



**LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR – LAICA-
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR
-DIECA-**

Análisis biométrico y evaluación agroindustrial de siete variedades promisorias de caña de azúcar, bajo condiciones de manejo orgánico, finca los Sukias. Bebedero Cañas Guanacaste



**Alvaro Angulo Marchena
Andrés Vásquez Ulate**

**San José, Costa Rica
Agosto 2020**

Resumen.

Costa Rica actualmente enfrenta una serie de desafíos en materia ambiental, lo cual debe afrontar con responsabilidad y prontitud, implementando estrategias que faciliten la adopción y cambio de la agricultura convencional al manejo sustentable. El presente trabajo se estableció con el propósito de evaluar el comportamiento de variedades promisorias de caña de azúcar, a las condiciones de manejo orgánico en la finca los Sukias, Bebedero, Cañas, Guanacaste. La prueba consistió en establecer 7 variedades promisorias de caña de azúcar en parcelas semicomerciales, de las cuales 6 variedades corresponden a la serie **LAICA**, y una de características extranjera; también se valoró las variedades comerciales de la finca (testigos). La evaluación y análisis de información comprendió dos zafra consecutivas (2018/2019; 2019/2020), se midió variables biométricas y agroindustriales en todas las variedades. De los resultados obtenidos se logró observar que bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo de esta finca, hubo respuesta diferenciada entre las variedades; las variedades LAICA 08-361 y LAICA 09-374 mostraron el mejor comportamiento biométrico en los parámetros de (altura, grosor y peso de tallos), lo cual se correlacionó directamente con su producción en (t caña y azúcar /ha), siendo muy consistente en la evaluación de ambas cosechas. El caso de la variedad colombiana CC 01-1940 evidenció su gran potencial en la producción toneladas de caña /ha, no así, en la concentración de sacarosa en los tallos, pues en ambas cosechas obtuvo el menor valor de azúcar. La variedad testigo Na 85-1602 demostró su potencial azucarero, ya que en ambas cosechas obtuvo la mejor concentración de sacarosa respecto al resto de variedades de la prueba; su baja producción del tonelaje de caña por hectárea, se correlaciona de forma directa por el bajo índice del crecimiento que mostraron los tallos durante la evaluación. Es importante seguir evaluando nuevas variedades de caña de azúcar en condiciones de manejo orgánico, con la finalidad de conocer su adaptabilidad y respuesta productiva en diferentes ambientes agroecológicos de la región.

¹ Coordinador zona este Guanacaste LAICA – DIECA. aangulo@laica.co.cr

² Productor de caña de azúcar orgánica, finca los Zukias. andres@sukias.co

Justificación.

El entorno mundial de la agricultura e industria de la caña de azúcar se vuelve cada vez diverso y estricto con el medio ambiente, lo cual es producto de los mercados emergentes de USA y Europa, donde los consumidores cada vez son exigentes con la calidad del producto final, como también con el entorno del medio ambiente. El consumo mundial de azúcar orgánico se estima crece en un 4% anualmente, según información de la OIA, y la demanda se concentra principalmente en Europa y Estados Unidos (90% de ventas) (Chaves J, 2019).

Aunque la producción de azúcar orgánica en Costa Rica es relativamente muy pequeña en comparación con la producción de azúcar convencional, es necesario que el sector azucarero, incentive y mejore la producción orgánica de azúcar en diferentes sitios agroecológicos del país, siendo necesario implementar estrategias que favorezcan cada vez la agricultura orgánica. Actualmente los Ingenios azucareros cada día aplican más medidas de protección al ambiente, mejoran sus condiciones laborales, y en sus actividades productivas adoptan mejores prácticas económicas y sociales, cumpliendo así con los estándares de producción orgánica; sin embargo la cantidad de azúcar orgánico certificado sigue siendo muy pequeña comparada con la demanda de azúcar convencional (Chaves J, 2019).

El manejo agronómico de las plantaciones orgánicas requiere de un trato especial en materia de agro insumos, pues representa un reto constante que implica fuertes ajustes en el manejo del cultivo; en el caso particular de la fertilización implica el uso fuentes accesibles y de buena disponibilidad en los contenidos de nutrimentos, por ejemplo: nitrógeno, fósforo, potasio y otros.

