



**Departamento de Investigación y Extensión
de la Caña de Azúcar**

- DIECA -

**INFORME DE RESULTADOS
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
AÑO 2016**



Grecia, Costa Rica

Marzo 2017

Contenido

1-	Presentación	4
2-	Introducción	5
3-	Evaluación del efecto de diferentes fuentes de fertilizantes nitrogenados sobre la producción agroindustrial de la caña de azúcar en diferentes regiones de Costa Rica	7
4-	Evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Cañas, Guanacaste, Quinta Cosecha	13
5-	Evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba, Cartago. Cuarta Cosecha	16
6-	Respuesta productiva de la caña de azúcar a la interacción de diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio en la Región Sur. Tercera Cosecha	19
7-	Respuesta productiva de la caña de azúcar a la interacción de diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio en la Región Valle Central. Primera Cosecha	24
8-	Evaluación de dosis crecientes de fósforo en dos variedades comerciales de caña de azúcar de la Zona Sur. Tercera Cosecha	29
9-	Evaluación de dosis crecientes de fósforo en la caña de azúcar en la Zona Norte. Primera Cosecha	34
10-	Respuesta de dos variedades de caña de azúcar a la aplicación de diferentes nutrimentos (NPK) de liberación controlada en un suelo Ultisol en la Región Sur	37
11-	Respuesta de la caña de azúcar a diferentes dosis de abono orgánico en interacción de fertilizante químico en la Región Norte. Finca "La Olga" de Cutris, Cuarta Cosecha	44
12-	Estudio de dosis crecientes de abono orgánico en interacción con dosis decrecientes de fertilizante químico en la Región Norte Finca "Santa Teresa". Los Chiles, Alajuela. Cuarta Cosecha	50

13-	Efecto de diferentes productos foliares y de suelo recomendados por diferentes casas comerciales en Turrialba, Cartago. Tercera Cosecha	55
14-	Evaluación del efecto de la hormona Citoquinina en la producción agroindustrial de dos variedades de caña de azúcar en la Región Sur. Segunda Cosecha	61
15-	Respuesta productiva de diferentes madurantes en el cultivo de la caña de azúcar en la Región Sur. Segunda Cosecha	66
16-	Evaluación de diferentes distancias de siembra en el cultivo de la caña de azúcar en la Región Sur. Tercera Cosecha	72
17-	Respuesta de la tolerancia de cuatro variedades comerciales de caña de azúcar a la aplicación de cinco mezclas de herbicidas post emergentes. Cañas, Guanacaste. Tercera Cosecha	76
18-	Respuesta de la tolerancia de cuatro variedades comerciales de caña de azúcar a la aplicación de seis herbicidas post emergentes. Región Sur. Primera Cosecha	80
19-	Evaluación de diferentes productos adyuvantes agregados a la fertilización foliar fosfórica y nitrogenada en los brotes iniciales de la caña de azúcar en condiciones de invernadero	83
20-	Evaluación preliminar de cuatro productos recomendados como atenuantes de la fitotoxicidad de los herbicidas en condiciones de invernadero	87
21-	Respuesta de la densidad de semilla y cantidad de yemas sobre la producción de cuatro variedades de caña de azúcar en la Región Sur	90

1. Presentación

El **manejo agronómico de plantaciones** resulta incuestionablemente de gran relevancia para el éxito productivo, económico y competitivo de los sembradíos comerciales de caña, por cuanto está directamente asociado con el aprovechamiento y satisfacción plena de la elevada capacidad potencial agroindustrial que posee el cultivo. Por este motivo, es parte fundamental de la gestión desarrollada por el **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, como órgano tecnológico del sector azucarero.

Son muchos los factores y elementos del entorno que condicionan la productividad agroindustrial del cultivo, que deben necesariamente conocerse y conducirse para potenciar la mejora productiva deseada, entre los que están: el suelo y su manejo, la germinación, la nutrición, la relación suelo-agua-planta, el efecto competitivo inducido por las malezas y su control, la maduración de los tallos, la cosecha y el uso de residuos, entre otros, todo en asocio y armonía con el ambiente. Esto implica necesariamente tener que estudiar y validar la capacidad de adaptación y respuesta de las nuevas variedades a los diferentes entornos visualizados en sus potenciales e impactos productivos.

El **Programa de Agronomía de DIECA**, encargado de atender y desarrollar esta área estratégica, expone seguidamente los resultados logrados durante el **año 2016**, en **19 estudios de investigación** atinentes a diferentes tópicos declarados como prioritarios, realizados en las principales zonas productoras de caña de azúcar, entre los que están: *fertilización, hormonas, madurantes, distancias y densidades de siembra, herbicidas, coadyuvantes y agroquímicos*. Tan trascendentes resultados han sido posibles gracias al trabajo constante, profesional y de calidad de los funcionarios a cargo de los proyectos y, también, de los referentes regionales que han contribuido con la labor de campo y laboratorio. El apoyo técnico, logístico y económico de los Ingenios, Cámaras de Productores de Caña, empresas privadas y colaboradoras ha sido fundamental para la ejecución de los estudios de investigación y validación desarrollados. A todos ellos nuestro reconocimiento y sincero agradecimiento.

Ing. Agr. Marco A. Chaves Solera, MSc
Gerente DIECA

2. Introducción

Para lograr incrementos importantes en la producción de la caña de azúcar no basta con tener una nueva variedad de alto rendimiento y rodeada de condiciones agroclimáticas adecuadas para su normal desarrollo, ya que la misma requerirá forzosamente de un conjunto de prácticas de manejo adaptadas a sus exigencias particulares en todas las etapas de desarrollo del cultivo.

Después de la siembra se deben evaluar diferentes aspectos básicos como son : métodos apropiados de preparación del suelo, distancias de siembra, fertilización y enmiendas, control de malezas, uso de efluentes como abono orgánico y vinaza, entre otras prácticas importantes y necesarias para lograr una mayor productividad y una mayor longevidad de las plantaciones a través de la socas.

En este informe se presentan los resultados de las investigaciones realizadas por el programa de agronomía con el apoyo de todo el personal de LAICA DIECA destacado en todas las regiones cañeras del país.

Estos resultados finales y parciales de las investigaciones hechas en todo el país, se presentan con el fin de brindar solución total o parcial a los principales problemas o limitantes que padece el cultivo en cada una de estas regiones.

Los diversos temas de investigación presentes en este documento son producto de diversas consultas a productores y técnicos en cada región, y posteriormente, seleccionados después de un análisis de priorización y factibilidad de ejecución.

La metodología empleada, así como todos los análisis aplicados a estos estudios, obedecen a parámetros establecidos y con el rigor científico necesario para garantizar al usuario, que la información presentada en este documento es confiable, profesional y segura.

Los responsables de ejecutar estas investigaciones se presentan a continuación.

Ing. Agr. Roberto A. Alfaro Portuguez	Coordinador Programa Agronomía
Ing. Agr. Randall Ocampo Chinchilla	Funcionario Programa Agronomía
Ing. Agr. Julio César Barrantes Mora	Coordinador Región Sur
Ing. Agr. Gilberto Calderón Araya	Coordinador Región Turrialba – Juan Viñas
Ing. Agr. Javier Bolaños Porras	Coordinador Región Valle Central
Ing. Agr. Álvaro Araya Vindas	Coordinador Región Norte
Ing. Agr. Álvaro Angulo Marchena	Coordinador Región Guanacaste
Ing. Agr. Manuel Rodríguez Rodríguez	Coordinador Región Guanacaste

3. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN DIFERENTES REGIONES DE COSTA RICA.

El nitrógeno es uno de los principales elementos requeridos por la caña de azúcar y es considerado como el responsable directo de los incrementos en la producción del cultivo.

Este nutrimento se encuentra presente en los suelos, principalmente bajo la forma orgánica (98%) y solamente un 2% en la forma inorgánica como iones de amonio, amoniaco, nitrato, óxido nitroso, dióxido de nitrógeno, óxido nítrico y nitrito. Las formas amónicas y nítricas son las más aprovechadas por las plantas, pues el resto corresponde a formas gaseosas que se pierden del sistema a través del proceso de la desnitrificación.

El nitrógeno que se recupera en la cosecha, raras veces excede del 60 o 70 por ciento del nitrógeno añadido en el fertilizante. Las pérdidas de este elemento dependen de las condiciones ambientales como son: el clima, suelo y manejo, y las mismas se dan por varias vías entre las que sobresalen la volatilización, fijación del Amoniaco, por inmovilización por parte de las bacterias del suelo, y la más importante por filtración de los nitratos a través de las capas del suelo.

Estas pérdidas han dado impulso a la investigación para hallar materiales fertilizantes que liberen su nitrógeno en un periodo de tiempo más prolongado, con el fin de que los nitratos puedan ser absorbidos por el sistema radicular en expansión durante todo el período de crecimiento de la planta. Por ser la caña de azúcar un cultivo de gran demanda de este nutrimento, la gran cantidad de materia seca producida anualmente y, además, por ser un cultivo de lento crecimiento, es necesario un suministro paulatino del nitrógeno de acuerdo a sus necesidades en el tiempo. Por este motivo el fraccionamiento ha sido una herramienta importante utilizada para cumplir con este objetivo, pero su costo es alto y en ocasiones resulta difícil realizar esta labor.

Durante los últimos años, diversas formas de nitrógeno lentamente disponibles han sido desarrolladas, y algunas se han utilizado comercialmente en césped y otros cultivos en el mundo; sin embargo, en el cultivo de la caña de azúcar es poco lo investigado y con la aparición hoy día en el mercado de diferentes alternativas, es motivo suficiente para

establecer ensayos simultáneos con las fuentes disponibles en diferentes condiciones agro climáticas donde se cultiva la caña de azúcar en Costa Rica; por este motivo se espera lograr obtener resultados más contundentes del beneficio que puedan brindar estos fertilizantes al cultivo. Para ello se han planteado los siguientes objetivos:

- 1) Evaluar la respuesta productiva de la aplicación de diferentes fuentes nitrogenadas sobre los rendimientos agroindustriales de la caña de azúcar.
- 2) Evaluar las diferencias entre las fuentes de lenta liberación o liberación controlada del nitrógeno y las fuentes de uso común en el cultivo aplicadas en forma fraccionada.
- 3) Valorar económicamente cada uno de los tratamientos considerando costo del producto y costo de la aplicación.

Los productos comerciales, así como las características de los diferentes materiales nitrogenados a utilizar en los ensayos se describen en el siguiente Cuadro 1. Los tratamientos (dosis y épocas de aplicación) se presentan en el Cuadro 2, la fertilización en las socas se restringe a dos fertilizaciones como se observa en dicho cuadro.

Con base en los resultados de investigaciones con este nutrimento y su uso comercial, se determinó la cantidad de nitrógeno total a aplicar por año en cada uno de los ensayos, la cual fue de 140 kg/hectárea para las fuentes convencionales, fraccionada entre la primera y segunda fertilización en partes iguales. La dosis de potasio (K_2O) fue de 150 kg/ha aplicado todo en la segunda fertilización.



Cuadro 1.
Productos Comerciales evaluados en los ensayos de Fuentes
de Fertilizantes Nitrogenados de lenta o controlada liberación.

PRODUCTO	COMPOSICIÓN QUÍMICA	CARACTERÍSTICAS	EMPRESA
NITRO XTEND	46 % nitrógeno	Urea enriquecida con AGROTAIN. El AGROTAIN retarda la hidrólisis de la Urea al inhibir el efecto de la enzima ureasa, ayudando a reducir las pérdidas por volatilización.	ABOPAC
UREA + AZUFRE	40 % nitrógeno Total 6 % azufre como sulfato	El recubrimiento de S disminuye las pérdidas por volatilización en más de un 35%	ABOPAC (Linea YaraVera)
PERLKA	19,8 % nitrógeno Total (más de 15 % nitrógeno cianamídico y menos 2 % nitrógeno nítrico) óxido de calcio 50 %	Fertilizante nitrogenado de liberación lenta. Por procesos químicos el Nitrógeno va progresivamente haciéndose disponible para la planta.	AGROCOSTA
LAST N	43 % nitrógeno	Fertilizante nitrogenado de liberación controlada	ABOPAC
N-FORCE	nitrógeno Total 30%: N Orgánico 1% N Amoniacal 3% N Ureico 24 % urea como formaldehido 2% azufre (SO3) 9 % carbono orgánico 7,5% ácidos húmicos 3% boro (B) soluble agua 0,01 % zinc (Zn) soluble agua 0,01 %	El nitrógeno del N-FORCE se divide en 4 formas para dar una mejor nutrición evitando las pérdidas por volatilización y lixiviación en el perfil del suelo. Reduce la lixiviación de nitrógeno (hasta 110 días dependiendo de la precipitación y temperatura.	AGRIAL
AGROCOTE 37-0-0	37 % nitrógeno	Fertilizante de liberación controlada recubierto por capa interna de azufre y capa externa de polímeros.	SCOTTS
NUTRAN	33,5 % nitrógeno		
UREA	46 % nitrógeno		
SULFATO AMONIO	21 % nitrógeno 23,7 % S 71,1 % S-SO ₄		
0 - 46 - 0	46 % P ₂ O ₅		
CLORURO POTASIO	60% K ₂ O 47 % CL		

*Características y composición química proporcionada por cada empresa.

Cuadro 2.
Tratamientos a evaluar considerando dosis y épocas de aplicación en los estudios de fertilizantes nitrogenados en todas las socas.

