014-2015 (segunda soca). Se utilizó la sección El Moral (104), lote 4 para la siembra de las variedades en CATSA.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado es el Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental la constituye una parcela de 72 m² (6 surcos de 8 metros de largo), la distancia de siembra entre surco fue de 1.5 metros, la separación entre parcelas de 2 metros. La siembra se efectuó el 12 de enero del 2012.

Se evaluaron cinco variedades producto de cruzamientos realizados en el país, siete variedades procedentes del extranjero, así como tres variedades comerciales (testigos) NA 56-42, CP 72-2086 y B 82-333, las cuales son ampliamente sembradas en la zona, ya que tienen características propias que las hacen diferentes unas de otras con respecto a manejo, suelo, necesidades hídricas, fechas de cosecha, entre otras.

Análisis de suelo

Se efectuó un análisis físico químico del suelo, para determinar el contenido nutricional, la muestra se tomó a una profundidad de 20 cm, se analizaron los elementos K, P, Fe, Cu, Zn, Mn mediante la metodología de Olsen Modificado; Ca, Mg y acidez intercambiable se determinó mediante extracción con KCl 1 N; el pH en agua y la materia orgánica por el método de Walley Black. En la prueba física se le realizó textura obteniendo como resultado un suelo Franco. En el cuadro 1 se ofrece el resultado del análisis, apreciando altos contenidos de Potasio, lo cual es muy característico en la zona, también sus contenidos en calcio y magnesio son altos; sin embargo estas bases se encuentran en desbalance con el Potasio. En términos generales, este suelo se considera nutricionalmente bueno.

Cuadro 1
Análisis químico del suelo utilizado en el ensayo de 15 variedades en la sección el Moral, CATSA, Guanacaste, 2013

pH		cmol(+)/L				cmol(+)/L					%
H ₂ O	K	Ca	Mg	Acidez Ext.	P	Fe	Cu	Zn	Mn	M.O	
6,2	2,01	7,89	3,65	0,21	25	119	4	2,5	37	2,67	
				Baja	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio		

VALOR DE FERTILIDAD		
Saturación de la Acidez (%)	1,53	Baja
Suma de Cationes (cmol)	13,55	Medio
CICE (cmol)	13,76	Medio

Relación	Valor	Interpretación	Equilibrio
Ca/Mg	2,16	Hay equilibrio	2,1 - 5
Ca/K	3,93	Carencia de Ca respecto al K	5,1 - 25
Mg/ K	1,82	Carencia de Mg respecto al K	2,6 - 15
(Ca + Mg)/K	5,74	Carencia de Ca y Mg respecto al K	10.1 40

Cuadro 2
Varietades de estudio en la evaluación de Fase VI según procedencia, CATSA Guanacaste 2013-2015

Varietades	Procedencia
CP 00-2150	USDA, EEUU
LAICA 08-390	DIECA, COSTA RICA
LAICA 08-328	DIECA, COSTA RICA
LAICA 08-389	DIECA, COSTA RICA
B 82-333	WICSBS, BARBADOS
CP 72-2086	USDA, EEUU
CP 01-2060	USDA, EEUU
CP 02-1651	USDA, EEUU
LAICA 06-311	DIECA, COSTA RICA
SP 81-3250	COPERSUCAR
MEX 85-152	MÉXICO
NA 56-42	ARGENTINA
CG 97-100	CENGICAÑA, GUATEMALA
LAICA 06-321	DIECA, COSTA RICA
RB 86-7515	RIDESA, BRASIL

VARIABLES

Con respecto a las variables industriales, estas se obtuvieron extrayendo una muestra de 5 tallos por parcela, las cuales fueron enviadas al laboratorio de azúcar del Ingenio CATSA. La estimación de las toneladas de caña por hectárea se obtuvo al pesar la totalidad de la caña que tenía cada parcela, para lo cual se empleó una balanza. Las variables evaluadas, se citan seguidamente:

- Brix (%)
- Pol (%) en caña
- Pureza (%) del jugo
- Fibra (%) caña
- Rendimiento industria (Kg az/ton)
- Toneladas métricas de caña por hectárea (Ton Ca/Ha)
- Toneladas métricas de azúcar por hectárea (Ton Az/Ha)
- PRT (porcentaje de diferencia, respecto al mejor testigo en la variable toneladas de azúcar por hectárea.
- Relación sacarosa, toneladas de caña necesarias para extraer, una tonelada de azúcar.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para interpretar los resultados estadísticos se realizó un análisis de varianza utilizando el programa Infostat, y se hizo una comparación de tratamientos utilizando un alfa de 0,05, mediante la prueba de TUKEY.

Resultados y discusión

Caña planta

Con base en los resultados agroindustriales obtenidos en el primer corte o caña planta (Cuadro 3); se logró estimar que hubieron diferencias estadísticas significativas utilizando la comparación de Tukey al 0.05%, en los aspectos más relevantes como lo son kg Az/Ton, Ton Ca/ha y Ton Az/Ha.