Las variedades de uso convencional del país representan una excelente opción de siembra en sistemas de producción orgánica, sin embargo deben de ser validadas en condiciones propias de cada agroecosistema de fincas cañeras en el país (Chaves S, 2019).

En plantaciones de caña de azúcar bajo la modalidad de manejo orgánico, es importante disponer de variedades de alto contenido de sacarosa, ya que en estas condiciones no es

posible la aplicación de madurantes químicos. También las variedades deben ser de características precoces al cierre natural, que permita un control oportuno de malezas. Otro aspecto importante de considerar en las plantaciones de manejo orgánico con riego, es aumentar el intervalo riego al final de ciclo, con el objeto de reducir la materia verde de la biomasa final a la cosecha (Ramos 2019).

Como parte del compromiso e interés de la institución LAICA - DIECA en explorar y conocer la respuesta productiva de algunas variedades promisorias a la producción orgánica, y el interés de productor por disponer y manejar de nuevas variedades en la finca, se acordó establecer la siguiente prueba variedades.

El objetivo principal de esta evaluación fue determinar el comportamiento biométrico y agroindustrial de 7 variedades promisorias de caña de azúcar, a las condiciones de siembra y manejo orgánico, propio de la finca los Sukias.

Materiales y Método.

La finca los Sukias se encuentra ubicada en el distrito de Bebedero del cantón de Cañas, provincia de Guanacaste, de referencia geográfica: Altitud 28 m.s.n.m; latitud 10 39109 y Longitud 085 18060; con una precipitación promedio anual de 1691 mm, con temperatura máxima de 36°C, mínima de 23,7 y temperatura media de 28,3°C. La mayoría del suelo en la finca es franco arenoso, bien drenado y con riego complementario durante el año. La prueba de variedades se estableció en junio de 2017, en parcelas semicomerciales de 6 surcos de 45 metros de longitud, separados entre surcos a 1,5 m, para un área de (405 m²). El manejo de cultivo se realizó según los estándares de la certificación acreditada a la finca orgánica los Sukias; por ejemplo el control de malezas se realizó manual en el surco (chapia, y arranca) y con motoguadaña en el *entre* surco; los niveles de fertilización fueron 20 Kg N/ha, 100 Kg P₂O₅ /ha, y 100 kg K₂O/ha; además como parte del manejo de la finca se agregó cada año cantidades importantes de microorganismos (bacterias + hongos) al suelo. A los 12 meses de edad se realizó la cosecha mecánica en verde, el rastrojo se utilizó como cobertura al suelo y reciclaje de nutrimentos. Las variedades utilizadas como promisorias son materiales procedentes del proceso de selección y evaluación que realiza DIECA en la

estación experimental finca UTN, de las cuales se mencionan: LAICA 09-374, LAICA 12-340, LAICA 12-344, LAICA 09-309, LAICA 08-361, LAICA 09-370 y CC 01-1940, además de las variedades de uso comercial de la finca (NA 85-1602, RB 86-7515). Estas variedades promisorias han mostrado excelente comportamiento agronómico y productivo en las diferentes pruebas locales de la región, tanto en finca de ingenios como de productores.



Figura 1. Control manual de malezas en prueba de variedades, finca los Sukias, Bebedero Cañas Guanacaste.

Se determinó evaluaciones de carácter biométrico y agroindustrial a las variedades promisorias y testigos de la finca (comercial); la evaluación se realizó durante dos ciclos consecutivos completos del cultivo (dos cosechas), y la evaluación biométrica de las variedades se realizó inmediato a la cosecha. El análisis de productividad comparativo entre variedades se realizó conforme a una estimación del tonelaje, y el rendimiento industrial a través de muestras de madurez realizadas en el laboratorio de ingenio Taboga.

Resultados.

Evaluación biométrica.

Los resultados obtenidos corresponden a dos periodos completos de cosecha de 12 meses de edad, (zafra 2018/2019 y 2019/2020). El análisis de crecimiento se determinó a través de parámetros morfológicos de (altura, grosor y peso de tallos), y se complementó con la expresión física de tallos por metro lineal, dichas variables son propias de la interacción genotipo por ambiente, y manejo agronómico de finca.