#	Tratamiento	Kg Producto comercial / parcela	
		1 era fertilización	2 da fertilización
1	Nitro Xtend Abopac	0,94 kg NitroXtend	1,68 kg KCl 0,94 kg NitroXtend
2	Urea + S Abopac	1,08 kg Urea + S	1,68 kg KCl 1,08 kg Urea + S
3	Perlka Agrocosta	4,05 kg Perlka	1,68 kg KCl
4	N - Force Agrial	2,53 kg N-Force	1,68 kg KCl
5	Agrocote 37-0-0 Scotts	1,82 kg Agrocote	1,68 kg KCl
6	Last N Abopac	0,44 kg Urea	
7	Nutran	1,5 kg Nutran	1,68 kg KCl 1,5 kg Nutran
8	Urea	1,1 kg Urea	1,68 kg KCl 1,1 kg Urea
9	Sulfato de Amonio	2,4 kg S. Amonio	1,68 kg KCl 2,4 kg S. Amonio
10	Testigo		1,68 kg KCl

Seguidamente se detallan las recomendaciones dadas por las casas comerciales para dar fundamento a la dosificación de los productos nitrogenados, para las cosechas sucesivas por parte de las casas comerciales.

AGRIAL: Con N-FORCE aplicar un 20% menos de la cantidad general de nitrógeno a (112 kg /ha) y aplicarlo todo en la primera fertilización.

AGROCOSTA: Con PERLKA aplicar un 20% menos de la fertilización general o sea (112 kg/ha) y todo en la primera fertilización.

ABOPAC: Para NITROXTEND y UREA + S, utilizar 15% menos de la dosis general de nitrógeno (119 kg / ha) fraccionado en dos aplicaciones. Para el LAST N utilizar un 40% de la dosis de nitrógeno (56 Kg/ha) aplicado todo a la siembra con el fertilizante fosforado y complementado con un 20% de nitrógeno (28 kg/ha) utilizando otra fuente como UREA aplicada en la primera fertilización.

SCOTT: Con AGROCOTE (37-0-0) aplicar 100 kg de nitrógeno (71,4% de la dosis general) y aplicarlo todo en la primera fertilización.

El tratamiento TESTIGO en cada ensayo no recibió nitrógeno, únicamente fertilizante fosforado al momento de la siembra y a los 4 meses la aplicación de potasio, en las socas solamente se fertilizó a los 4 meses con potasio utilizando como fuente KCL.

Previo a la cosecha de cada ensayo, se tomó una muestra de al menos 10 tallos molederos de caña representativos de cada parcela experimental para ser analizado en el laboratorio de jugos del Ingenio más cercano a cada ensayo.

Se estableció en dichas muestras los valores de por ciento de brix, por ciento de pol en caña, por ciento de pureza del Jugo, por ciento de fibra en caña, y el rendimiento industrial dado en kilogramos de azúcar por tonelada de caña molida.

En el Cuadro 3 y Figura 1 se presenta el costo por ha de cada uno de los tratamientos aplicados, observándose que el fertilizante PERLKA es el más costoso, superando a su inmediato seguidor el fertilizante N FORCE en tres veces su valor y en cinco veces el valor del tercer fertilizante más costoso, el SULFATO DE AMONIO. El costo del resto de los fertilizantes es muy similar al fertilizante nitrogenado más tradicional conocido como NUTRÁN (nitrato de amonio).

Cuadro 3.
Costo económico correspondiente a cada uno de los tratamientos nitrogenados.

Tratamientos	% N	Dosis / ha PC	Kg N / ha	(1) Precio \$ / kg PC	Costo fertilizante PC \$/ha	(2) Costo aplicación \$ / ha	Costo total \$ / ha
Perlka	19,8	566	112	2,7	1.527	17,6	1.545
N Force	30	373	112	1,36	508	17,6	525
Sulfato Amonio	21	667	140	0,49	327	39,6	366
Agrocote	37	270	100	0,9	243	17,6	261
Nutran	33,5	418	140	0,47	196	39,6	236
Urea + S	40	298	119	0,64	190	39,6	230
Urea	46	304	140	0,6	183	39,6	222
Nitrostend	46	259	119	0,62	160	39,6	200
Last N	43	195	84	0,9	176	17,6	193

Tipo Cambio US\$ 568 1\$

(1) PC Producto comercial

(2) Costo mano obra : Primera aplicación \$17,6 ,Segunda aplicación \$22

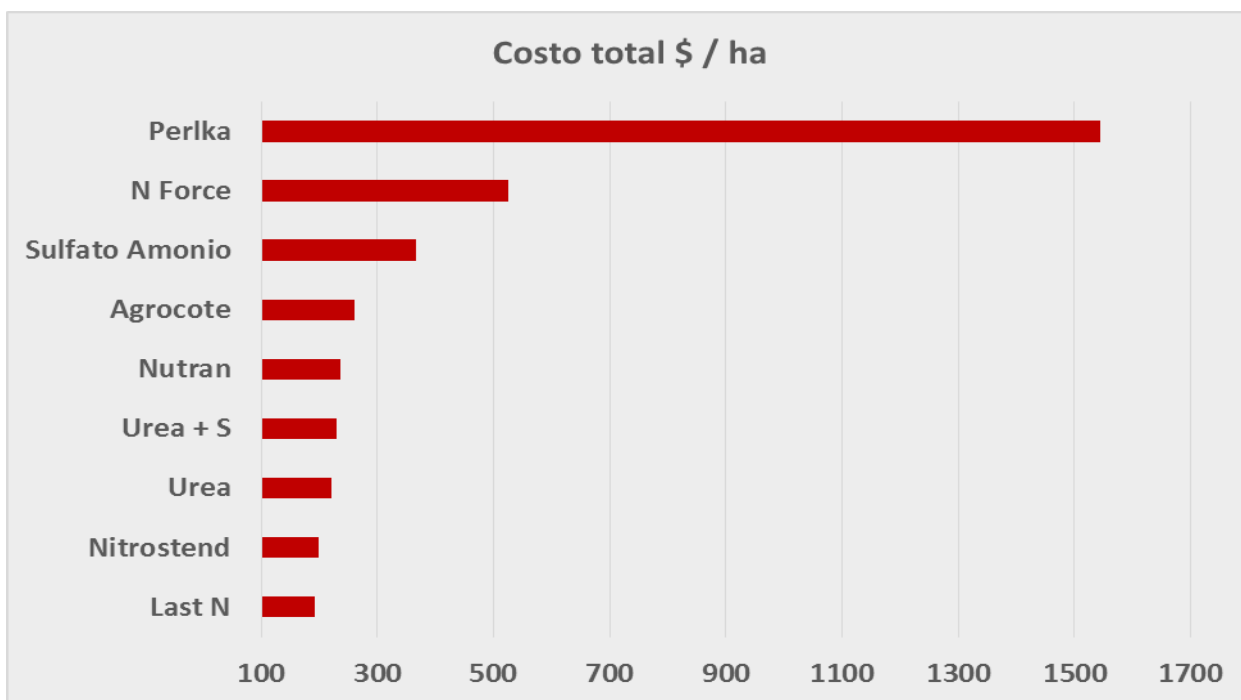


Figura 1. Diferencias en el costo de los diferentes tratamientos evaluados en estos estudios.

Durante la cosecha se pesaron en su totalidad toda la caña moledera de cada parcela y se proyectó a toneladas por hectárea, los resultados de cada uno de los ensayos establecidos en las regiones se detallan a continuación.

4. EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN CAÑAS, GUANACASTE, QUINTA COSECHA.

Este ensayo se estableció en el Colegio de Riego, antigua EEEJN, con una temperatura media de 27°C, una precipitación media anual de 1.700 mm y una altitud de 45 msnm.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Los tratamientos se distribuyeron en forma aleatoria en el campo y la distancia entre bloques fue de 3 m y entre parcelas de 2 m.

Cada parcela experimental estuvo constituida de 5 surcos de 10 metros de largo sembrados a 1,5 metros entre sí, para un área total por parcela de 75 m², la cual fue cosechada como se indicó en su totalidad. La variedad utilizada fue NA 85-1602, debido a su importancia en la región por su proyección en áreas de siembra en el corto y mediano plazo.

Las características químicas del suelo para los estratos de profundidad de 0-20 cm y 20-40 cm, se presentan en el Cuadro 4 donde se observa una baja acidez intercambiable en ambos horizontes, además las Bases Cambiables se encuentran en buenas cantidades y como es característico en estos suelos, se presentan bajos contenidos de fósforo.

Cuadro 4.
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento sobre las fuentes nitrogenadas de Cañas. Guanacaste.

Profundidad	Ph	% SA	cmoles / l					mg / l					
			Acidez	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	CICE	M.O
20 cm	5,9	1	0,2	12,2	3,9	0,63	12	1,8	10	9	47	17,56	3,02
40 cm	6,1	0,67	0,15	16,7	5	0,52	9	2,4	15	7	39	22,37	1,55

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza de las diferentes variables agroindustriales analizadas, y como se observa en dicho cuadro en ninguna de las variables analizadas se presentaron diferencias estadísticas significativas, a pesar que el tratamiento testigo sin

nitrógeno presentara los valores más bajos en las variables más importantes, resultados muy diferentes a los obtenidos en la cosecha anterior donde sí se presentaron diferencias en estas variables.

Cuadro 5.
Análisis de Varianza del resultado de la quinta cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Cañas, Guanacaste.

Andeva	G.L.	% Brix		% Fibra		% Pol		% Pureza		Kg azúcar /t		Caña t / ha		Azúcar t /ha	
		CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	2	2,35	0,03	0,59	1	7,69	0,01	36,71	0,13	418,08	0,04	312,61	0,23	21,47	0,01
Tratamientos	9	0,25	1	0,89	1	0,72	1	9,43	1	56,78	1	228,27	0,37	6,36	0,13
Error	18	0,58		1,42		1,12		16,07		108,27		194,21		3,46	
Total	29	17,29		34,71		41,92		447,6		3.296,16		6.175,52		162,45	
%CV		3,36		8,58		5,05		4,34		7,38		14		13,25	
DMS		0		0		0		0		0		0		0	
tratamientos															
Sulfato Amonio		22,72		13,09		20,70		91,03		141,52		110,42		15,63	
Agrocote		22,92		15,10		21,60		94,28		141,86		93,67		13,28	
Perlka		22,51		13,62		20,51		91,14		138,35		99,96		13,84	
Nitro Xtend		22,70		13,99		21,41		94,30		145,22		115,35		16,84	
Urea +S		22,38		14,12		20,66		92,32		138,33		99,45		13,70	
Nutran		21,99		13,75		20,53		93,28		139,48		101,49		14,08	
Urea		22,51		13,86		21,16		94,00		143,60		95,42		13,69	
Testigo		22,68		14,09		20,48		90,27		136,00		83,91		11,29	
N- Force		22,91		13,88		20,51		89,50		136,26		99,95		13,63	
Last - N		22,89		13,29		21,69		93,58		150,00		95,49		14,36	

Valores con igual letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, según Tukey

En la Figura 2 se presenta esquemáticamente los resultados obtenidos en la producción de azúcar (t/ha), donde sobresalieron el Nitro Xtend y el sulfato de amonio, los cuales superaron al tratamiento testigo en un 33 % y 25,77 % respectivamente. Los demás tratamientos también superaron al testigo pero fueron superados por estos tratamientos.

La respuesta positiva del sulfato de amonio a través de las diferentes cosechas ha sido evidente y a pesar de no presentar la particularidad de lenta o controlada liberación es de concluir que en esta región es de esperar una mayor respuesta al azufre. También cabe resaltar el buen comportamiento productivo obtenido en las diferentes cosechas por parte del fertilizante NITRO XTEND, ya que se ha mantenido en los primeros lugares en la productividad al igual que en la cosecha anterior y además es uno de los fertilizantes más económicos entre los evaluados.

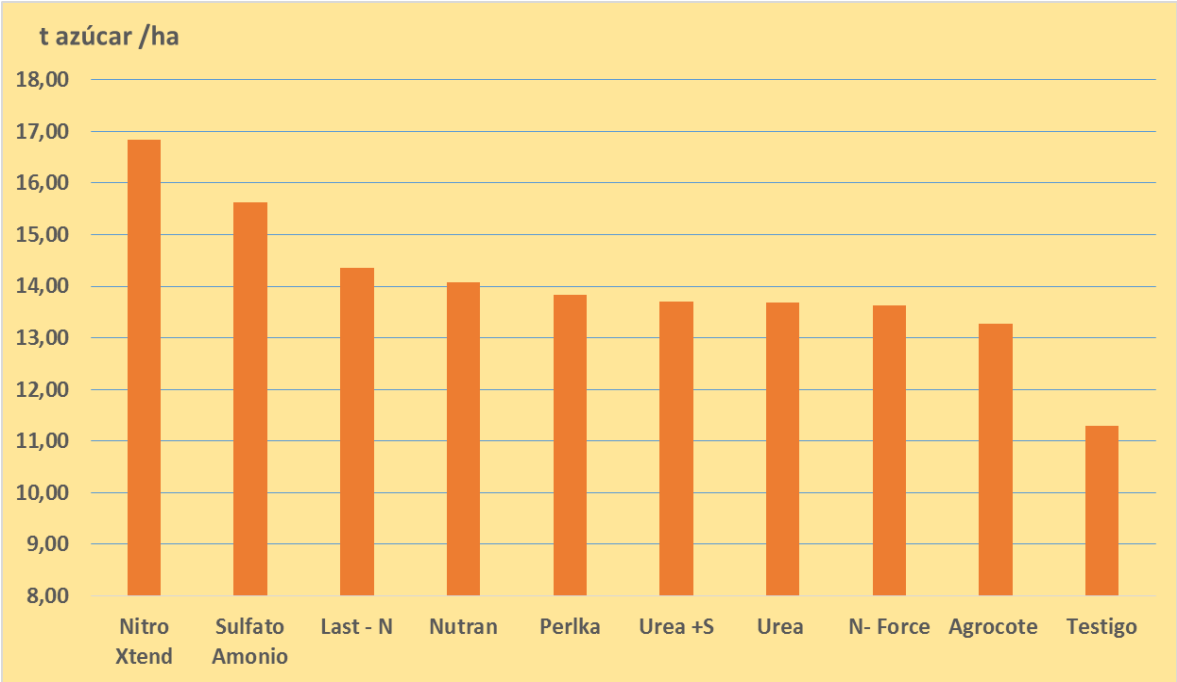


Figura 2. Resultado de la producción de azúcar (t/ha) de la quinta cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Cañas, Guanacaste.