Cuadro 3
Resultados agroindustriales en 15 variedades de caña de azúcar, en la Central Azucarera Tempisque (CATSA), Guanacaste, Costa Rica. Caña Planta. Año 2013

Variedad	Kg Azúcar/Ton	Ton. Caña/Ha	Ton. Az/Ha	PRT	Rel. Sac.
CG 97-100	102,15 ab	228,68 ab	23,39 a	105,93	9,78
CP 72-2086 (T)	105,43 a	209,45 abc	22,08 ab	100	9,49
LAICA 08-390	101,56 abc	210,45 abc	21,37 abc	96,78	9,85
CP 00-2150	99,00 abcd	213,16 abc	21,04 abcd	95,29	10,13
LAICA 06-311	94,95 abcde	215,18 abc	20,42 abcd	92,48	10,54
RB 86-7515	85,21 cdefg	231,77 a	19,76 abcde	89,49	11,73
LAICA 06-321	99,77 abcd	184,2 cd	18,38 abcdef	83,24	10,02
SP 81-3250	81,85 efg	215,66 abc	17,7 bcdefg	80,16	12,18
B 82-333 (T)	83,61 defg	195 abcd	16,34 cdefg	74	11,93
LAICA 08-389	87,13 bcdef	186,77 cd	16,29 cdefg	73,78	11,47
LAICA 08-328	83,33 defg	193,85 abcd	16,18 cdefg	73,28	11,98
NA 56-42 (T)	69,40 g	227,08 ab	15,88 defg	71,92	14,3
CP 01-2060	87,80 bcdef	169,79 d	14,92 efg	67,57	11,38
MEX 85-152	71,39 fg	190,38 bcd	13,6 fg	61,59	14
CP 02-1651	76,32 fg	169,24 d	13,01 g	58,92	13,01
Promedio	88,59	202,71	18,02	81,63	11,45
CV %	7,36	7,6	11,6		

PRT : Porcentaje de diferencia respecto al mejor testigo en la variable Toneladas de Azúcar por Hectárea

Relación sacarosa: Toneladas de caña necesarias para extraer una tonelada de azúcar

ANDEVA utilizando la comparación de Tukey 0,05% (Medias con una letra común no son significativamente diferentes)

En la variable kilogramos de azúcar por tonelada, la mejor variedad fue CP 72-2086 con 105.43 Kilogramos; estadísticamente fue superior a nueve de las variedades en estudio.

En el caso de toneladas de caña por hectárea el rendimiento más alto lo ofreció la variedad RB 86-7515 con 231.77 toneladas, siendo estadísticamente superior a cinco variedades.

Respecto a toneladas de azúcar por hectárea, la variedad CG 97-100 obtuvo los mejores rendimientos con 23.39 toneladas, siendo superior estadísticamente a ocho de las variedades en este estudio. Esta variedad CG 97-100 obtuvo rendimientos superiores a los testigos, caracterizándose por una concentración buena de azúcar, y un excelente peso. Es importante mencionar que esta variedad, mostro la presencia de varios látigos del “carbón de la caña” (*Ustilago scitaminea*, Sydow), esta condición hace que se le preste mayor atención en las cosechas sucesivas. Además de la CG 97-100 en esta primera cosecha sobresalen las variedades LAICA 08-390, CP 00-2150, LAICA 06-311, con rendimientos superiores a 20 toneladas de azúcar por hectárea; esto a nivel experimental, tal y como se aprecia en la figura 1.

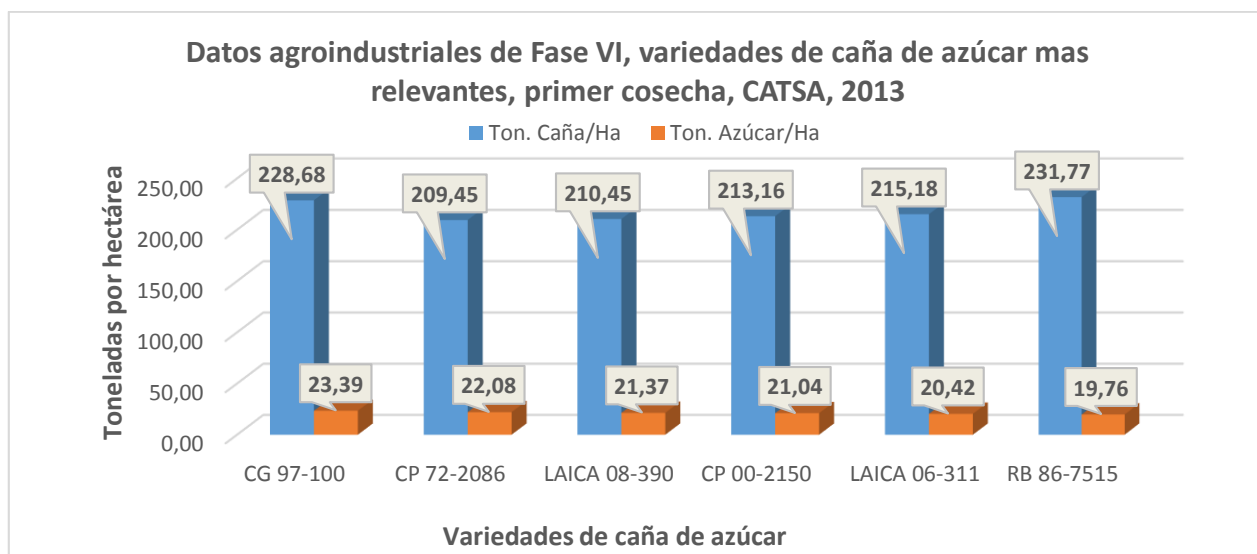


Figura 1. Variedades (6) que obtuvieron mejores rendimientos industriales, según la variable toneladas de caña y azúcar por hectárea, caña planta, 2013.