Es importante indicar que hubo variabilidad indiscutible del crecimiento entre los clones evaluados, esto permitió agrupar las variedades en tres categorías de crecimiento (superior, medio y bajo). Según el estudio, el grupo de variedades de crecimiento superior correspondiente a (LAICA 08-361, LAICA 09-374 y CC 01-1940), obtuvieron los mejores valores del crecimiento en ambos periodos fenológicos del cultivo, con una altura y grosor promedio de (2,8 m) y (2,9 cm), respectivamente, lo cual significó a su vez, un peso entre 1,8 a 1,9 (kg) por tallo en estas variedades. Es probable que con este peso excelente de los tallos, se pueda estimar producciones extraordinarias del tonelaje de caña por hectárea, Cuadros 1, 2, 3. Otro grupo de variedades evaluadas en la finca los Sukias, corresponde aquellas que mostraron un crecimiento y desarrollo intermedio, se menciona en este grupo las variedades (RB 86-7515, LAICA 09-370 y LAICA 12-344), las cuales en promedio mostraron una altura de (2,6 m), y un grosor de (2,7 cm) en los tallos. Por último se identifican aquellas variedades que obtuvieron el menor crecimiento de tallos durante la evaluación, se mencionan (LAICA 12-340, LAICA 07-309 y Na 85-1602), Cuadro 1; de este grupo, la variedad Na 85-1602 resultó ser la más afectada por el crecimiento en la evaluación, con una disminución promedio del peso en los tallos entre un 38% y 44% entre un periodo a otro, respectivamente.

El análisis biométrico de los parámetros del crecimiento concerniente a (altura, grosor y peso de tallos), es una herramienta valiosa para estimar la capacidad productiva de una variedad. Tanto la altura como el grosor de tallos son parámetros morfológicos que se correlacionan directamente con el peso de los tallos, y con el volumen de peso por metro

lineal; ambos parámetros son indicadores directos de las toneladas de caña por hectárea en una plantación.

Cuadro 1.

Evaluación biométrica de 9 de variedades de caña de azúcar en dos periodos de cosecha (Zafra: 2018/2019 – 2019/2020), finca los Sukias, Bebedero, Cañas Guanacaste.

Variedad	Zafra 2018/2019					
	N° tallos/m	Altura tallos (m)*	Grosor de tallos (cm)	Peso 1 tallo (Kg)	Volumen peso (Kg/m)	Calidad rebrote soca
CC 01-1940	11	2,85	3,0	1,9	20,9	Excelente
LAICA 08-361	11	2,77	2,8	1,8	19,8	Excelente
LAICA 09-374	11	2,75	2,7	1,9	20,9	Bueno
RB 86-7515 (T)	12	2,65	2,7	1,6	19,2	Bueno
LAICA 07-309	11	2,59	2,7	1,4	15,4	Bueno
LAICA 09-370	12	2,56	2,6	1,5	18	Excelente
LAICA 12-344	12	2,50	2,7	1,6	19,2	Excelente
NA 85 1602 (T)	14	2,48	2,3	1,0	14	Regular
LAICA 12-340	12	2,13	2,4	1,4	16,8	Bueno
Promedio	12	2,57	2,7	1,6	18,2	
Zafra 2019/2020						
CC 01-1940	11	2,78	2,7	2,0	22,4	Bueno
LAICA 08-361	11	2,71	2,8	1,8	19,8	Excelente
LAICA 09-374	11	2,70	2,8	1,8	18,7	Bueno
RB 86 7515 (T)	12	2,70	2,6	1,5	18	Bueno
LAICA 09-370	12	2,60	2,6	1,5	18	Excelente
LAICA 07-309	11	258	2,8	1,5	16,8	Bueno
Na 85-1602 (T)	14	2,39	2,0	0,9	12,6	Regular
LAICA 12-344	12	2,35	2,8	1,5	18	Excelente
LAICA 12-340	12	2,26	2,6	1,5	17,9	Bueno
Promedio	12	2,56	2,6	1,6	18	

*Altura al corte del tallo "palmito"

Evaluación agroindustrial zafras 2018/2019 y 2019/2020.