La respuesta diferenciada de algunos tratamientos en las diferentes cosechas posiblemente se deba a las cambiantes condiciones climáticas de esta región en los últimos años, prolongadas sequías y aumento en el stress del cultivo han marcado dichas diferencias, sin embargo los resultados aportan que algunos de estos fertilizantes son buenos y podrían implementarse con seguridad en los programas de fertilizaciones de las fincas de la región.

5. EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN TURRIALBA, CARTAGO. CUARTA COSECHA.

Este ensayo se estableció en la finca “*Canadá*” del Ingenio Atirro ubicado en el cantón de Turrialba, provincia de Cartago, a una altitud de 740 msnm, con una temperatura media anual de 26°C y una precipitación media anual de 2.613 mm

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos se distribuyeron en forma aleatoria en el campo y la distancia entre bloques fue de 3 m y entre parcelas de 2 m.

Cada parcela experimental estuvo constituida de 5 surcos de 9 metros de largo sembrados a 1,5 metros entre sí, para un área total por parcela de 67,5 m² la cual fue evaluada y cosechada en su totalidad.

La variedad utilizada fue B 77- 95 por su importancia en la región o localidad y por su proyección en cuanto a áreas de siembra en el corto y mediano plazo.

Las características químicas del suelo para los estratos de profundidad de 0-20 cm y 20-40 cm se presentan en el Cuadro 6, y en el cual a las profundidades de muestreo demostró que la acidez Intercambiable es alta y por el contrario las bases cambiables (Ca, Mg, K) se encuentran relativamente bajas al igual que el fósforo.

Cuadro 6.
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento de evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba, Cartago. cuarta cosecha.

Profundidad	Ph	% S.A	cmoles / l			mg / l						
			Acidez	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	CICE
20 cm	5,6	2,17	0,2	6,8	1,9	0,29	10	3,6	20	16	147	9,19
40 cm	5,6	3,6	0,25	5,3	1,3	0,08	5	3	18	21	102	6,93

En el siguiente Cuadro 7 se presenta el análisis de varianza aplicado a las variables agroindustriales, observándose en el mismo la presencia nuevamente de diferencias estadísticas significativas en las toneladas de caña y azúcar por hectárea y donde el testigo fue superado por todos los tratamientos.

Cuadro 7.
Análisis de Varianza del resultado de la cuarta cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba, Cartago.

Andeva	G.L.	% Brix		% Sac		% Pureza		% Fibra		Rend Ind		t caña / ha		t azúcar / ha	
		CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	3,00	0,48	0,20	0,08	1,00	5,53	0,21	1,55	0,11	61,85	1,00	6,34	1,00	0,70	1,00
Tratamientos	9,00	0,37	0,31	0,74	0,31	6,64	0,09	0,44	1,00	88,23	0,24	336,21	0,02	7,19	0,01
Error	27,00	0,30		0,60		3,47		0,70		63,50		116,88		2,32	
Total	39,00	12,77		22,98		169,93		27,39		2694,05		6200,63		129,58	
%CV		2,55		3,87		1,99		6,46		5,83		14,48		14,94	
		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		26,60		3,75	
tratamientos															
UREA		21,63		20,02		92,56		12,99		134,44		77,85	ab	10,50	ab
NITRO XTEND		21,13		19,61		92,79		13,36		133,23		80,43	ab	10,68	ab
NUTRAN		21,18		20,47		96,60		12,59		145,03		84,85	a	12,23	a
UREA + S		20,95		19,32		92,20		12,73		133,62		80,89	ab	10,78	ab
PERLKA		21,33		19,87		93,18		12,43		137,87		77,59	ab	10,70	ab
N-FORCE		21,65		20,46		94,46		12,60		143,40		76,22	ab	10,92	ab
AGROCOTE		21,05		19,57		92,94		13,21		131,88		67,71	ab	8,92	ab
LAST-N		21,68		20,27		93,49		13,20		132,30		64,52	ab	8,57	ab
SULFATO AMONIO		21,10		19,53		92,56		12,80		135,09		80,93	ab	10,96	ab
TESTIGO		21,76		20,40		93,75		13,25		140,01		55,46	b	7,80	b

Valores con igual letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, según Tukey 5%.

En la Figura 6 se observa el comportamiento productivo de los diferentes tratamientos en la producción de azúcar en esta cosecha manteniéndose el nutran (nitrato de amonio) como el fertilizante más efectivo en esta región. Si se analizan los resultados obtenidos a través de las diferentes cosechas es posible seleccionar algunas alternativas que ocuparon

posiciones intermedias y superaron al tratamiento testigo, por ejemplo urea + azufre y Nitro Xtend .

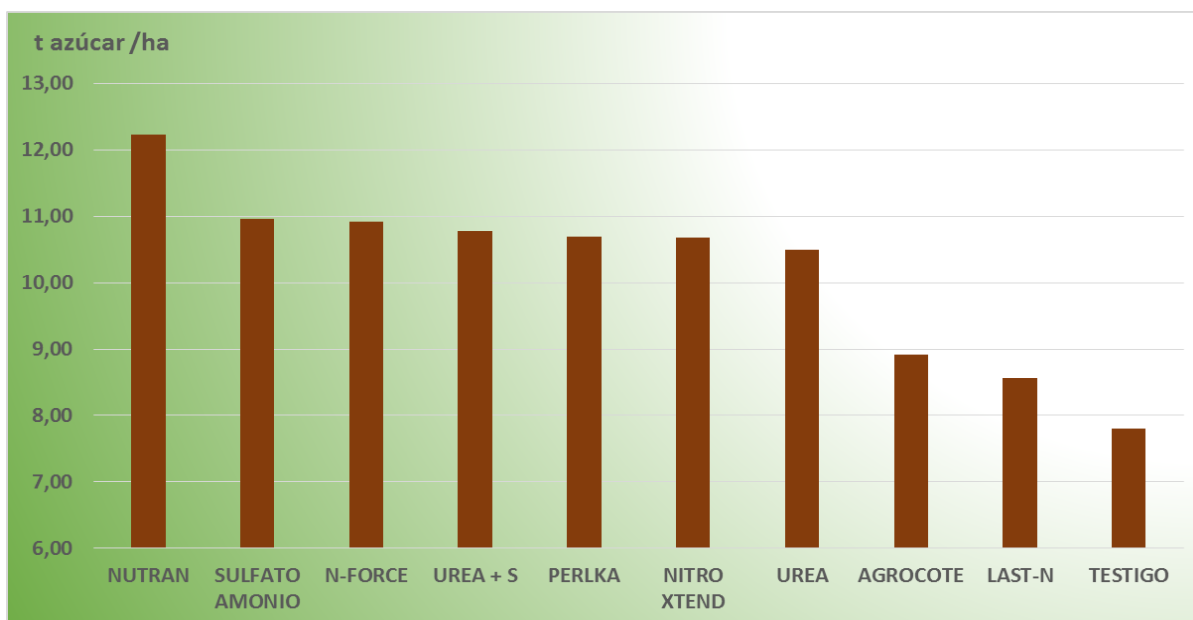


Figura 6. Resultados de la producción de Azúcar (t /ha) de la cuarta cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba.



6. RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LA INTERACCIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO Y POTASIO EN LA REGIÓN SUR. TERCERA COSECHA.

El manejo adecuado de la fertilidad de suelos limitantes nutricionalmente como son los Ultisoles es un aspecto básico dentro del manejo del cultivo si se pretende obtener índices de rendimiento y productividad agroindustrial elevados y que conlleven a una mayor competitividad de las empresas cañeras de la zona sur.

La sostenibilidad productiva del cultivo de la caña de azúcar y la búsqueda de nuevas y mejores formas para incrementar los índices de rendimiento agroindustrial, son aspectos prioritarios que deben ser constantemente revisados y estudiados. Por este motivo, el conocer las exigencias nutricionales de las nuevas variedades y su respuesta productiva de los principales nutrimentos, es técnicamente un asunto de alta prioridad.

La necesidad, de obtener información adecuada sobre la respuesta de dos importantes nutrimentos como son el nitrógeno y el potasio, permitirían conceptualizar su importancia, optimizar sus efectos y racionalizar su aplicación como insumos promotores del mejoramiento agroindustrial del cultivo, de aquí que el objetivo del presente estudio fue de determinar las mejores dosis del nitrógeno y potasio interaccionando entre sí, para lograr los mayores rendimientos agroindustriales del cultivo y en una nueva variedad de alta productividad.

El ensayo se estableció en finca “*El Porvenir*” en San Pedro de Pérez Zeledón, y el diseño utilizado fue de un bloques completos al azar con tres repeticiones. Las parcelas utilizadas fueron de 5 surcos de 7 metros de largo para un área total por parcela de 52,5 m². Para suplementar las dosis de nitrógeno se aplicó, NUTRAN (nitrato de amonio 33,5 % N) y, para el suministro de potasio se utilizó como fuente cloruro de potasio (60 % K₂O). El detalle de los tratamientos se presenta en el siguiente Cuadro 8.

Cuadro 8.
Tratamientos utilizados en la evaluación de la interacción
de nitrógeno y potasio en la Región Sur.

# tratamientos	Kg / ha Nitrógeno	Kg / ha Potasio
1	0	0
2	0	100
3	0	150
4	0	200
5	50	0
6	50	100
7	50	150
8	50	200
9	100	0
10	100	100
11	100	150
12	100	200
13	150	0
14	150	100
15	150	150
16	150	200

Al momento de la siembra se aplicó al fondo del surco la fórmula 11-52-0 en la dosis de 288,46 kg/ha para suplir al cultivo el equivalente a 150 kg de P₂O₅/ha; cantidad que correspondió a 31,73 kg de nitrógeno adicionados al momento de la siembra por lo que se agregó por medio del fertilizante NUTRÁN (33,5%) el faltante de nitrógeno para suplir la mitad de la dosis a evaluar. En caso del potasio la mitad de la dosis a evaluar, se aplicó a la siembra utilizando la fuente de CLORURO DE POTASIO KCL (60%). En la segunda fertilización del cultivo aproximadamente 3 meses después de la siembra se aplicó la otra mitad de la dosis de nitrógeno y potasio utilizando las mismas fuentes. En las socas o retoños se añadió a las parcelas las cantidades de nitrógeno y potasio indicadas en el Cuadro 8, utilizando las fuentes de NUTRÁN (33,5 %N) y CLORURO DE POTASIO (60 % K₂O), fraccionadas en dos aplicaciones.

En el Cuadro 9 se presenta la condición de fertilidad del suelo donde se estableció el ensayo, observándose condiciones de una alta acidez típica de estos suelos, y por lo tanto bajos contenidos de bases cambiables, sobresaliendo entre ellas el potasio, por lo que es de esperar una respuesta positiva a la aplicación de este elemento.

Cuadro 9.

Resultado del análisis químico de suelo realizado previo al establecimiento del ensayo.

		cmol(+) / l				mg / l				
	Ph	Acidez	Ca	Mg	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn
Valores	4,3	1,92	0,89	0,16	0,11	5	262	4	2,4	3
óptimo	5,5 -6,5	0,3	4 -20	1 - 10	0,2 - 15	10 - 40	10 -50	1 - 20	3 . 15	5 - 50

En el Cuadro 10 se presenta el resultado del análisis de varianza de la tercera cosecha efectuada a este estudio, observándose en dicho cuadro la presencia de diferencias significativas en las variables productivas de caña y azúcar (t/ha) en la respuesta a los tratamientos con el elemento potasio similarmente a lo ocurrido en la cosecha anterior. Es importante recordar que también en la primera cosecha, únicamente se presentaron diferencias estadísticas con este nutrimento y en la variable rendimiento industrial (kg az/t caña), donde la mejor dosis fue de 200 kg/ha.

En la Figura 7 se presenta el resultado de la producción de azúcar (t/ha), observándose en la misma la importancia del potasio, ya que al incrementar las dosis de este nutrimento la producción de azúcar se incrementó también, por otra parte a diferencia de la primera cosecha el nitrógeno aparentemente es requerido para que la producción de azúcar sea sostenible. Con los resultados de esta cosecha es posible obtener con base en los resultados mejores conclusiones y en este concepto de la nutrición con potasio es posible afirmar que la respuesta al potasio siempre ha sido positiva y en las primeras cosechas posiblemente por déficit de potasio en el suelo las necesidades fueron mayores y con las aplicaciones continuas en esta cosecha dichas necesidades han disminuido al punto que estadísticamente hasta con 100 kg de este elemento por hectárea es suficiente para mantener rendimientos agroindustriales satisfactorios.

Cuadro 10.
Resultados del Análisis de Varianza aplicado a las variables agroindustriales en la
evaluación de diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio en la Región Sur. Tercera
cosecha.