Primera soca o segunda cosecha

En el cuadro 4 se presentan los resultados de la segunda cosecha (primera soca) realizada en el año 2014; con una edad de 12 meses, tal y como normalmente son cosechadas las variedades en esta región. En la variable kilogramos de azúcar por tonelada, las variedades más sobresalientes fueron LAICA 06-311 y LAICA 06-321 con 111.35 y 110.77 kilogramos de azúcar respectivamente. Estas dos variedades son estadísticamente superiores a B 82-333, LAICA 06-328, NA 56-42 y CP 02-1651 (Cuadro 4).

Cuadro 4
Resultados agroindustriales obtenidos, en 15 variedades de caña de azúcar, en ingenio Central Azucarera
Tempisque (CATSA), Guanacaste, Costa Rica. Primera soca. Año 2014

Variedad	% Brix	Pol (%)	Pureza (%)	Fibra (%)	Kg Az/Ton	Ton Caña/Ha	Ton Az/Ha	PRT	Rel. Sac.
RB 86-7515	20,58 abcd	14,64 abcd	88,7 ab	13,98 ab	98,09 abc	138,34 a	13,61 a	10,23	10,16
SP 81-3250	22,55 abcd	15,35 abcd	87,51 ab	15,89 a	100,33 abc	134,65 ab	13,5 a	10,03	9,97
LAICA 08-390	22,49 abcd	15,9 ab	87,68 a	13,68 ab	106,28 ab	125,83 abcd	13,39 a	9,41	9,4
LAICA 06-321	22,98 abcd	16,5 a	91,43 ab	15,24 ab	110,77 a	106,6 cd	11,76 ab	9,08	9,06
CG 97-100	21,72 abcd	15,39 abcd	87,99 ab	13,79 ab	102,97 abc	112,99 bcd	11,65 ab	9,74	9,7
B 82-333 (T)	20,31 bcd	13,45 bcd	82,46 a	14 ab	87,06 bc	129,03 abc	11,18 ab	11,63	11,54
LAICA 06-311	23,13 abcd	16,6 a	91,59 ab	15,44 ab	111,35 a	99,79 e	11,05 ab	9,07	9,03
LAICA 08-389	21,83 abcd	14,28 abcd	82,85 ab	14,96 ab	91,59 abc	116,46 abcde	10,68 ab	11,01	10,9
CP 00-2150	20,58 abcd	15,03 abcd	90,6 ab	13,55 ab	102,2 abc	104,17 de	10,63 ab	9,87	9,8
LAICA 06-328	20,74 abcd	13,42 bcd	81,87 ab	15 ab	85,57 bc	122,5 abcd	10,61 ab	11,85	11,55
CP 72-2086 (T)	21,52 abcd	15,52 abc	90,33 ab	14,33 ab	103,41 abc	98,82 e	10,23 ab	9,83	9,66
CP 01-2060	22,03 abc	15,49 abc	89,53 ab	15,18 ab	102,96 abc	97,95 e	10,1 ab	9,73	9,7
MEX 85-152	18,79 d	13,68 bcd	89,58 b	13,05 b	92,86 abc	101,46 de	9,43 b	10,79	10,76
NA 56-42 (T)	20,25 bcd	13,12 cd	81,46 ab	14,52 ab	83,83 c	112,85 bcde	9,39 b	12,04	12,02
CP 02-1651	19,3 cd	12,77 d	83,17 ab	14,65 ab	82,48 c	101,81 de	8,47 b	12,45	12,02
Promedio	21,25	14,74	87,12	14,48	97,45	113,55	11,05	10,45	10,35
CV %	5,19	7,12	4,46	6,75	9,05	8,51	13,36		

PRT : Porcentaje de diferencia respecto al mejor testigo en la variable toneladas de Azúcar por Hectárea

Relación sacarosa: Toneladas de caña necesarias para extraer una tonelada de azúcar

ANDEVA utilizando la comparación de Tukey 0,05% (Medias con una letra común no son significativamente diferentes)

Con relación a la variable toneladas de caña por hectárea, un total de 12 variedades expresaron rendimientos por encima de las 100 toneladas. La variedad RB 86-7515 manifestó el mayor rendimiento con 138.34 toneladas de caña y fue estadísticamente diferente a 9 variedades como LAICA 06-321, CG 97-100, LAICA 06-311, CP 00-2150, CP 72-2086, CP 01-2060, Mex 85-152, NA 56-42 y CP 02-1651 (Cuadro 4). Las variedades SP 81-3250, B 82-333 (testigo) y LAICA 08-390 sobresalen también con buenos resultados en esta variable.