Del análisis agroindustrial obtenido en las zafras (2018/2019 y 2019/2020), es importante indicar que hubo consistencia de los datos y variabilidad en el comportamiento de las variedades en este estudio, Cuadros 2 y 3. Por ejemplo, la calidad del jugo vía concentración de sacarosa (kilogramos de azúcar por tonelada de caña); la mejor respuesta en ambos periodos de evaluación se obtuvo con la variedad comercial Na 85-1602, la cual mostro su potencial azucarero incuestionable, con valores de (13,5% y 14,0%) de sacarosa en los tallos, Figuras 1 y 2. Otras variedades que mostraron un excelente comportamiento azucarero en la evaluación, fueron (LAICA 12-340, LAICA 12-344, LAICA 08-361, LAICA 09-374 y RB 86-7515), las cuales alcanzaron un contenido de azúcar superior a los (120 Kilogramos de azúcar por tonelada de caña) en ambos periodos. El resto de variedades mostro valores bajos y poco interesante en la concentración de sacarosa, caso evidente fueron las variedades LAICA 09-370 y CC 01-1940.

Respecto a la variable producción de toneladas de caña por hectárea, esta se estimó con base a los parámetros biométrico y se ajustó a condiciones comerciales de la finca. El mejor comportamiento en términos de toneladas de caña por hectárea, se obtuvo con las variedades (CC 01-1940, LAICA 08-361 y LAICA 09-374), las cuales en promedio durante dos cosechas, lograron incrementos de 20,6, 9,8 y 9,7 toneladas de caña por hectárea respecto al promedio general, lo que representa un 19,4%, 9,1% y 9,1% más en la producción de caña por hectárea respectivamente, Cuadros 2 y 3. Es importante señalar que el bajo tonelaje de caña por hectárea experimentado por la variedad Na 85-1602, fue producto de sus bajos índices biométricos mostrado en la evaluación, y coincidente con su comportamiento productivo en las plantaciones comerciales de la región.

Cuadro 2.

Evaluación agroindustrial de 9 variedades de caña de azúcar en ambiente de manejo orgánico, finca los Sukias, Bebedero, Cañas Guanacaste, zafra 2018 / 2019.

Variedad	Porcentaje				Rend. Ind. (Kg Az /Tm)	ton caña/ha estimada	*ton caña/ha ajustada	Ton azúcar/ha
	Brix	Pol	Fibra	Pureza				
LAICA 09-374	21,00	19,28	15,96	91,81	123,58	122,90	98,35	12,15
LAICA 08-361	21,70	19,85	15,58	90,51	125,65	116,50	93,17	11,71
LAICA 12-344	21,90	20,27	17,03	92,56	126,53	112,90	90,35	11,43
RB 86-7515 (T)	21,30	19,34	15,53	90,81	124,87	112,90	90,35	11,28
LAICA 12 340	22,10	20,35	15,74	92,10	128,40	98,80	79,05	10,15
CC 01 19 40	18,50	16,36	14,39	89,55	100,30	122,90	98,35	9,86
NA 85-1602 (T)	21,30	19,94	14,25	93,64	135,11	82,30	65,88	8,90
LAICA 09-370	18,50	14,77	13,88	89,52	99,02	105,90	84,70	8,39
LAICA 07-309	18,40	16,15	14,74	87,77	104,81	90,60	72,47	7,60
Promedio	20,52	18,48	15,23	90,92	118,70	107,30	85,85	10,16

*Valor ajustado condiciones comercial (-20%)

Cuadro 3.

Evaluación agroindustrial de 9 variedades de caña de azúcar en ambiente de manejo orgánico, finca los Sukias, Bebedero, Cañas Guanacaste, zafra 2019 / 2020.