ANDEVA		% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Rend.Ind		t caña /ha		t az/ha	
Fuente variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	2	3,02	0,00	4,53	0,00	8,92	0,36	0,05	1,00	237,43	0,02	196,52	0,22	0,34	1,00
Nitrogeno(A)	3	0,73	0,13	1,01	0,18	7,31	1,00	0,97	0,10	68,17	0,29	240,07	0,14	1,92	1,00
Potasio(B)	3	0,35	1,00	0,26	1,00	2,28	1,00	1,17	0,06	1,68	1,00	737,49	0,00	12,91	0,01
Interacción N*K	9	0,57	0,18	0,49	1,00	5,28	1,00	0,61	0,21	48,03	1,00	122,40	1,00	1,92	1,00
Error	30	0,37		0,58		8,31		0,42		51,95		123,54		3,02	
Total	47	25,40		34,57		343,35		24,56		2675,24		8133,48		152,88	
% CV		2,58		3,67		3,26		4,41		5,42		11,28		13,27	
Nitrógeno															
0 kg Nitrogeno		23,72		21,09		88,90		14,67	a	135,93		92,86		12,58	
50 kg Nitrogeno		23,12		20,49		88,64		14,27	a	132,95		100,83		13,40	
100 kg Nitrogeno		23,51		20,48		87,18		14,84	a	130,09		103,11		13,42	
150 kg Nitrogeno		23,48		20,81		88,60		14,89	a	133,16		97,27		12,96	
Potasio															
0 kg Potasio (K ₂ O)		23,54		20,90		88,82		15,10	a	132,98		86,84	b	11,56	b
100 kg Potasio(K ₂ O)		23,24		20,55		88,42		14,59	ab	132,57		101,14	a	13,36	ab
150 kg Potasio(K ₂ O)		23,41		20,67		88,32		14,36	b	133,48		102,72	a	13,74	a
200 kg Potasio(K ₂ O)		23,64		20,74		87,76		14,61	ab	133,10		103,37	a	13,71	a
Interacción(N K)															
0 N, 0 K ₂ O		24,32		21,53		88,51		15,24		136,17		83,17		11,32	
0 N, 100 K ₂ O		23,52		21,08		89,56		14,25		138,12		96,25		13,19	
0 N, 150 K ₂ O		23,73		20,93		88,17		15,09		132,74		104,64		13,91	
0 N, 200 K ₂ O		23,29		20,81		89,36		14,09		136,67		87,37		11,90	
50 N, 0 K ₂ O		23,58		21,05		89,27		14,57		136,28		92,00		12,54	
50 N, 100 K ₂ O		22,71		20,14		88,75		14,36		130,82		104,00		13,62	
50 N, 150 K ₂ O		22,92		20,26		88,40		13,50		132,85		97,71		12,99	
50 N, 200 K ₂ O		23,28		20,52		88,13		14,62		131,86		109,59		14,45	
100 N, 0 K ₂ O		22,87		20,27		88,65		15,13		128,74		91,62		11,80	
100 N, 100 K ₂ O		23,55		20,70		87,90		14,55		133,14		99,49		13,25	
100 N, 150 K ₂ O		23,56		20,75		88,16		14,58		133,44		107,81		14,43	
100 N, 200 K ₂ O		24,04		20,19		83,99		15,10		125,05		113,52		14,20	
150 N, 0 K ₂ O		23,38		20,76		88,83		15,47		130,73		80,57		10,56	
150 N, 100 K ₂ O		23,19		20,29		87,47		15,19		128,20		104,82		13,40	
150 N, 150 K ₂ O		23,41		20,74		88,56		14,29		134,87		100,70		13,61	
150 N, 200 K ₂ O		23,94		21,45		89,56		14,62		138,83		102,98		14,29	

Valores con igual letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, según Tukey 5%.

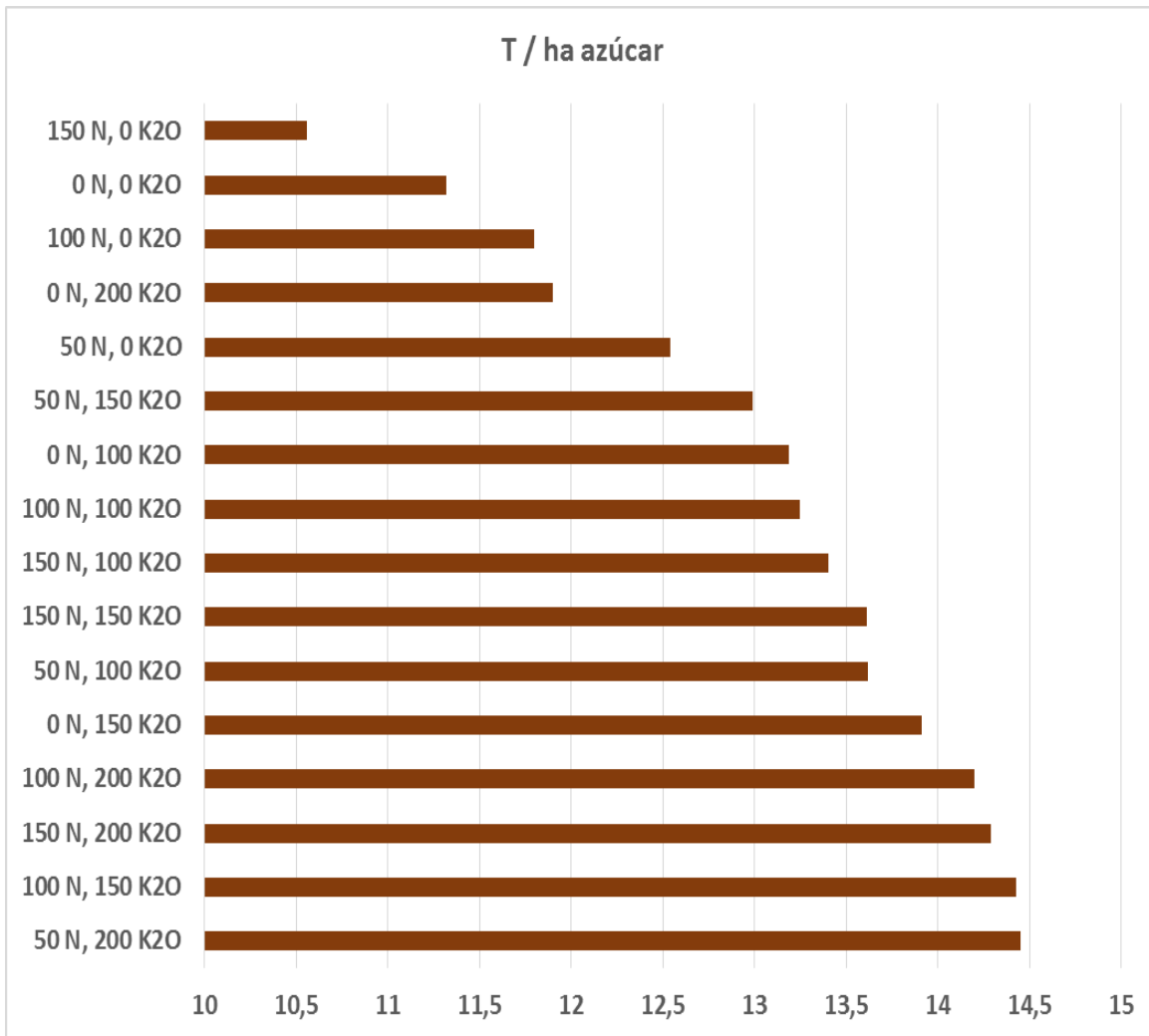


Figura 7. Resultados en la producción de azúcar (t/ha) en la evaluación de diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio en la Región Sur.

En la relación de ambos elementos y tomando en cuenta aspectos económicos y las cosechas anteriores se puede afirmar que una buena relación es de 100 kg de N y 150 kg de potasio por hectárea,. Valores que tradicionalmente se han recomendado para el cultivo en forma general, con estos resultados se confirma que las investigaciones realizadas en el pasado con diferentes ambientes y variedades han estado bien fundamentadas.

7. RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LA INTERACCIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO Y POTASIO EN LA REGIÓN VALLE CENTRAL. Primera cosecha.

En todos los cultivos el balance en la fertilización es absolutamente esencial para optimizar la productividad y en el caso de la de la caña de azúcar el nitrógeno y el potasio la relación adecuada es sumamente importante para lograr altos rendimientos industriales y una buena producción de caña. |

El nitrógeno aplicado en las cantidades adecuadas, produce principalmente más toneladas de caña por hectárea y según las cantidades aplicadas la respuesta obtenida puede ser fácilmente perceptible por cualquier agricultor. Por su parte altas cantidades de nitrógeno en los tejidos vegetales en la época de cosecha es la principal causa del bajo contenido de sacarosa en el jugo de la caña de azúcar, producto del balance entre la cantidad total de sacarosa sintetizada y cantidad hidrolizada por la actividad de las enzima invertasa ácida y neutra.

Por otro lado, el potasio promueve principalmente la producción de sacarosa, y como consecuencia ayuda en la recuperación de esta en la fábrica, pero también interviene en muchas otras funciones importantes para la planta, como por ejemplo en la formación de la estructura celular, en la asimilación de carbono, la fotosíntesis, la síntesis de proteína, formación de almidón, translocación de proteínas, la economía del uso del agua, el desarrollo normal de la raíz. El potasio participa en la formación y neutralización de ácidos orgánicos. Además, juega un papel muy importante en el balance entre la formación , acumulación y consumo de azúcares por la planta durante el desarrollo vegetativo

Para obtener altos rendimientos y buena calidad de jugos en la caña de azúcar se requiere de igual o mayor cantidad de potasio que de nitrógeno .En la mayoría de los países productores de caña la relación recomendada de estos dos nutrimentos es de 2:3, 2:2 ó 2:1. Sin embargo muchos agricultores todavía no aplican la cantidad adecuada de K en relación a la cantidad de nitrógeno que utilizan. Esto ocasiona que la eficiencia del fertilizante nitrogenado que se está aplicando se vea disminuida y además la producción de sacarosa sea menor por tonelada de caña producida. El objetivo del presente ensayo consistió en conocer la respuesta productiva de la caña de azúcar a la interacción de dosis crecientes de nitrógeno y potasio en las condiciones de un suelo Andisol.

El estudio se estableció en la finca “La Celina “propiedad de Cooperativa Victoria con una precipitación media de 2.367 mm anuales y una temperatura media anual de 24,15 °C. La variedad cultivada fue RB 78 65 15 por su amplia aceptación por parte de los productores. Las parcelas utilizadas fueron de 5 surcos de 7 metros de largo para un área total por parcela de 52,5 m². Para suplementar las dosis de nitrógeno se aplicó, NUTRAN (nitrato de amonio 33,5 % N) y, para el suministro de potasio se utilizó como fuente cloruro de potasio (60 % K₂O). El detalle de los tratamientos se presenta en el siguiente Cuadro 11.

Cuadro 11.
Tratamientos utilizados en la evaluación de la interacción de nitrógeno y potasio en la Región del Valle Central.

# tratamientos	Kg / ha Nitrógeno	Kg / ha Potasio
1	0	0
2	0	100
3	0	150
4	0	200
5	50	0
6	50	100
7	50	150
8	50	200
9	100	0
10	100	100
11	100	150
12	100	200
13	150	0
14	150	100
15	150	150
16	150	200

En el Cuadro 12 se observa el reporte del análisis químico del suelo del sitio del experimento y donde destaca una alta acidez, bajas cantidades de calcio y magnesio y como es común en estos suelos cantidades aceptables de potasio. Por su parte el fósforo se encuentra en cantidades que superan levemente el nivel crítico y el contenido de materia orgánica es bajo.

Cuadro 12
Resultado del análisis de suelo extraído del sitio del experimento.

PH	Acidez	% SA	cmoles / l			mg / l						
			Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	CICE	M.O
5,1	0,9	17,5	3,2	0,6	0,4	13,1	2,0	11,3	6,0	124,0	5,1	0,2

Cuadro 13.

Relaciones catiónicas presentes en el suelo antes de la aplicación de los tratamientos.

Valores	Ca / Mg	Ca/ K	Mg /K	Ca+ Mg / K
Relación	5,33	8	1,5	4,7
Optimo	2 - 5	5 - 25	2,5 - 15	10 - 40

Cuadro 14.

Resultados del Análisis de Varianza aplicado a las variables agroindustriales en la evaluación de diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio en la Región del Valle Central O. Primera cosecha.

ANDEVA		Rend.Ind		t caña /ha		t az/ha	
Fuente variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	3	127,02	0,34	103,15	0,35	0,15	1,00
Nitrogeno(A)	3	24,06	1,00	468,06	0,01	4,76	0,02
Potasio(B)	9	63,06	1,00	93,56	1,00	3,08	0,09
Interacción N*K	30	209,63	0,10	295,17	0,01	4,60	0,00
Error	47	113,95		95,57		1,30	
Total		5820,67		7414,67		104,11	
% CV		9,85		11,22		12,11	
Nitrógeno		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
0 kg Nitrogeno		109,25		83,42	ab	9,08	ab
50 kg Nitrogeno		106,33		93,83	a	9,96	a
100 kg Nitrogeno		109,42		90,92	ab	9,91	ab
150 kg Nitrogeno		108,33		80,50	b	8,68	b
Potasio		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 kg Potasio (K ₂ O)		111,17		91,33		10,13	a
100 kg Potasio(K ₂ O)		108,58		85,67		9,25	a
150 kg Potasio(K ₂ O)		105,58		85,50		8,96	a
200 kg Potasio(K ₂ O)		108,00		86,17		9,28	a
Interacción(N K)		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
0 N, 0 K ₂ O		109,67		86,00	Aa	9,43	Aa
0 N, 100 K ₂ O		115,67		81,67	Aa	9,37	Aa
0 N, 150 K ₂ O		105,67		95,67	Aa	10,00	Aa
0 N, 200 K ₂ O		106,00		70,33	Ba	7,50	Ba
50 N, 0 K ₂ O		112,67		101,33	Aa	11,47	Aa
50 N, 100 K ₂ O		107,00		85,33	Aa	9,13	Aa
50 N, 150 K ₂ O		109,00		84,67	Aa	9,20	Aa
50 N, 200 K ₂ O		96,67		104,00	Aa	10,03	ABa
100 N, 0 K ₂ O		120,33		89,67	Aa	10,73	Aab
100 N, 100 K ₂ O		104,00		91,00	Aa	9,40	Aab
100 N, 150 K ₂ O		95,33		83,00	Aa	7,77	Ab
100 N, 200 K ₂ O		118,00		100,00	ABa	11,73	Aa
150 N, 0 K ₂ O		102,00		88,33	Aa	8,90	Aa
150 N, 100 K ₂ O		107,67		84,67	Aa	9,10	Aa
150 N, 150 K ₂ O		112,33		78,67	Aa	8,87	Aa
150 N, 200 K ₂ O		111,33		70,33	Ba	7,87	Ba

Valores con igual letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, según Tukey 5%.