Respecto al rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea, encontramos en los primeros tres lugares a las variedades RB 86-7515, SP 81-3250 y LAICA 08-390 con rendimientos de 13.61, 13.50 y 13.39 toneladas de azúcar respectivamente. Estadísticamente estas son diferentes a las variedades Mex 85-152, NA 56-42 y CP 02-1651. En la figura 2 se muestran las variedades que ocuparon los primeros seis lugares en rendimiento de toneladas de azúcar por hectárea, vale indicar que tres de ellas (RB 86-7515, LAICA 08-390 Y CG 97-100) también estuvieron entre las primeras seis variedades en la primera cosecha.

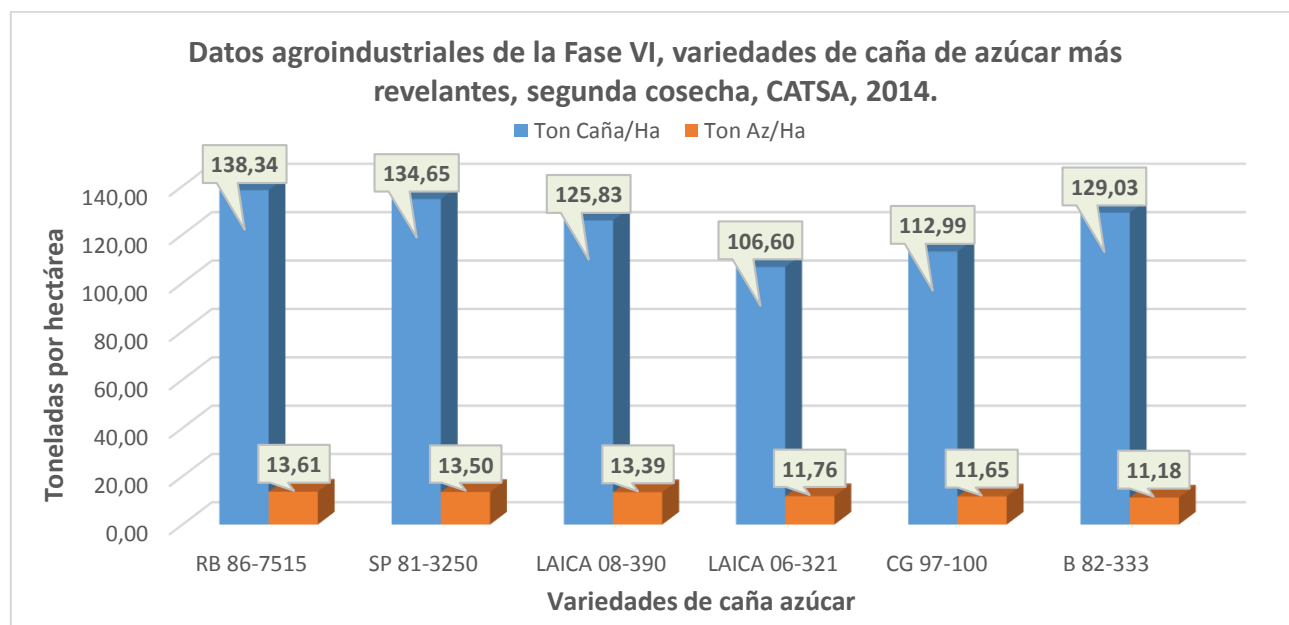


Figura 2. Variedades (6) que obtuvieron mejores rendimientos industriales, según la variable toneladas de azúcar por hectárea, primer soca, 2014.

Segunda soca

En el presente año (2015) correspondió la tercera cosecha del ensayo (segunda soca) a la edad de 12 meses. La respuesta de las variedades con respecto a la variable kilogramos de azúcar por tonelada, expresa un promedio de 99,53 kilogramos, donde las variedades más azucareras fueron CP 00-2150 (114.65), LAICA 08-390 (110.63), CP 72-2086 (testigo) (109.41), RB 86-7515 (107.55) y LAICA 08-328 (105.57); estos valores son bastante representativos a nivel comercial en la región.

En el caso de las toneladas de caña por hectárea, se manifiesta un promedio de 108.73 toneladas, condición que es muy satisfactoria para cultivos de caña en su tercer corte. La variedad más sobresaliente fue la RB 86-7515 con 138.54 toneladas, siendo superior estadísticamente a las variedades LAICA 06-311, CP 01-2060, CG 97-100, LAICA 08-389, CP 02-1651, NA 56-42, LAICA 06-321, Mex 85-152, CP 00-2150, LAICA 08-328 y CP 72-2086. El segundo, tercero y cuarto lugar en esta variable es ocupado por las variedades B 82-333 (testigo), LAICA 08-390 Y SP 81-3250 respectivamente.