Variedad	Porcentaje				Rend. Ind. (Kg Az /Tm)	ton caña/ha estimada	*ton caña /ha ajustada	Ton Azúcar/ha
	Brix	Pol	Fibra	Pureza				
LAICA 08-361	23,04	20,74	14,14	90,34	137,96	116,46	93,17	12,85
LAICA 09-374	22,43	19,64	15,83	87,75	123,52	109,99	86,44	10,68
CC 01-1940	16,70	15,05	13,55	90,27	102,10	131,76	105,59	10,78
LAICA 12-344	22,72	19,82	16,40	87,25	122,40	105,88	84,70	10,37
LAICA 12-340	22,24	19,73	16,54	88,73	122,33	105,29	84,14	10,29
LAICA 07-309	21,12	18,65	15,19	88,25	119,80	105,88	79,20	9,49
RB 86-7515 (T)	21,06	18,46	15,64	87,60	116,83	98,82	84,70	9,90
LAICA 09-370	17,80	15,77	14,15	88,62	104,46	105,88	84,70	8,85
Na 85-1602 (T)	23,24	21,18	14,68	91,12	140,12	74,11	56,00	7,85
Promedio	21,15	18,78	15,13	88,88	121,05	106,01	84,29	10,12

*Valor ajustado condiciones comercial (-20%)

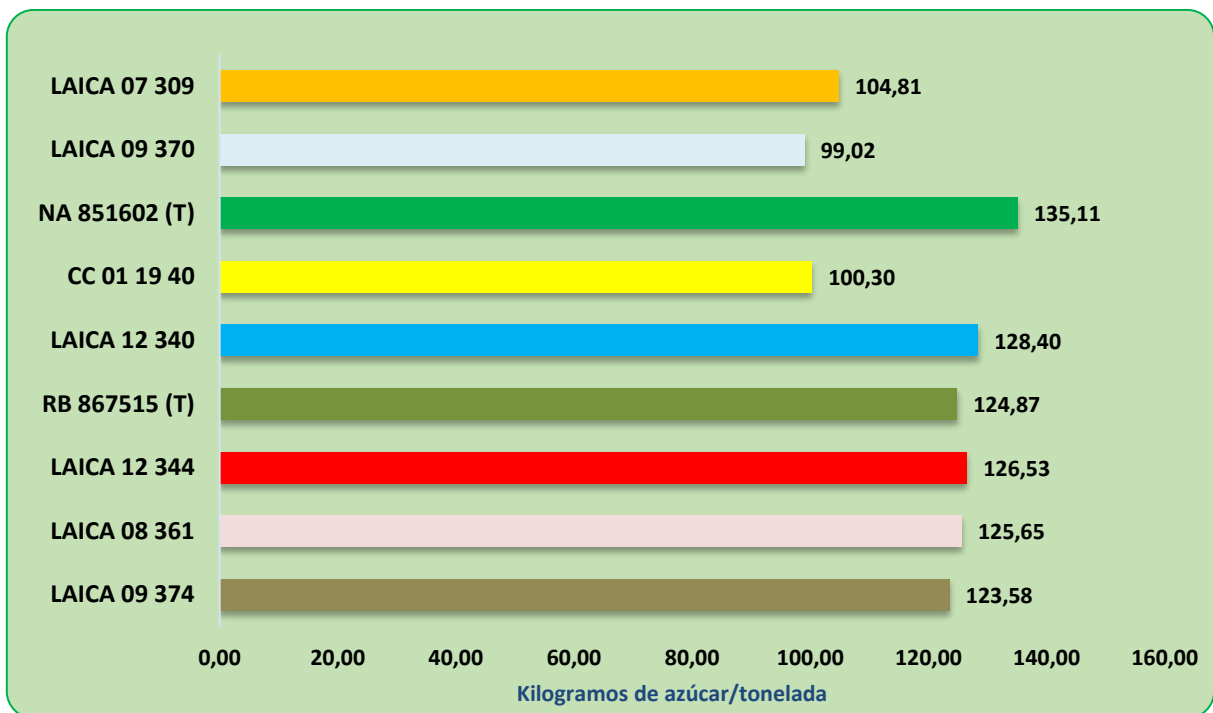


Figura 1. Kilogramos de azúcar por tonelada de caña, de 9 variedades de caña de azúcar en condiciones de manejo orgánico, finca los Sukias, Bebedero, Cañas Guanacaste, zafra 2018 /2019.