En el Cuadro 14 se presenta el resultado del análisis de varianza, observándose que se presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables producción de caña y azúcar en las dosis de nitrógeno y en la interacción entre las dosis de este elemento y las dosis de potasio. Con las dosis de potasio se presentaron diferencias solamente en la variable producción de azúcar. En la figura 8, se presenta la producción de azúcar (t/ha), obtenida por la aplicación de nitrógeno observándose que las mejores dosis fueron 50 y 100 kg /ha superando al tratamiento testigo aproximadamente en un 8 % en esta variable. Es evidente que económicamente el tratamiento con 50 kg de nitrógeno es el más relevante en esta variable y en esta cosecha.

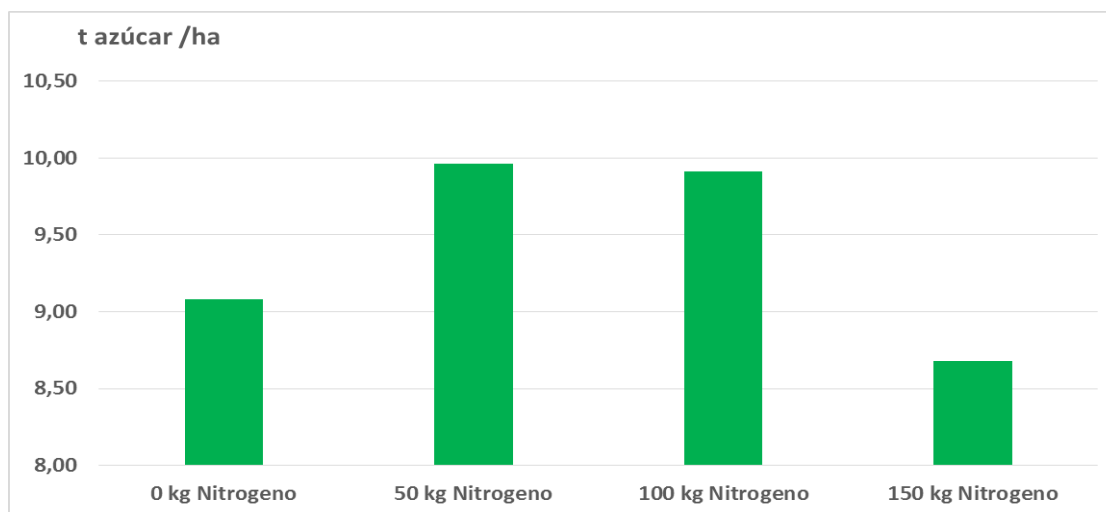


Figura 8. Producción de azúcar por hectárea aportado por los diferentes tratamientos de nitrógeno.

La respuesta a la aplicación del potasio contradice las altas demandas de este elemento por parte del cultivo, ya que como se observa en la figura 9, el tratamiento testigo fue el que más cantidad de azúcar produjo por hectárea, este comportamiento se podría justificar como posible causa un desbalance en las relaciones entre las bases cambiables, si se observa el Cuadro 15, se evidencian excesos de potasio en el suelo con respecto al magnesio. La interacción entre el nitrógeno y el potasio, (figura 10) produjo altos rendimientos de azúcar con bajas dosis de ambos elementos, por ejemplo con 50 y 100 kg de nitrógeno y 0 kg de potasio fueron suficientes, para producir azúcar en cantidades satisfactorias por hectárea.

Para concluir y determinar la mejor relación de estos nutrimentos se deben realizar otras cosechas, manteniendo el mismo esquema de fertilización planteado en este experimento.

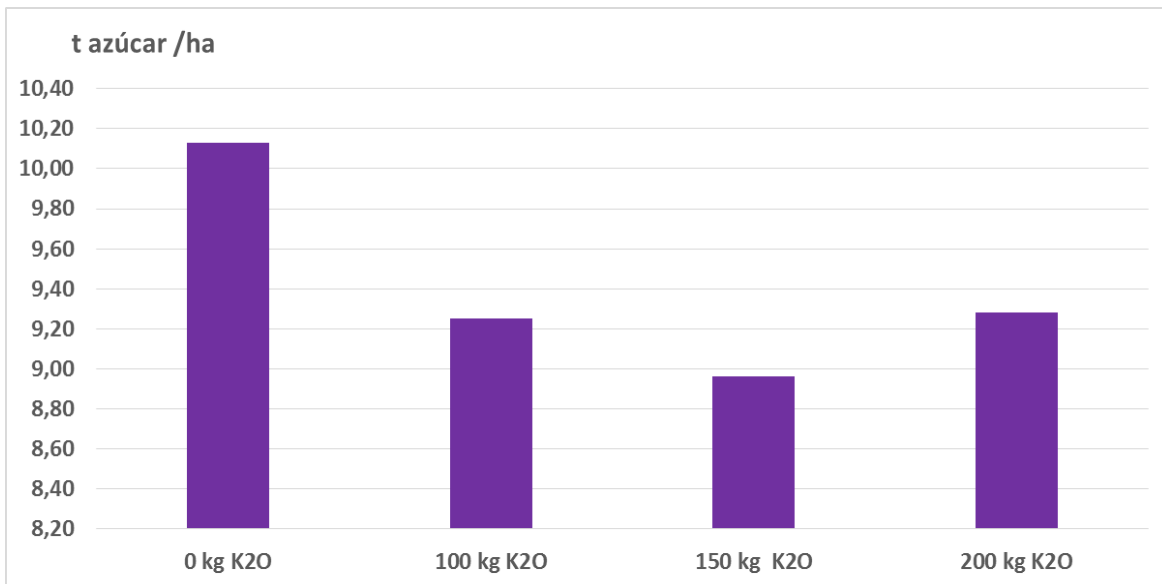


Figura 9. Producción de azúcar por hectárea aportado por los diferentes tratamientos de potasio.

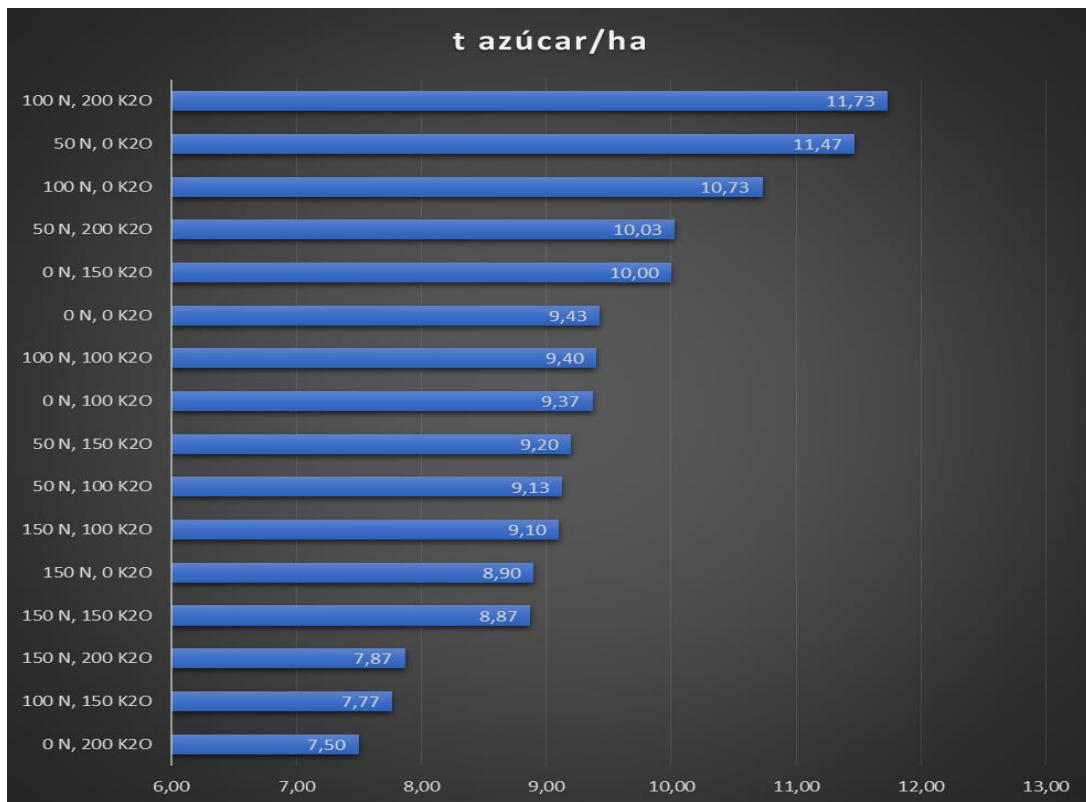


Figura 10. Resultados de la interacción de nitrógeno y potasio sobre la producción de azúcar por hectárea en el experimento.

8. EVALUACIÓN DE DOSIS CRECIENTES DE FÓSFORO EN DOS VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR DE LA ZONA SUR. TERCERA COSECHA.

El objetivo primordial de la fertilización de los suelos consiste en suplir al suelo los nutrimentos esenciales que este no posee o dispone en cantidades insuficientes como es típico de los suelos del orden de los Ultisoles, impidiendo satisfacer las demandas o requerimientos de la caña de azúcar en cantidades suficiente para obtener buenos y sustentables rendimientos agroindustriales.

Uno de los nutrimentos más escasos en estos suelos es el fósforo, elemento indispensable para promover un adecuado desarrollo radicular de la caña de azúcar. Sin embargo, este nutrimento al contacto con el suelo, está expuesto a una elevada fijación impidiendo con ello ser aprovechado por el cultivo en un periodo de máxima necesidad como es la siembra.

La aparición de nuevas variedades de alto rendimiento en la Región Sur, ha obligado a retomar este tipo de investigación con el objetivo de verificar o determinar cuál es la dosis de fósforo más adecuada para estas variedades, asumiendo el hecho de que las mismas cuentan con un sistema radicular diferenciado en tamaño y capacidad de extracción de nutrimentos. Por este motivo el objetivo del presente estudio consistió en valorar en dos variedades de alto rendimiento productivo la respuesta a la aplicación de fósforo al momento de la siembra.

Este ensayo se estableció en la finca en finca “*El Porvenir*” con suelos del orden Ultisol perteneciente a CoopeAgri R.L. y ubicada en el distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón, a una altitud de 560 msnm, una temperatura media de 23,2°C y una precipitación media anual de 2.581 mm .El diseño utilizado en este estudio fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, en arreglo factorial de 2⁶.

Las parcelas o unidades experimentales estuvieron constituidas por 5 surcos de 7 metros de largo separados a 1,5 metros entre sí, para un área de parcela de 52,5 m². Los diferentes tratamientos se presentan en el siguiente Cuadro 15.

Cuadro 15.
Varietades utilizadas y sus respectivas dosis de Fósforo aplicadas.

Tratamientos	Varietades	Kg / ha P ₂ O ₅
1	LAICA 04-825	0
2	LAICA 04-826	50
3	LAICA 04-827	100
4	LAICA 04-828	150
5	LAICA 04-829	200
6	LAICA 05-805	0
7	LAICA 05-806	50
8	LAICA 05-807	100
9	LAICA 05-808	150
10	LAICA 05-809	200

150 kg P205 Fraccionado (2 aplicaciones)

Al momento de la siembra y al no contar con el fertilizante triple superfosfato para agregar fósforo, se incorporó al fondo del surco la fórmula 11-52- 0 en dosis variadas para cumplir con las dosis de fósforo a evaluar. Como en la fórmula de este fertilizante se agregó un 11% de nitrógeno, y se procedió a aplicar las cantidades de nitrógeno adicionales para compensar la cantidad de este nutrimento aplicado con esta fórmula como se observa en el Cuadro 16.

Como fuente de nitrógeno se utilizó, NUTRÁN (33,5 % N) y como fuente de potasio, se aplicó cloruro de potasio (60% K₂O), el cual se depositó la mitad al momento de la siembra y la otra mitad en la segunda fertilización aplicado conjuntamente con el restante nitrógeno aproximadamente 3 meses después de la siembra.

Cuadro 16.
Cantidades compensatorias de fertilizante nitrogenado y potásico aplicado a las parcelas para equilibrar los nutrientes.

Kg de Fósforo / ha	Cantidad de fertilizante a agregar / ha (siembra)			Segunda Fertilización (3 meses)	
	kg 11-52-0	Kg NUTRAN (75 kg N)	Kg KCL (75 kg K ₂ O)	Kg NUTRAN (75 kg N)	Kg KCL (75 kg K ₂ O)
0	0	224	125	224	125
50	96,1	192,29	125	224	125
100	192,3	160,71	125	224	125
150	288,4	129,16	125	224	125

En el Cuadro 17 se presenta la condición de fertilidad del suelo donde se estableció el ensayo, observándose condiciones de una alta acidez típica de estos suelos y por lo tanto bajos contenidos de bases cambiables, también bajas cantidades de fósforo como es natural, por lo que es de esperar una respuesta positiva a la aplicación de este elemento.

Cuadro 17.
Resultado del análisis químico de suelo realizado al lugar donde se estableció el ensayo.

	Ph	cmol(+) / l				mg / l				
		Acidez	Ca	Mg	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn
Valores	4,3	1,92	0,89	0,16	0,11	5	262	4	2,4	3
óptimo	5,5 -6,5	0,3	4 -20	1 - 10	0,2 - 15	10 - 40	10 -50	1 - 20	3 . 15	5 - 50

La respuesta a la aplicación de fósforo en el cultivo de la caña de azúcar es esperada en la primera cosecha y posiblemente alguna leve repercusión en la segunda cosecha, ya que este elemento es sumamente importante y determinante en el proceso de proliferación de raíces y formación de la cepa de la caña. Los resultados de cosechas anteriores así lo demostraron y como se menciono fue sorprendente aunque no con diferencias significativas presentar diferencias productivas en las dosis y entre variedades. Este ensayo se le ha dado continuidad para observar la tendencia del aporte del fosforo en el momento de la siembra hasta una tercera cosecha.