Cuadro 5
Resultados agroindustriales obtenidos en 15 variedades de caña de azúcar, en la Central Azucarera Tempisque (CATSA), Guanacaste, Costa Rica. Segunda soca. Año 2015

Variedad	% Pol	% Pureza	% Fibra	Kg Az/Ton	Ton. Caña/Ha	Ton. Az/Ha	PRT	Relación Sacarosa
RB 86-7515	15,5 a	86,7 a	12,38 bcde	107,55 a	138,54 a	14,93 a	125,25	9,28
LAICA 08-390	16,05 a	84,18 ab	12,02 cde	110,63 a	115,77 abc	12,83 ab	107,63	9,02
CP 72-2086 (T)	16,54 a	84,32 ab	13,59 abc	109,41 a	108,99 bc	11,92 abc	100	9,14
CP 00-2150	16,05 a	86,82 a	11,21 de	114,65 a	102,57 bcd	11,78 abcd	98,83	8,71
LAICA 08-328	15,69 a	85,53 a	13,11 bcd	105,57 a	108,58 bc	11,47 abcd	96,22	9,47
SP 81-3250	15,17 a	81,11 ab	12,9 bcde	100,19 a	114,14 abc	11,44 abcd	95,97	9,98
LAICA 06-311	15,15 a	80,42 ab	13,05 bcde	99,24 a	111,98 bc	11,11 abcd	93,2	10,08
CP 01-2060	16,03 a	83,14 ab	15,18 a	100,84 a	108,13 bc	10,9 abcd	91,44	9,92
CG 97-100	14,18 ab	82,34 ab	11,11 e	98,74 a	108,06 bc	10,67 abcd	89,51	10,13
LAICA 08-389	14,43 a	81,03 ab	12,54 bcde	96,23 a	108,51 bc	10,49 bcd	88	10,34
CP 02-1651	14,86 a	81,92 ab	13,19 bc	98,02 a	105,56 bc	10,27 bcd	86,16	10,28
NA 56-42 (T)	13,64 ab	78,75 ab	11,8 cde	91,22 ab	104,27 bcd	9,51 bcd	79,78	10,96
LAICA 06-321	15,62 a	79,76 ab	14,32 ab	98,7 b	92,54 cd	9,13 bcd	76,59	10,14
B 82-333 (T)	10,93 a	73,65 b	13,42 abc	67,39 b	125,07 ab	8,49 cd	71,22	14,73
MEX 85-152	13,64 ab	83,86 ab	11,89 cde	94,59 a	78,19 d	7,54 d	63,26	10,37
Promedio	14,9	82,24	12,78	99,53	108,73	10,83	90,87	10,17
CV %	8,77	5,45	6,08	10,6	9,57	15,59		

PRT : Porcentaje de diferencia respecto al mejor testigo en la variable Toneladas de Azúcar por Hectárea

Relación sacarosa: Toneladas de caña necesarias para extraer una tonelada de azúcar

ANDEVA utilizando la comparación de Tukey 0,05% (Medias con una letra común no son significativamente diferentes)

Los valores obtenidos en toneladas de azúcar por hectárea en esta tercera cosecha (cuadro 5), ponen de manifiesto a las variedades RB 86-7515 y a la variedad LAICA 08-390 como las que alcanzaron los mayores resultados con 14.93 y 12.83 toneladas de azúcar por hectárea. La RB 86-7515 es estadísticamente superior a las variedades LAICA 08-389, CP 02-1651, NA 56-42, LAICA 06-321, B 82-333 y a la Mex 85-152.

En esta variable la variedad RB 86-7515 supero considerablemente al testigo B 82-333 (8.49 toneladas de azúcar/ha), a pesar de que esta variedad Barbados había ocupado el segundo lugar en el rendimiento de toneladas de caña por hectárea. Lo anterior se da principalmente porque esta variedad B 82-333 es de bajo rendimiento de azúcar y de maduración muy tardía, por lo tanto en esta cosecha le faltaba más tiempo para madurar.

Además de la RB 86-7515 y LAICA 08-390; cuatro variedades más en estudio CP 00-2150, LAICA 08-328, SP 81-3250 y la LAICA 06-311; produjeron resultados que las enmarcan en rangos superiores a las 11 toneladas de azúcar por hectárea, lo que denota un interesante grupo de variedades que podrían ser empleadas en la zona a futuro.