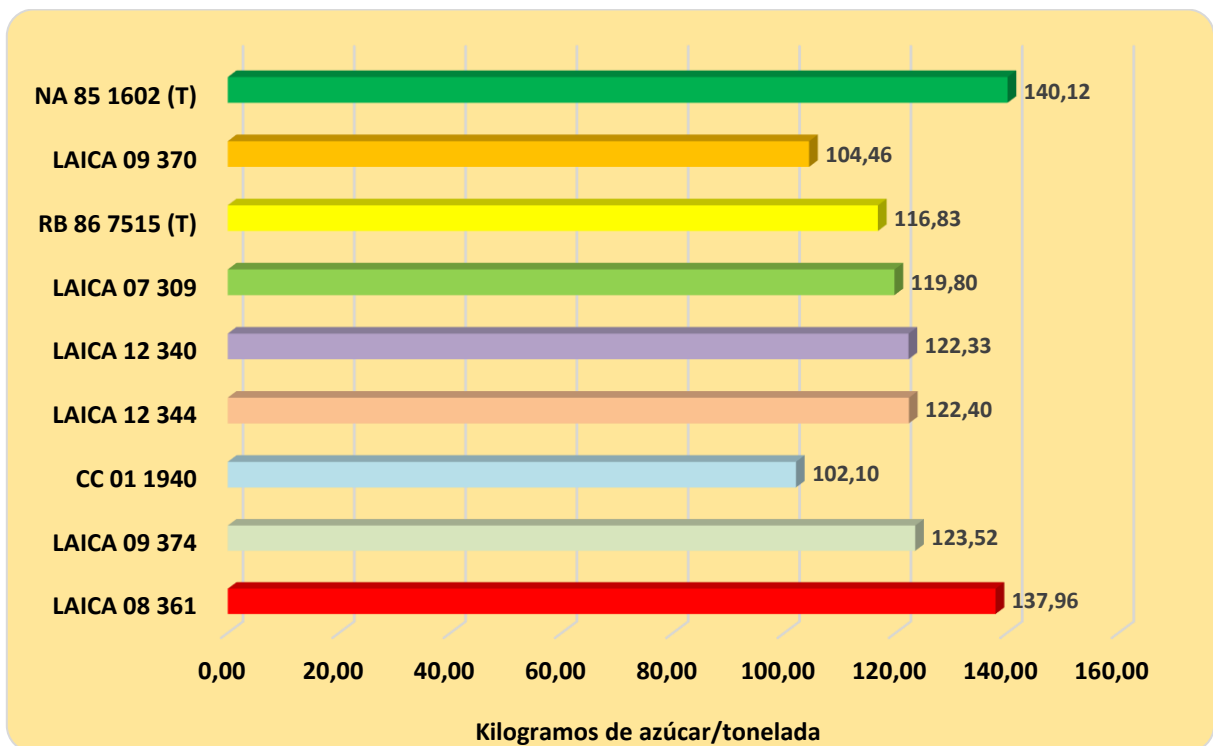


Figura 2. Kilogramos de azúcar por tonelada de caña, de 9 variedades de caña de azúcar en condiciones de manejo orgánico, finca los Sukias, Bebedero Cañas Guanacaste, zafra 2019 / 2020.

La variable toneladas de azúcar por hectárea es producto de la relación entre la toneladas de caña de hectárea y su rendimiento industrial (kilogramos de azúcar por tonelada de caña), quizás es la variable de mayor importancia en la actividad azucarera agrícola. En los Cuadros 2 y 3 y Figuras 3 y 4 se presenta la información obtenida de las evaluaciones realizadas en la finca los Sukias, ahí se observa el comportamiento de las variedades y su productividad azucarera; por ejemplo, la mejor respuesta en producción de azúcar por hectárea se logró con las variedades LAICA 08-361 y LAICA 09-374, las cuales mostraron consistencia en ambos periodos de zafra, tanto en la producción de caña como también en la calidad de la materia prima (contenido de sacarosa en los tallos). En términos promedio durante las dos cosechas, estos clones superaron al resto de variedades en 2,2 y 1,3 toneladas azúcar por hectárea, lo que representa a su vez un 21,1% y 12,6% más en producción de azúcar, respectivamente. El caso de las variedades de productividad intermedia (CC 01-1940, LAICA 12-340, LAICA 12-344), mostraron producciones de azúcar satisfactorias con más de 10 toneladas azúcar por hectárea en ambas zafras.