En el Cuadro 18 se presenta el resultado del análisis de varianza de la tercera cosecha efectuada a los diferentes tratamientos y variables agroindustriales del estudio. En el mismo se observa la ausencia de diferencias estadísticas significativas en la interacción entre las variedades y las dosis de fósforo aportadas al momento de la siembra, con excepción de las variedades las cuales siempre muestran diferencias en su capacidad productiva amparada a aspectos genéticos, La variedad LAICA 04-825 superó nuevamente a la variedad LAICA 05-805 al igual que en la primera cosecha.

Cuadro 18.
Análisis de Varianza aplicado a las variables agroindustriales evaluadas en la tercera cosecha.

ANDEVA		% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Rend.Ind	t caña /ha		t azúcar /ha		
Fuente variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Bloques	2,00	1,12	1,00	1,41	1,00	1,68	1,00	0,43	1,00	105,14	1,00	403,24	0,05	2,00	1,00
Variedades	1,00	0,08	1,00	21,13	0,00	353,08	0,00	2,90	0,04	2237,41	0,00	148,03	0,27	13,03	0,03
Fósforo	4,00	1,40	0,34	2,42	0,29	16,07	0,35	1,52	0,08	188,98	0,23	309,94	0,06	7,05	0,04
Variedad * dosis Fósforo	4,00	0,73	1,00	1,00	1,00	19,19	0,27	2,48	0,02	85,59	1,00	73,47	1,00	2,98	0,31
Error	18,00	1,16		1,80		13,66		0,60		120,85		115,75		2,28	
Total	29,00	31,67		70,03		743,46		30,58		5721,31		4571,69		98,24	
% CV		4,63		6,82		4,36		5,35		8,81		9,62		10,87	
Variedades															
LAICA 04-825		23,27		20,51	a	88,12	a	14,17	b	133,38	a	109,64		14,56	a
LAICA 05-805		23,17		18,83	b	81,26	b	14,79	a	116,11	b	114,08		13,24	b
Dosis Fósforo /ha															
0 kg P2O5		23,17		19,25		82,99		14,30	a	123,26		106,41	a	13,04	a
50 kg P2O5		22,60		18,85		83,42		15,04	a	116,42		113,49	a	13,12	a
100 kg P2O5		22,99		20,00		86,95		13,73	a	129,88		102,51	a	13,24	a
150 kg P2O5		23,87		20,46		85,69		14,55	a	130,01		118,70	a	15,41	a
200 kg P2O5		23,48		19,82		84,42		14,78	a	124,15		118,19	a	14,69	a
Interacción var.dosis Fósforo															
LAICAS 04825 0 kg P2O5		22,82		20,32		88,92		13,06	Ba	137,15		109,53		14,81	
LAICA 04825 50 kg P2O5		22,73		19,93		87,68		14,83	Aa	126,90		109,02		13,79	
LAICA 04 825 100 kg P2O5		23,58		21,14		89,67		14,26	Aa	137,59		96,76		13,31	
LAICA 04825 150 kg P2O5		23,75		20,63		86,84		14,05	Aa	133,82		115,49		15,46	
LAICA 04825 200 kg P2O5		23,49		20,55		87,51		14,63	Aa	131,43		117,40		15,42	
LAICA 05805 0 kg P2O5		23,52		18,17		77,05		15,54	Aa	109,37		103,30		11,26	
LAICA 05805 50 kg P2O5		22,47		17,76		79,17		15,25	Aab	105,93		117,97		12,44	
LAICA05805 100 kg P2O5		22,40		18,85		84,24		13,19	Ab	122,16		108,26		13,18	
LAICA05805 150 kg P2O5		23,99		20,29		84,54		15,04	Aab	126,21		121,91		15,37	
LAICA05805 200 kg P2O5		23,47		19,10		81,32		14,93	Aab	116,86		118,98		13,96	

Valores con igual letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, según Tukey 5%.

En la Figura 11 se presenta la respuesta productiva en producción de azúcar (t/ha) de las variedades en interacción con las dosis de fósforo evaluadas en este estudio, donde se evidencia en esta cosecha un cambio en la respuesta productiva diferenciada entre ambas variedades a la aplicación del fósforo, ya que la variedad LAICA 04-825 la cual respondía a mayores cantidades de fósforo en esta cosecha las mismas fueron muy similares en ambas variedades, esto posiblemente debido a la tendencia de igualar las diferencias al agotarse las reservas de fósforo en el suelo y donde la variedad con mayor rusticidad se impone a la variedad más exigente con este elemento.

Como se observa la tendencia en la variedad LAICA 04-825 fue creciente y en esta tercer cosecha persisten como los mejores tratamientos el mejor tratamientos con la dosis de 200 kg de P_2O_5 /ha.

Con la variedad LAICA 05-805 la mayor producción se logró con la dosis de 150 kg de P_2O_5 /ha. Con estos resultados es posible concluir que no todas las variedades requieren de las mismas cantidades de Fósforo y que sus necesidades están necesariamente vinculadas a su capacidad productiva.

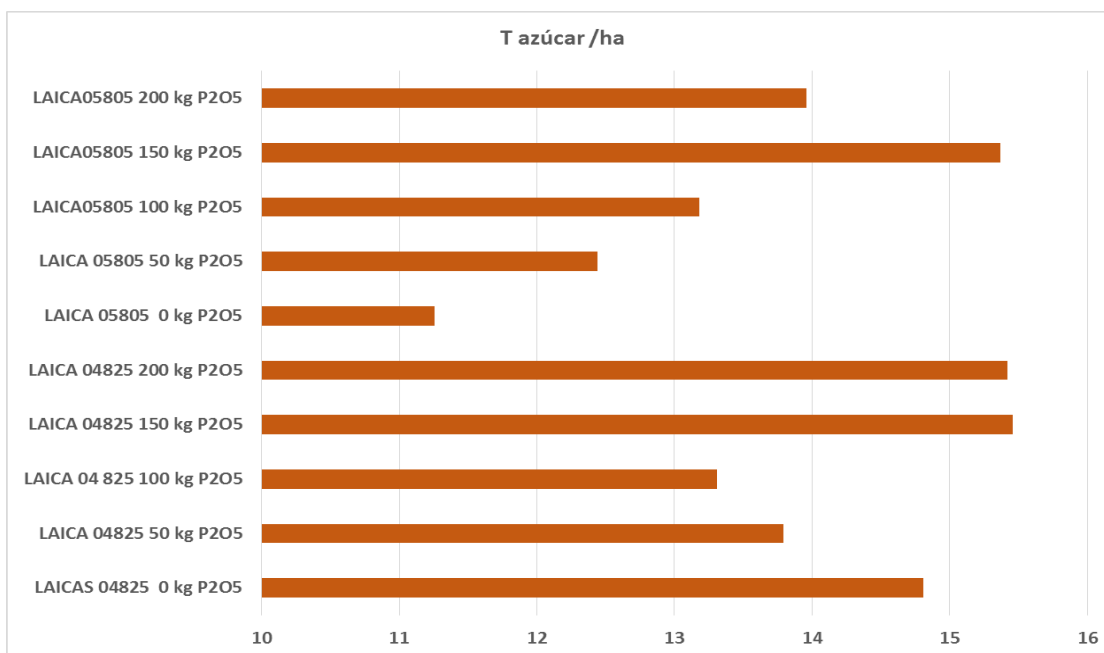


Figura 11. Producción de azúcar por hectárea en la evaluación de diferentes dosis de fósforo en dos variedades de la Región Sur. Tercera cosecha.

9. EVALUACIÓN DE DOSIS CRECIENTES DE FÓSFORO EN LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA ZONA NORTE. PRIMERA COSECHA.

La caña de azúcar por ser un cultivo de rápido crecimiento y con una alta capacidad de biomasa por unidad de área requiere de disponer de gran cantidad y variedad de nutrientes para poder cumplir con sus exigencias productivas. Entre los nutrientes más importantes se encuentra el fósforo el cual desempeña un papel determinante en la conformación del sistema radicular y la cepa.

En general la mayoría de los suelos donde se cultiva la caña de azúcar presentan serias deficiencias y el fósforo agregado en la fertilización está propenso a ser fijado por condiciones de una alta acidez. A nivel nacional se reporta que el 74 % de las muestras de suelos analizadas presentan contenidos de P iguales o menores 10 ug/ml y específicamente en el cantón de San Carlos el 91 % de las muestras presentan valores inferiores al nivel crítico.

Por este motivo el objetivo de este estudio fue valorar la respuesta productiva de la caña de azúcar a dosis crecientes de fósforo en un suelo de del cantón de San Carlos.

Este estudio se estableció en una finca con suelos del orden Inceptisol perteneciente al Ingenio Quebrada Azul en el cantón de San Carlos, con una precipitación media anual de 2.526,3 mm y una temperatura media de 27,9 °C . La variedad cultivada fue RB 86 7515 y las parcelas se constituyeron de 25 surcos de 117,4 metros de largo (0,44 m²) con un diseño estadístico de bloques completos al azar y cuatro repeticiones. Las dosis de fósforo aplicadas fueron 75,100, 150 y 175 kg /ha de P₂O₅, aplicados al momento de la siembra al fondo del surco. En el siguiente Cuadro 19 se presenta el resultado del análisis de suelo de la zona del estudio, observándose condiciones de una alta acidez y cantidades de fósforo muy por debajo del nivel crítico.

Cuadro 19.

Análisis químico de suelo obtenido del suelo donde se estableció el ensayo.

			cmoles / l			mg / l					
PH	Acidez	% SA	K	Ca	Mg	P	Cu	Zn	Mn	Fe	CICE
5,3	0,3	2	0,34	9,5	4,3	4	6	4,1	67	63	14,44
Resultado	Medio	Bajo	Medio	Optimo	Optimo	Bajo	Medio	Optimo	Alto	Alto	Medio

En el Cuadro 20 se presenta el resultado del análisis de varianza aplicado a las variables evaluadas en este ensayo ,observándose que se presentaron diferencias estadísticas significativas al 9% solamente en la producción de caña por hectárea, sin embargo en la prueba de medias según Tukey al 5 % no de detectaron diferencias importantes entre los tratamientos.

Cuadro 20.
Resultado del análisis de varianza aplicado a las variables agroindustriales estudiadas en este ensayo.

ANDEVA	G.L.	% Brix		% sacarosa		% Pureza		% Fibra		Kg az/t		t caña /ha		t azúcar /ha	
		CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	3	0,14	1	0,28	1	6,28	0,35	0,29	1	17,22	1	30,05	0,37	0,35	0,35
tratamientos	3	0,29	1	0,29	1	4,94	1	0,16	1	17,08	1	73,88	0,09	0,37	0,33
Error	9	0,3		0,39		5,01		0,3		24,36		25,26		0,28	
Total	15	3,93		5,24		78,74		4,08		322,12		539,14		4,69	
CV%		3,93		5,96		2,94		3,72		7,62		6,35		10,35	
DMS		0		0		0		0		0		11,11		11,11	
Tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
75 kg P2O5 /ha		13,69		10,54		77,46		14,8		65,29		80,91	a	5,28	
100 kg P2O5 /ha		13,65		10,24		75,02		15,04		62,11		76,61	a	4,76	
150 kg P2O5 /ha		13,82		10,37		75,3		14,55		64,52		84,3	a	5,45	
175 kg P2O5 /ha		14,23		10,87		76,35		14,78		67,09		74,76	a	5,01	

En la figura 12 se observa la respuesta de los diferentes tratamientos a la aplicación de fósforo y se comprueba que la dosis de 150 kg Ha continua como la más efectiva en la producción en este caso de azúcar (t/ha). Este comportamiento incongruente con lo esperado donde una dosis baja de fósforo ocupa el segundo lugar, deja dudas y obliga a continuar valorando la respuesta de este elemento tan importante en el cultivo

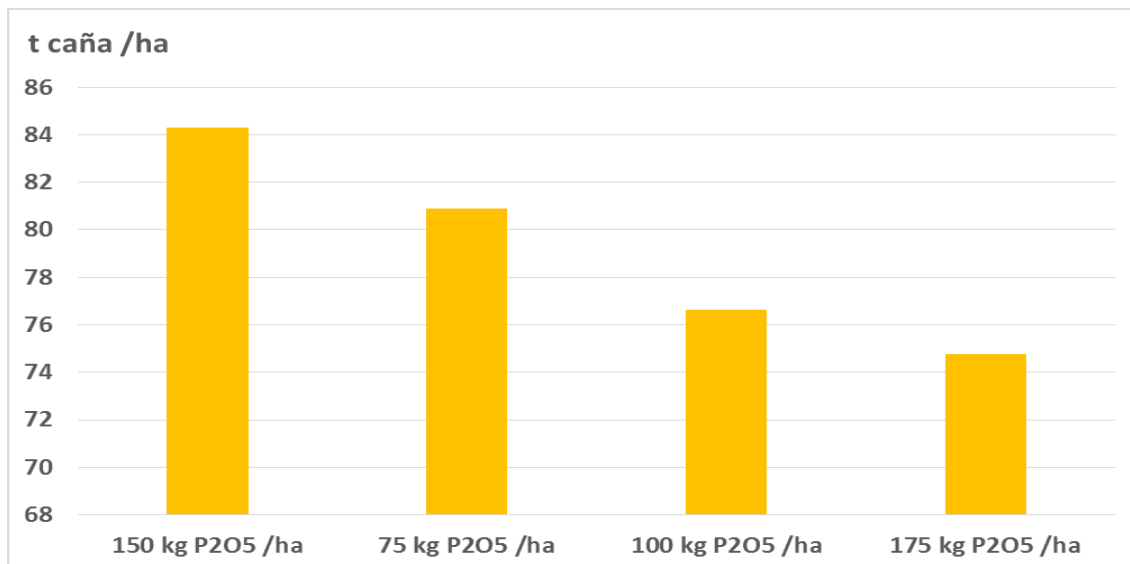


Figura 12. Producción de caña logrado con los diferentes cantidades de fósforo evaluadas en este ensayo.