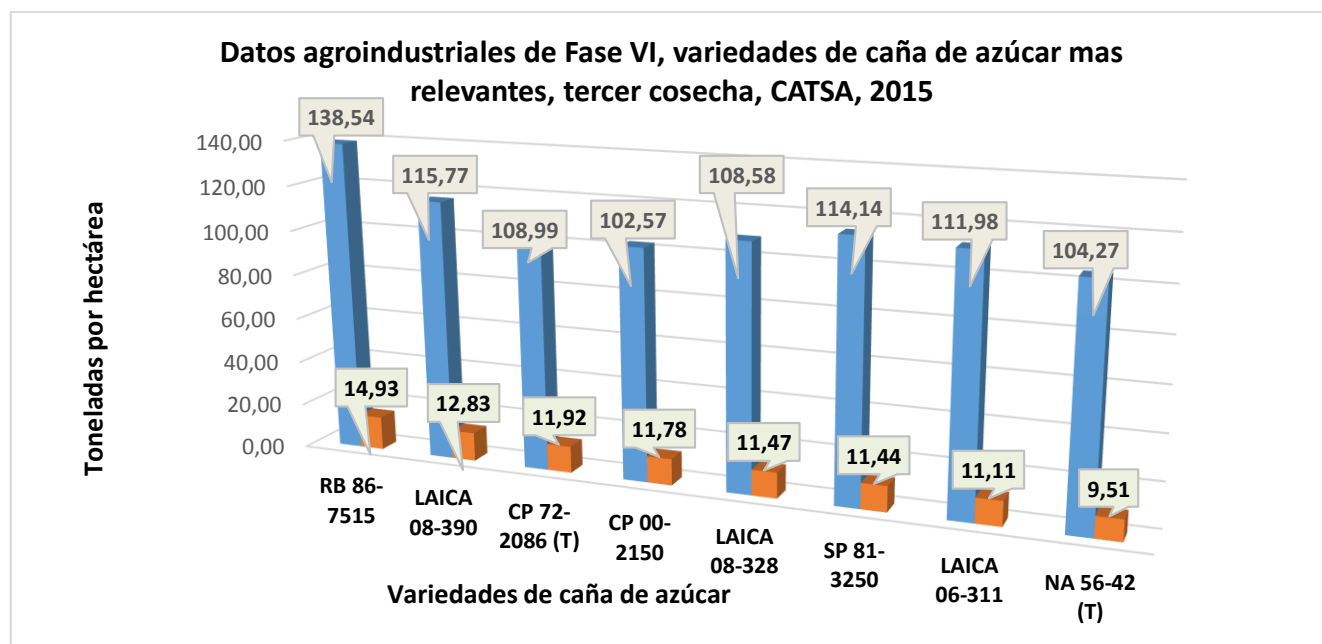


Figura 3. Variedades (8) que obtuvieron mejores rendimientos industriales, según la variable toneladas de azúcar por hectárea, segunda soca, 2015.

Se destaca, de acuerdo a los resultados expuestos en la figura 3, como un grupo de 7 variedades en estudio, superan la respuesta agroindustrial de la variedad NA 56-42, utilizada en esta investigación como variedad testigo, la cual es ampliamente cultivada en la zona. También es importante resaltar el buen comportamiento agroindustrial de la variedad CP 72-20-86, la cual fue utilizada como variedad testigo, y que solamente fue superada por las variedades RB 86-7515 y LAICA 08-390, lo que denota una buena escogencia como material testigo en este tipo de investigaciones.

Promedio de 3 cosechas

Un promedio de los resultados agroindustriales de las tres cosechas (2013-2015) anteriormente comentadas, se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6
Resultados agroindustriales de 15 variedades de caña de azúcar, en la Central Azucarera Tempisque (CATSA),
Guanacaste, Costa Rica. Promedio tres cortes. Año 2015

Variedad	Brix %	% Pol	% Pureza	% Fibra	Kg Az/Ton	Ton. Caña/Ha	Ton. Az/Ha	PRT	Relación Sacarosa
RB 86-7515	20,58	15,07	87,7	13,18	96,95	169,55	16,10	109,23	10,53
LAICA 08-390	22,49	15,97	85,93	12,85	106,16	150,68	15,86	107,60	9,50
CG 97-100	21,72	14,78	85,17	12,45	101,29	149,91	15,23	103,32	9,84
CP 72-2086	21,52	16,03	87,32	13,96	106,08	139,09	14,74	100,00	9,44
CP 00-2150	20,58	15,54	88,71	12,38	105,28	139,97	14,48	98,24	9,67
SP 81-3250	22,55	15,26	84,31	14,39	94,12	154,82	14,21	96,40	10,90
LAICA 06-311	23,13	15,87	86,01	14,24	101,85	142,32	14,19	96,27	10,03
LAICA 06-321	22,98	16,06	85,59	14,78	103,08	127,78	13,09	88,81	9,76
LAICA 08-328	20,74	14,55	83,7	14,05	91,49	141,64	12,75	86,50	11,11
LAICA 08-389	21,83	14,35	81,94	13,75	91,65	137,25	12,48	84,67	11,00
B 82-333	20,31	12,19	78,05	13,71	79,35	149,70	12,00	81,41	12,48
CP 01-2060	22,03	15,76	86,33	15,18	97,2	125,29	11,97	81,21	10,47
NA 56-42	20,25	13,38	80,1	13,16	81,49	148,07	11,59	78,63	12,78
CP 02-1651	19,3	13,82	82,54	13,92	85,61	125,53	10,58	71,78	11,86
Mex 85-152	18,79	13,66	86,72	12,47	86,28	123,34	10,19	69,13	12,10
Promedio	21,25	14,82	84,67	13,63	95,19	141,66	13,30	90,21	10,76

Para la variable de kilogramos de azúcar por tonelada las variedades de mayor impacto fueron la LAICA 08-390 con 106.16 (Kg az/ton) y el testigo CP 72-2086 con 106.08 (Kg az/t). Este testigo ha mostrado durante muchos años esta característica de ser azucarera, razón por la cual es actualmente unas de las variedades más sembradas en la zona.