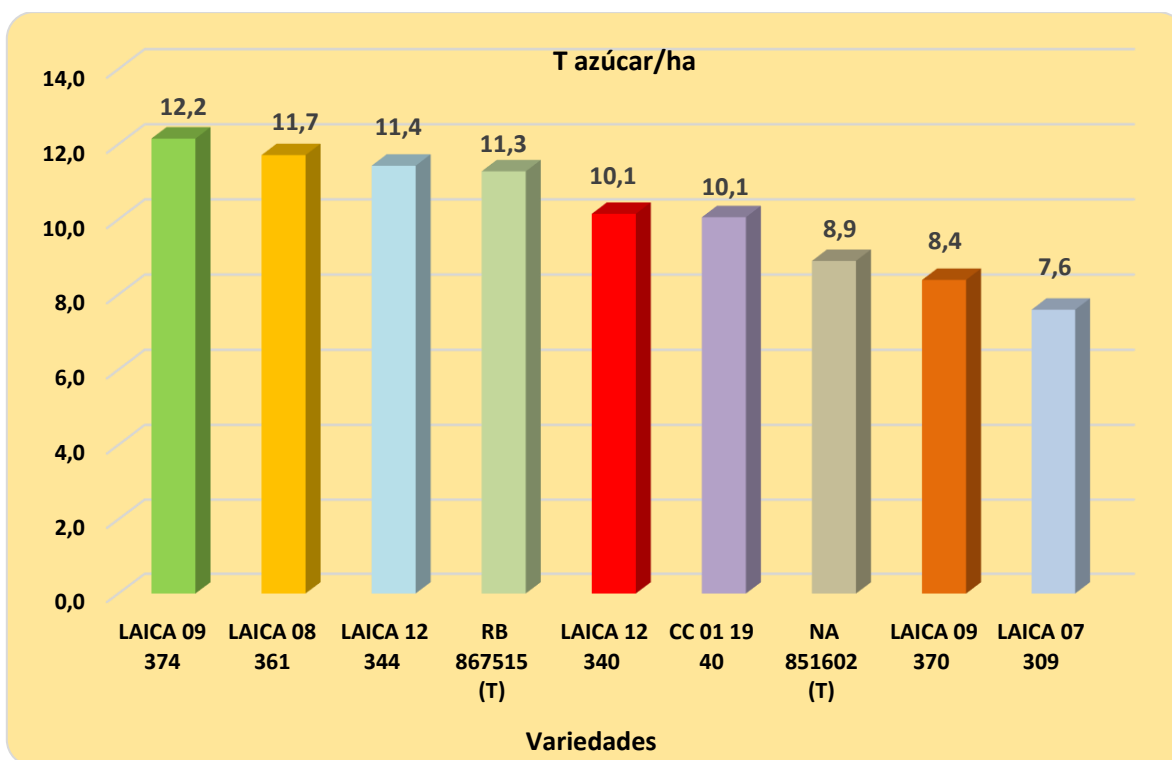


Figura 3. Producción de azúcar (t/ha), de 9 variedades de caña de azúcar en ambiente de manejo orgánico, finca los Sukias, Bebedero, Cañas Guanacaste, zafra 2018 / 2019.