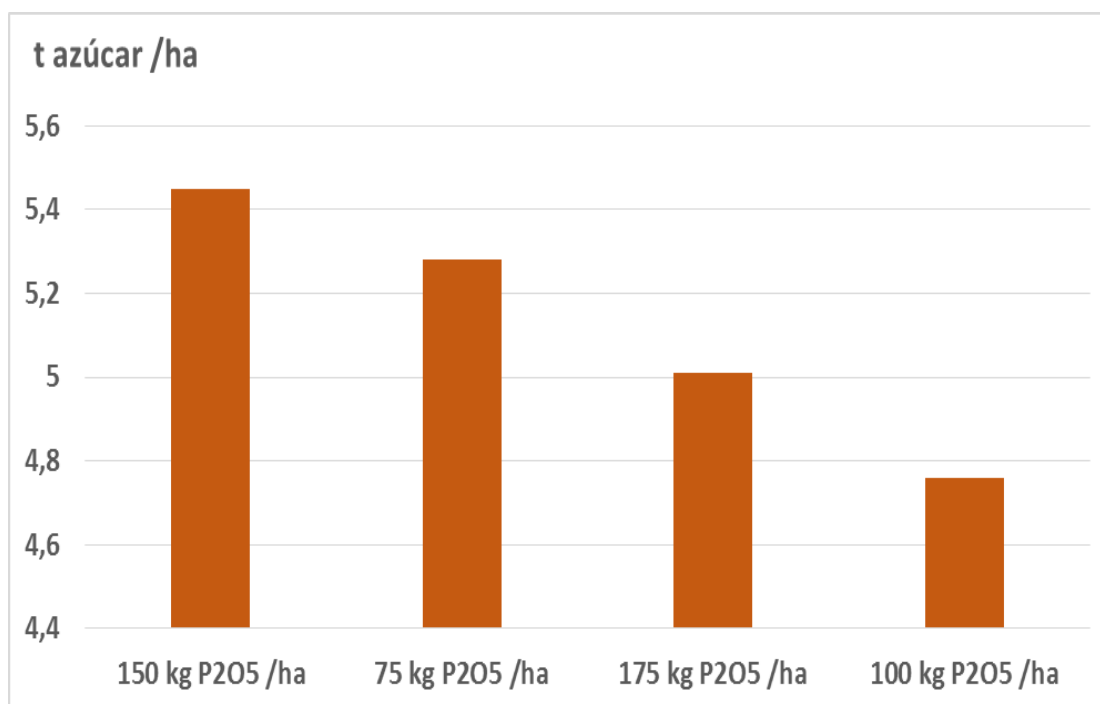


Figura 13. Respuesta de la producción de azúcar por hectárea por los tratamientos de fósforo aplicados al momento de la siembra.

10. RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NUTRIMENTOS (NPK) DE LIBERACION CONTROLADA EN UN SUELO ULTISOL EN LA REGION SUR.

La nutrición de los cultivos hoy día, enfrenta el reto de lograr el máximo aprovechamiento de los nutrientes aplicados al suelo con el objetivo de alcanzar la mayor productividad y un menor costo en este rubro. Las pérdidas de nutrimentos en los suelos se incrementan con el deterioro progresivo de los suelos producto de la erosión, el lavado , lixiviación, volatilización y adsorción, además estas pérdidas se ven incrementadas por condiciones de clima y de suelo.

El desarrollo de nuevos fertilizantes llamados “de liberación controlada “permiten proveer a las plantas de los nutrimentos en forma gradual, impidiendo con ello su disponibilidad total e inmediata al cultivo en un momento en que este carece de la capacidad de absorber, transportar y metabolizar dichos nutrimentos. La utilización de este tipo de fertilizantes permitiría en teoría reducir las pérdidas mencionadas, cubriendo el suministro de elementos nutritivos al cultivo de acuerdo a su etapa de desarrollo en que este se encuentre.

Los suelos Ultisoles además de presentar deficiencias importantes de elementos nutritivos importantes para la caña de azúcar, muchos de estos están propensos a una alta fijación por lo que valorar la respuesta productiva de la caña de azúcar a este tipo de fertilizantes resulta imperativo. Por este motivo y con la finalidad de mejorar las técnicas de fertilización bajo esta modalidad se planteó el siguiente objetivo.

1. Determinar el efecto de los fertilizantes de liberación controlada en comparación con los fertilizantes de rápida disponibilidad convencionales o solubles, en el rendimiento de la caña de azúcar en dos variedades comerciales.
2. Comparar si con el uso de diferentes épocas de aplicación de estos fertilizantes se logra una reducción en sus costos.

El ensayo se estableció en la finca “*El Porvenir*” con suelos del orden Ultisol perteneciente a CoopeAgri R.L. y ubicada en el distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón, a una altitud de 560 msnm, una temperatura media de 23,2°C y una precipitación media anual de

2.581 mm .El diseño utilizado en este estudio fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en arreglo factorial de 2⁵. Las parcelas o unidades experimentales estuvieron constituidas por 5 surcos de 7 metros de largo separados a 1,5 metros entre sí, para un área de parcela de 52,5 m².

En el Cuadro 21 se presenta la condición de fertilidad del suelo donde se estableció el ensayo, observándose condiciones de una alta acidez típica de estos suelos y por lo tanto bajos contenidos de bases cambiables, también muy bajas cantidades de fósforo, por lo que es de esperar una respuesta positiva a la aplicación de estos nutrimentos.

Cuadro 21.
Resultado del análisis químico de suelo realizado en el lugar donde se estableció el ensayo.

Elementos	pH	cmol(+)/ l					%	mg/ l				
	H ₂ O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn
Valores	5,44	0,48	3,83	0,50	0,08	4,90	10,48	4,60	2,84	5,90	276,50	2,30
Optimo	5,5	0,5	4	1	0,2	5	10-50	10	3	1	10	5

Los diferentes tratamientos se basaron con la utilización de diferentes fórmulas de fertilizantes, las llamadas solubles o tradicionales y las de liberación controladas identificadas con las siglas “CRF” .Como se observa en el Cuadro 22, la composición química es variada y por lo tanto este estudio se basó en comparar los elementos NPK conformando paquetes de fertilización como se presentan en el Cuadro 24. El tratamiento 1 se estructuró con base en una fórmula de lenta liberación, fraccionando la cantidad de nitrógeno en dos aplicaciones, depositando todo el fósforo a la siembra y todo el potasio en la tercera fertilización.

Cuadro 22.
Caracterización y composición de las diferentes fórmulas de fertilizantes aplicadas en el ensayo.

Formula	Tipo de Formulaci3n	%							
		N	P2O5	K2O	MgO	CaO	S	Zn	B
11-52-0	Soluble	11	52	0	0	0	0	0	
17-2-25-5-6,2-3,5	Soluble	17	2	25	5	0	6,2	3,5	
14-7-20-5-3,8-3,8-0,2	Soluble	14	7	20	5	3,8	3,8	0,2	
9-47-0	CRF	9	47	0					
43-0-0	CRF	43	0	0					
0-0-56	CRF	0	0	56					
Nitrato Amonio	Soluble	33,5							
KCL	Soluble			60					
13,5-26,1-12,1-0-0-0,6-0,28-0,4	CRF	13,5	26,1	12,1	0	0	0,6	0,28	0,4
19-2,1-27,7	CRF	19	2,1	27,7					
22,3-1,6-22,1-0,5-0,4-0,15-0,9	CRF	22,3	1,6	22,1	0,5	0,4	0,15	0,9	

El tratamiento 2 se constituy3 por la fertilizaci3n recomendada actualmente en la regi3n como testigo o de referencia y el tratamiento 3 como comparativo del tratamiento 1 pero utilizando formulas solubles. En el tratamiento 4 se utiliz3 con f3rmulas de liberaci3n controlada una reducci3n en las cantidades de NPK de un 41,37y 42% respectivamente .Finalmente el tratamiento 5 es una r3plica del tratamiento 1 pero aplicando todo el fertilizante al momento de la siembra al fondo del surco.

En el Cuadro 23 se presenta el detalle de los tratamientos evaluados y la modalidad en la aplicaci3n. Cada tratamiento fue evaluado en dos variedades comerciales LAICA 05 805 y RB 98 710 reconocidas por su alta productividad en la regi3n.

Cuadro 23.
Tratamientos con base en fórmulas solubles y de liberación controlada
evaluados en este estudio.

# TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	PRIMER FERTILIZACIÓN (SIEMBRA)	SEGUNDA FERTILIZACIÓN (45 DÍAS)	TERCERA FERTILIZACIÓN (90 DÍAS)
1	CRF 1	50% NITRÓGENO 100 % FÓSFORO	- -	50% NITRÓGENO 100% POTASIO
2	TESTIGO FINCA	6 SACOS 11-52-0	7 SACOS 17-2-25..	7 SACOS 17-2-25..
3	CRF 1 CON FUENTES NORMALES	50% NITRÓGENO 100% FOSFORO		50% NITRÓGENO 100% POTASIO
4	CRF 2 CON FÓRMULAS	352 KG/HA 13,5-26,1-12,1-O-O- 0,6-0,28-0,4		173 KG/HA 19-2,1-27,7
5	CRF 1 TODO A LA SIEMBRA			

En el Cuadro 25 se observa el resultado del análisis de varianza de las diferentes variables y tratamientos, en esta primer cosecha se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los diferentes fertilizantes y en las variables % pureza y rendimiento industrial, también en la producción de caña y azúcar por hectárea. De acuerdo a la prueba de medias sobresalió productivamente en caña y azúcar por hectárea, el tratamiento 5 correspondiente a la aplicación de fórmulas de fertilizantes de liberación controlada y aplicado bajo la modalidad de todo a la siembra, sin presentar diferencias significativas con el tratamiento testigo utilizado por la finca.

En la interacción entre los tratamientos con los fertilizantes y las variedades no se presentaron diferencias significativas, sin embargo como se observa en la Figura 14 el tratamiento 5 en ambas variedades respondieron significativamente en la variable producción de azúcar (t/ha). Estos resultados respaldan estudios anteriores en otras regiones donde la aplicación de todo el fertilizante al momento de la siembra ha sido positiva productivamente. A pesar del mayor costo de los fertilizantes de lenta liberación el poderlos aplicar en una sola fertilización en el cultivo permitiría su uso al tener una reducción en los costos de aplicación.

Cuadro 24.
Fórmulas, cantidades y modalidades de aplicación de los fertilizantes evaluados en el estudio.

TRATAMIENTO # 1 CRF (Fraccionado)			Kg /ha					
Epoca	Formula	Kg Fórmula /ha	N	P2O5	K2O	MgO	S	Zn
Siembra	9-47-0	325,50	29,29	153,00				
Siembra	43-0-0	90,95	39,11					
90 dds	43-0-0	159,00	68,40					
90 dds	0-0-56	88,20			157,50			
		Total	136,80	153,00	157,50			
TRATAMIENTO # 2 SOLUBLE (testigo Finca)			Kg /ha					
Epoca	Formula	Kg Fórmula /ha	N	P2O5	K2O	MgO	S	Zn
Siembra	11-52-0	270,00	29,70	140,40				
45 dds	17-2-25-5-6,2-3,5	315,00	53,55	6,30	78,75	15,75	19,53	11,03
90 dds	17-2-25-5-6,2-3,5	315,00	53,55	6,30	78,75	15,75	19,53	11,03
		Total	136,80	153,00	157,50	31,50	39,06	22,05
TRATAMIENTO # 3 SOLUBLE (fraccionado)			Kg /ha					
Epoca	Formula	Kg Fórmula /ha	N	P2O5	K2O	MgO	S	Zn
Siembra	11-52-0	270,00	29,70	140,40				
Siembra	Nitrato Amonio	115,50	38,70					
90 dds	Nitrato Amonio	204,10	68,40					
90 dds	KCL	262,50			157,50			
		Total	136,80	140,40	157,50			
TRATAMIENTO # 4 CRF(Reducido)			Kg /ha					
Epoca	Formula	Kg Fórmula /ha	N	P2O5	K2O	B	S	Zn
Siembra	13,5-26,1-12,1-0-0-0,6-0,28-0,4	352,00	47,52	91,87	42,59	0,98	2,11	
90 dds	19-2,1-27,7	173,00	32,87	3,63	47,92			
		Total	80,39	95,50	90,51	0,98	2,11	
TRATAMIENTO # 5 CRF 1			Kg /ha					
Epoca	Formula	Kg Fórmula /ha	N	P2O5	K2O	MgO	S	Zn
Siembra	9-47-0	325,50	29,29	153,00				
Siembra	43-0-0	90,95	39,11					
Siembra	43-0-0	159,00	68,40					
Siembra	0-0-56	88,20			157,50			
		Total	136,80	153,00	157,50			

Cuadro 25.

Análisis de varianza aplicado a los tratamientos en la primera cosecha del estudio.