En rendimiento de caña por hectárea la variedad que más sobresale es la RB 86-7515 con un promedio de 169.55 toneladas. Las variedades, SP 81-3250 y LAICA 08-390 ocupan lugares de privilegio con 154.82 y 150.68 toneladas de caña por hectárea, respectivamente.

El promedio general logrado para la variable toneladas de azúcar por hectárea fue de 13.30 toneladas, siendo un rendimiento alto para lo que comercialmente se obtiene en esta región.

La reconocida variedad brasileña RB 86-7515 presento el valor más alto con 16.10 toneladas de azúcar por hectárea, seguida muy de cerca por la variedad LAICA 08-390 con 15.86 toneladas.

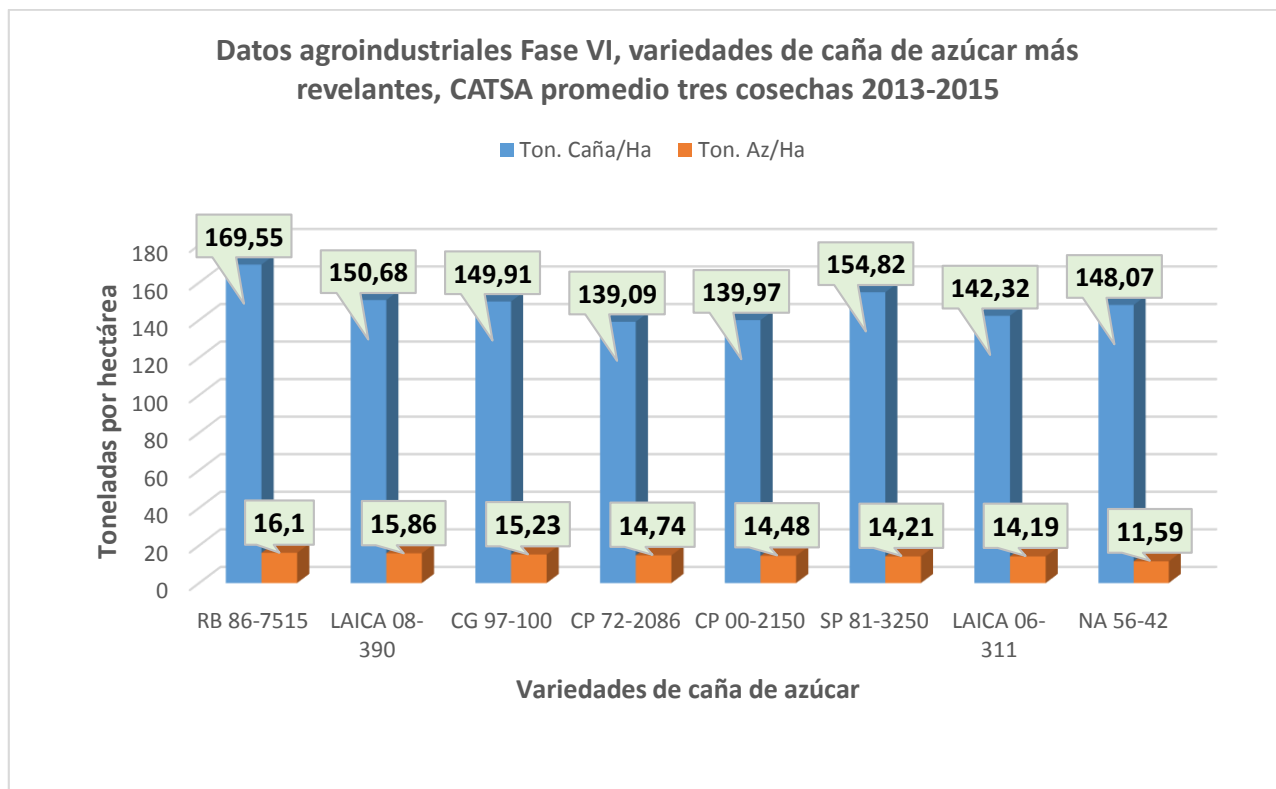


Figura 3. Variedades (8) que obtuvieron mejores rendimientos industriales, según la variable toneladas de azúcar por hectárea, promedio de tres cosechas, 2013-2015.

Conclusiones

- Las variedades LAICA 08-390, CP 72-2086 Y CP 00-2150 son las que ofrecieron los rendimientos más altos en kilogramos de azúcar por tonelada.
- En la variable toneladas de caña por hectárea la variedad más productiva fue la RB 86-7515, le siguen LAICA 08-390 y SP 81-3250 en el segundo y tercer lugar respectivamente.
- En toneladas de azúcar por hectárea las mejores variedades fueron RB 86-7515, LAICA 08-390 y CG 97-100; aunque esta última resultó ser susceptible a la enfermedad del carbón (*Ustilago scitaminea*, Sydow).
- La mejor variedad comercial (Testigo) de esta prueba fue la CP 72-2086, lo que reafirma él porque es una de las variedades más importantes en esta región actualmente.
- La variedad SP 81-3250 ofreció rendimientos bastante satisfactorios lo que respalda el por qué se han venido ampliando sus áreas de siembra en esta región.