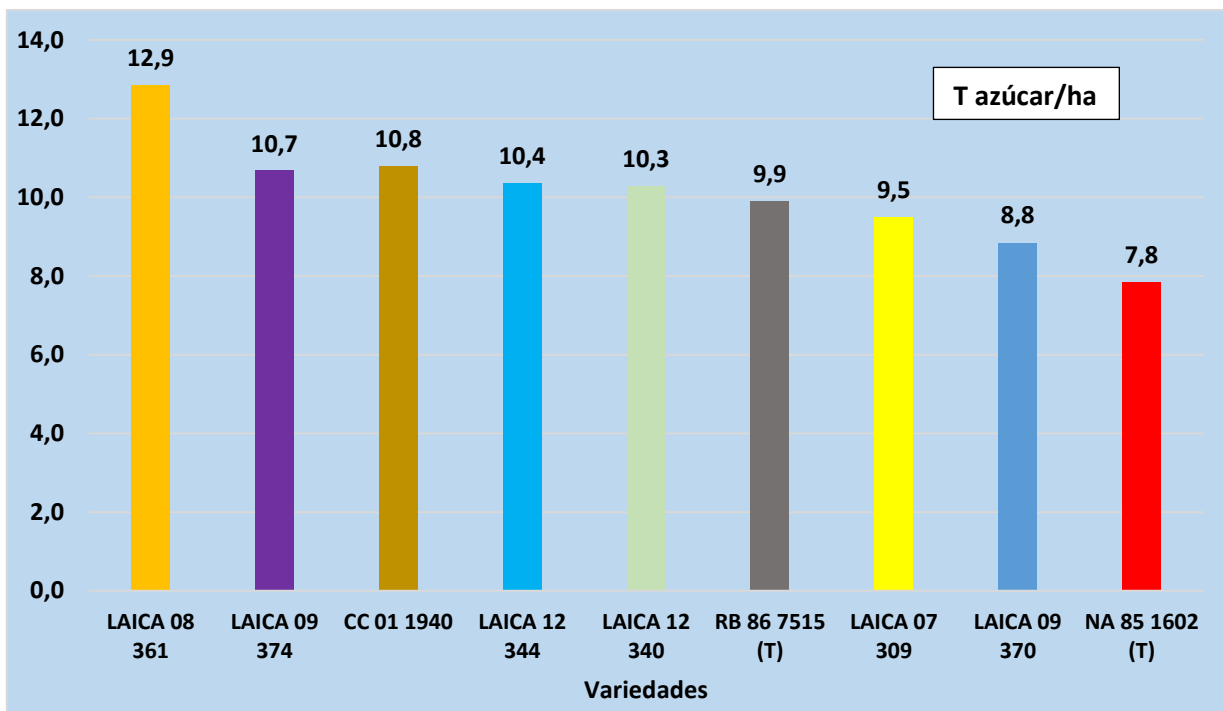


Figura 4. Producción de azúcar (t/ha), de 9 variedades de caña de azúcar en ambiente de manejo orgánico, finca los Sukias, Bebedero, Cañas Guanacaste, zafra 2019 / 2020.

Conclusiones.

Bajo las condiciones edafoclimáticas y de manejo orgánico en la finca los Sukias, se concluye que hubo variabilidad del comportamiento biométrico y productivo entre las variedades promisorias y testigos comerciales de la finca.

La variedad testigo de la finca Na 85-1602, mostro un excelente rendimiento industrial (kilos de azúcar por tonelada de caña) en ambos periodos de evaluación, sin embargo su baja producción de caña por hectárea le confiere niveles bajos de productividad por hectárea; por otra parte la variedad RB 86-7515 mostro productividades intermedias y competitivas en la finca.

Las variedades promisorias (LAICA 09-374, LAICA 08-361 y LAICA 12-344), mostraron un comportamiento satisfactoria en condiciones de manejo orgánico en la finca los Sukias, tanto en las variables biométricos, como en la producción extraordinaria de caña y azúcar por hectárea, en ambos periodos de evaluación.

Las excelentes características biométricas de la variedad CC 01-1940, se correlaciona satisfactoriamente con su extraordinaria producción de caña por hectárea; sin embargo su baja calidad industrial en el jugo, implicó una caída importante en la concentración de sacarosa en fábrica.

Bibliografía.

Chaves J., I. 2019. **Mercado para el azúcar orgánico y comercio justo.** En seminario de ATACORI 2019. Seminario Internacional Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánico. Condovac, Carrillo Guanacaste, Costa Rica, 15, 16,17 Octubre 2019.

Chaves Solera, M.A. 2019. **Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica.** En: Seminario Internacional: *Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica.* Hotel Condovac La Costa, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2019. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 15, 16 y 17 de octubre, 2019. 114 p.

Ramos. R., A.A. 2019. **Proceso de elaboración de azúcar orgánico.** En seminario de ATACORI. Seminario Internacional. Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica. Condovac, Carrillo Guanacaste, Costa Rica, 15, 16,17 Octubre 2019.