Recomendaciones

- Se recomienda ampliar la siembra de la variedad RB 86-7515 ya que fue la que ofreció el mayor tonelaje de azúcar por hectárea a pesar de que su rendimiento industrial está levemente por debajo del rendimiento promedio de la región.
- La variedad nacional que resultó más promisorio de este estudio es LAICA 08-390, por lo que se recomienda validarla semicomercialmente en distintas localidades de esta región.
- La variedad CP 00-2150 presenta rendimientos muy similares tanto de caña como de azúcar a la mejor variedad comercial CP 72-2086, por lo que sería conveniente ampliar sus áreas de siembra para evaluarla mejor.
- Por los buenos resultados que ofreció la variedad LAICA 06-311 se recomienda evaluarla un poco más, ojala en alguna otra prueba, así como a nivel semicomercial.

Literatura citada

- CASTILLO TORRES, R. SILVA CIFUENTES, E. 2004. Fisiología, floración y mejoramiento genético de la caña de azúcar en Ecuador. Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador. Publicación Técnica No. 3. CINCAE. Ecuador. (26 p.)
- CHAVES, M. CHAVARRÍA, E. 2013. ¿Cómo se distribuye y dónde se cultiva territorialmente la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica? Memoria Congreso ATACA 19, Congreso ATACORI 20, Tomo I. Heredia, Costa Rica. P. 179-203.
- DURAN ALFARO, J. OVIEDO ALFARO, M. 2013. Importancia y resultados del programa de producción de variedades nacionales (sigla LAICA) en Costa Rica. Memoria XIX Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA) y XX Congreso de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). Tomo I. San José, Costa Rica. (pp. 233-239)
- HENRÍQUEZ, CARLOS. CABALCETA, G. BERTSCH, F. ALVARADO, A. s.f. Principales suelos de Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. Tomado de: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/suelos-cr.html (consultado el 13/07/2015).
- LAICA (Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar). Departamento Técnico. Zafra 2014-2015. San José, Costa Rica.
- RODRÍGUEZ, M. 2013. Estimación del área bajo riego cultivada con caña de azúcar en la zona de influencia de los Ingenios CATSA y Azucarera El Viejo. Guanacaste, Costa Rica. DIECA-LAICA.
- SIMÕES NETO, D. DUTRA FILHO, J. COSTA SILVA, H. ROCHA MACHADO, P. COSTA, I. PEREIRA SILVA, A. CALSA JUNIOR, T. CARVALHO, R. 2013. Competición de genotipos de caña de azúcar para mitad de la zafra en el Litoral Norte de Pernambuco. Memoria XIX Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA) y XX Congreso de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). Tomo I. San José, Costa Rica. (pp. 383-387)
- SOLANO, J., VILLALOBOS, R. Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. Tomado de: http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Reg_climaCR.pdf (consultado el 16/02/2015)

Anexo

Evaluación agronómica

El cuadro 7 constituye un resumen de la Evaluación Agronómica efectuada a todas las variedades; esta sirve de complemento para conocer aún más cada una de ellas, siendo una herramienta importante, a la hora de decidir, por la escogencia de una u otra variedad.

Cuadro 7
Resultados de la Evaluación Agronómica, de 15 variedades de caña de azúcar, en Ingenio Central Azucarera Tempisque (CATSA), Guanacaste, Costa Rica. Año 2015

Variedades	# de Tallos por m	Largo de los tallos (m)	Porte de los tallos	Presencia de flor (%)	Presencia de corcho	Despaje	Otras Observaciones
RB 86-7515	14	2,31	SA	0	0	R a B	
LAICA 08-390	25	1,99	E	0	BTS	R	
CG 97-100	20	1,67	SA	0	MTS	B	Carbon
CP 72-2086 (T)	14	2,00	SA	40	ATS	R a B	
CP 00-2150	17	1,97	E	0	BTS	B	Hueco pequeño parte media
SP 81-3250	22	2,46	SA	0	0	B	
LAICA 06-311	16	1,82	SA	0	0	B	
LAICA 06-321	19	1,94	SA	0	0	B	
LAICA 08-328	21	1,71	SA	0	0	R a B	
LAICA 08-389	18	1,87	SA	0	0	B	
B 82-333 (T)	23	2,27	E	0	0	R	
CP 01-2060	16	1,87	SA	0	0	R	
NA 56-42 (T)	17	1,90	E	0	0	R a B	Hueco pequeño todo el tallo
CP 02-1651	15	1,88	A	0	0	R a B	Rajadura
MEX 85-152	16	1,93	A	0	0	R	

Porte = E = Erecto SA = Semi abierto A = Abierto

Corcho = BTS = Bajo en el tercio superior MTS = Medio en el tercio superior ATS = Alto en el tercio superior

ATT = Alto en todo el tallo MTT = Medio en todo el tallo BTT = Bajo en todo el tallo

BaMTMyS = Bajo a medio en el tercio medio y superior MaATS = Medio a alto en el tercio superior

Despaje = B = Bueno R = Regular M = Malo RaB = Regular a bueno RaM = Regular a malo