ANDEVA		% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Kg Az / t		Caña (t/ha)		Azúcar (t/ha)	
F De V	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Bloques	3	0,07	1	0,19	1	1,04	1	0,35	0,35	20,37	1	434,38	0	4,94	0,01
Variedades	1	0,2	1	0,22	1	0,12	1	5,03	0	17,08	1	105,46	0,14	0,41	1
Fertilización	4	0,17	1	0,48	0,34	3,94	0,04	0,74	0,07	61,69	0,04	353,23	0	9,37	0
Var x Fert	4	0,43	0,2	0,55	0,27	2,3	0,18	0,03	1	36,47	0,18	13,83	1	0,56	1
Error	27	0,27		0,4		1,37		0,3		21,29		47,53		1,15	
Total	39	10,08		15,63		65,21		17,29		1.045,63		4.160,22		85,92	
CV %		2,46		3,45		1,35		3,88		3,92		6,2		8,16	
Medias		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
LAICA 05805		21,13		18,32		86,71		14,51	a	117,2		112,9		13,23	
RB 98 710		20,99		18,18		86,6		13,8	b	118,51		109,66		13,03	
Medias		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
fert 1		21		18,1		86,16	ab	14,33	a	115,99	a	104	b	12,09	b
fert 2		21,14		18,37		86,89	ab	14,44	a	117,84	a	112,33	ab	13,23	b
fert 3		21,08		18,11		85,93	b	14,2	a	116,38	a	109,64	b	12,77	b
fert 4		20,84		18,05		86,58	ab	14,18	a	116,42	a	108,55	b	12,64	b
fert 5		21,22		18,62		87,72	a	13,65	a	122,66	a	121,88	a	14,93	a
Medias		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
LAICA 05 805 + fert 1		21,38		18,58		86,89		14,59		118,73		105,05		12,49	
LAICA 05 805 + fert 2		21,37		18,57		86,86		14,82		117,83		114,86		13,52	
LAICA 05 805 + fert 3		21,11		17,98		85,18		14,6		113,73		111,05		12,64	
LAICA 05 805 + fert 4		20,64		17,92		86,81		14,59		114,44		111,81		12,79	
LAICA 05 805 + fert 5		21,14		18,57		87,8		13,97		121,28		121,76		14,72	
RB 98 710 + fert 1		20,63		17,62		85,42		14,07		113,24		102,95		11,69	
RB 98 710 + fert 2		20,92		18,18		86,91		14,07		117,84		109,81		12,93	
RB 98 710 + fert 3		21,05		18,24		86,68		13,79		119,02		108,24		12,91	
RB 98 710 + fert 4		21,04		18,17		86,34		13,77		118,4		105,29		12,49	
RB 98 710 + fert 5		21,31		18,67		87,65		13,33		124,05		122		15,13	

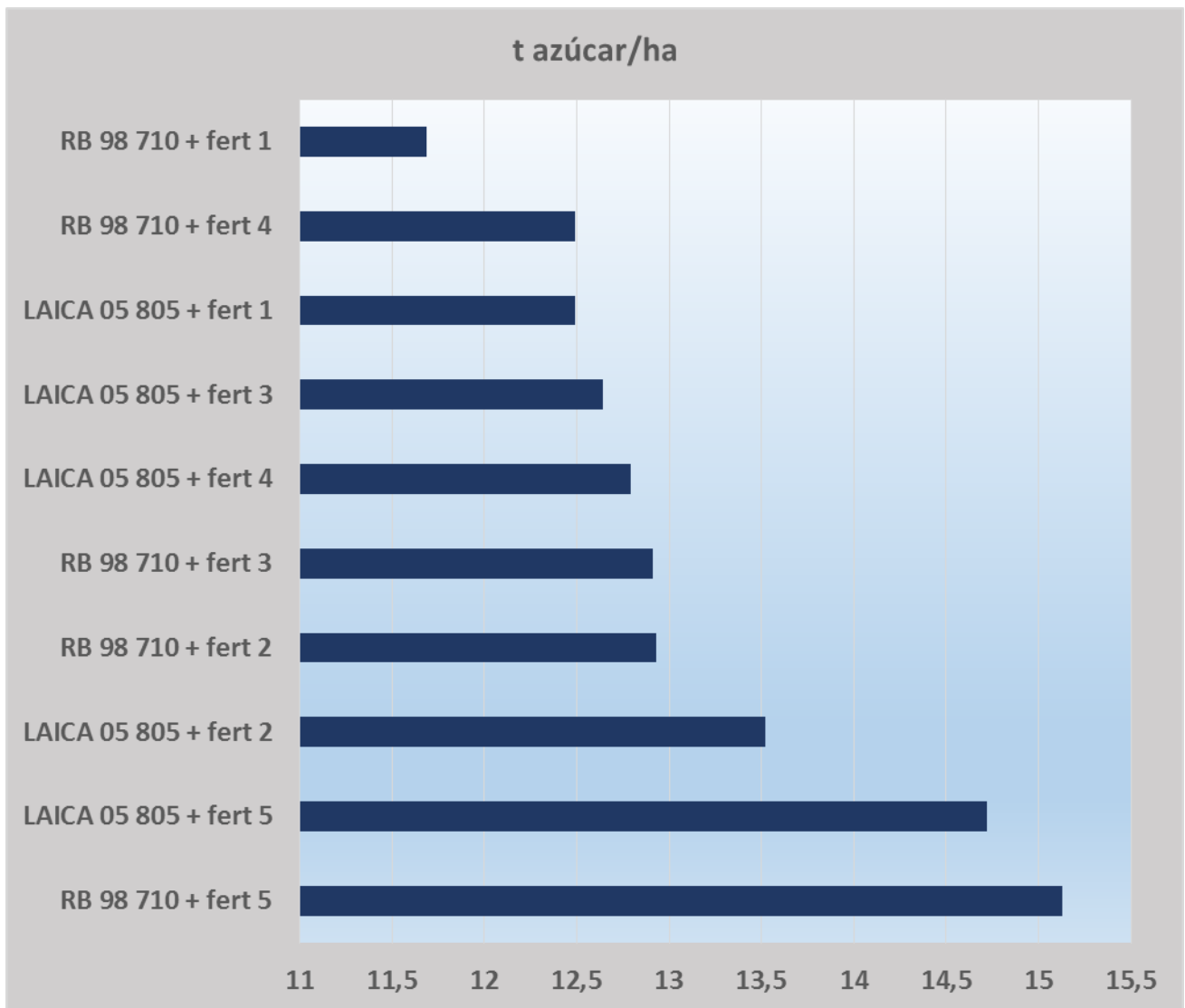


Figura 14. Respuesta de las variedades a los tratamientos con los fertilizantes aplicados.



11. RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZUCAR A DIFERENTES DOSIS DE ABONO ORGANICO EN INTERACCIÓN DE FERTILIZANTE QUÍMICO EN LA REGIÓN NORTE. FINCA “LA OLGA” DE CUTRIS, CUARTA COSECHA.

La producción de residuos orgánicos producidos durante el periodo de Zafra por parte del Ingenio Cutris supera las 7.000 toneladas, las cuales son aplicadas a la caña de azúcar como fertilizante orgánico. La utilización del abono orgánico conlleva dos objetivos primordiales como son: el disponer de los efluentes sin contaminar el medio ambiente y reincorporar al suelo los nutrientes que eventualmente fueron extraídos por el cultivo y que se encuentran presentes en los residuos de cosecha.

A pesar de que se dispone de la materia prima para fabricar el abono orgánico existe el inconveniente de su alto costo de transporte y aplicación en el cultivo por lo que es necesario valorar su uso desde una perspectiva técnico – económica.

Por este motivo el objetivo de este estudio fue evaluar la interacción de diferentes dosis de abono orgánico respecto a una disminución de los fertilizantes químicos utilizados por la empresa en su respuesta productiva del cultivo.

El estudio se estableció en una finca del Ingenio Cutris, San Carlos, provincia de Alajuela, a una altitud 70 msnm, una temperatura media anual 25,7°C, y una precipitación media anual de 2.750,5 mm. En el Cuadro 26 se presenta el análisis de suelo realizado al sitio donde se estableció este estudio, observándose en general una alta acidez del suelo, bajos contenidos de bases cambiabiles (Ca, Mg, K) y además bajos contenidos de fósforo, zinc y materia orgánica, por lo que es de esperar una respuesta a la aplicación del abono orgánico.

Cuadro 26.
Resultado del análisis químico del suelo extraído del sitio del estudio.

	cmoles / l					mg / l				
pH	AL	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	% MO
4,8	0,65	1,7	0,6	0,18	5	1,6	71	10	89	3,55

En el Cuadro 27 se presenta el análisis químico realizado al abono orgánico producido por la compañía y aplicado a los suelos cultivados con caña de azúcar. Se observa en este análisis el contenido porcentual de cada nutriente, pero no necesariamente la disponibilidad del mismo. La cantidad de fertilizante químico se redujo porcentualmente con el incremento en las dosis del abono orgánico y para ello se manejó la disponibilidad de los principales nutrientes presentados en el Cuadro 27.

Cuadro 27.
Análisis químico realizado al abono orgánico utilizado en el estudio.

%							mg / l			
N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
0,75	0,57	1,29	0,36	0,64	0,31	538,4	115	216	204,4	123

Cuadro 28.
Contenido de nutrimentos en el abono orgánico utilizado en el estudio.

pH	mg / l						mg / l						mS/cm
	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn	Cu	Mn	Na	S	CE
6,2	1,7	43,7	120,8	34,9	55,3	0,9	ND	ND	ND	ND	13,2	117,8	1,1

En el Cuadro 29 se presentan los tratamientos utilizados en el ensayo en esta cuarta cosecha combinando dosis crecientes del fertilizante orgánico y a la vez reduciendo las dosis en porcentaje del fertilizante químico convencional aplicado por la compañía en las fincas. El ensayo se estableció en un lote de una primera soca con la variedad B 59-92; y se marcaron las parcelas de 5 surcos de 9 metros de largo. La caña presente en las divisiones entre parcelas y entre bloques se eliminó dejando una separación entre parcelas de 1.5 metros y de 3 metros entre bloques (repeticiones).

El diseño estadístico para el análisis de los resultados fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y un total de 25 tratamientos en arreglo factorial de 5⁵. Para la aplicación del fertilizante químico convencional se utilizó la fórmula 21- 5 -18 aplicada en una sola fertilización en las socas. Esta fórmula se aplicó en la dosis de 250 kg/ha, lo que

represento la dosis del 100 %. Las dosis correspondientes a un 75 % fue de 187,5 kg/ha, el 50 % fue de 125 kg/ha y con el 25 % se aplicó un total de 62,5 kg/ha de esta fórmula.

Cuadro 29.
Dosis de abono orgánico y cantidades de fertilizante químico,
así como sus reducciones aplicadas en este estudio.

Número	Tratamientos
1	0 t / ha de Abono Orgánico + 0 % reducción Fertilizante Químico
2	0 t / ha de Abono Orgánico + 25 % reducción Fertilizante Químico
3	0 t / ha de Abono Orgánico + 50 % reducción Fertilizante Químico
4	0 t / ha de Abono Orgánico + 75 % reducción Fertilizante Químico
5	0 t / ha de Abono Orgánico + 100 % reducción Fertilizante Químico
6	10 t / ha de Abono Orgánico + 0 % reducción Fertilizante Químico
7	10 t / ha de Abono Orgánico + 25 % reducción Fertilizante Químico
8	10 t / ha de Abono Orgánico + 50 % reducción Fertilizante Químico
9	10 t / ha de Abono Orgánico + 75 % reducción Fertilizante Químico
10	10 t / ha de Abono Orgánico + 100 % reducción Fertilizante Químico
11	20 t / ha de Abono Orgánico + 0 % reducción Fertilizante Químico
12	20 t / ha de Abono Orgánico + 25 % reducción Fertilizante Químico
13	20 t / ha de Abono Orgánico + 50 % reducción Fertilizante Químico
14	20 t / ha de Abono Orgánico + 75 % reducción Fertilizante Químico
15	20 t / ha de Abono Orgánico + 100 % reducción Fertilizante Químico
16	30 t / ha de Abono Orgánico + 0 % reducción Fertilizante Químico
17	30 t / ha de Abono Orgánico + 25 % reducción Fertilizante Químico
18	30 t / ha de Abono Orgánico + 50 % reducción Fertilizante Químico
19	30 t / ha de Abono Orgánico + 75 % reducción Fertilizante Químico
20	30 t / ha de Abono Orgánico + 100 % reducción Fertilizante Químico
21	40 t / ha de Abono Orgánico + 0 % reducción Fertilizante Químico
22	40 t / ha de Abono Orgánico + 25 % reducción Fertilizante Químico
23	40 t / ha de Abono Orgánico + 50 % reducción Fertilizante Químico
24	40 t / ha de Abono Orgánico + 75 % reducción Fertilizante Químico
25	40 t / ha de Abono Orgánico + 100 % reducción Fertilizante Químico

En esta cuarta cosecha y cuatro años después de la aplicación del abono orgánico, se analizó el comportamiento productivo del cultivo, y en el Cuadro 30 se presenta el resultado del análisis de varianza, donde se observa que para esta cosecha no se presentaron diferencias estadísticas significativas con ninguna de las dosis de abono orgánico ni químico, ni ninguna de sus interacciones.

Cuadro 30.

Resultado del análisis de varianza realizado a las variables agroindustriales obtenidas en la cuarta cosecha en la evaluación de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris San Carlos.

Andeva	G.L.	% Brix	P(f)	% Pol	P(f)	% Pureza	P(f)	% Fibra	P(f)	Rend Ind	P(f)	t caña / ha	P(f)	t azúcar /ha	P(f)
Repeticiones	3,00	4,11	0,01	12,32	0,01	71,29	0,04	0,81	0,24	510,69	0,01	558,16	0,00	1,78	0,17
Abono Organico	4,00	0,36	1,00	0,67	1,00	5,74	1,00	0,24	1,00	24,44	1,00	283,17	0,01	1,47	0,24
Fertilizante Químico	4,00	0,97	0,36	5,29	0,13	48,94	0,10	0,17	1,00	214,10	0,12	348,54	0,00	0,88	1,00
Interacción	16,00	0,85	1,00	2,57	1,00	19,89	1,00	0,99	0,05	109,71	1,00	39,39	1,00	0,72	1,00
Error	72,00	0,88		2,87		24,51		0,56		114,06		81,90		1,04	
Total	99,00	94,39		308,29		2515,73		60,36		12453,84		10728,33		100,96	
% CV		4,04		9,35		6,34		5,14		12,21		13,20		17,08	
Tratamientos															
0 t orgánico		23,13		18,07		77,98		14,47		87,44		66,55	ab	5,81	
10 t orgánico		23,31		18,24		78,18		14,62		88,08		63,70	b	5,57	
20 t orgánico		22,99		18,09		78,47		14,50		87,81		70,53	ab	6,16	
30 t orgánico		23,26		18,33		78,64		14,74		88,53		68,54	ab	6,06	
40 t orgánico		23,07		17,86		77,27		14,62		85,66		73,57	a	6,23	
Tratamientos															
0% fert químico		23,30		18,55		79,53		14,70		90,19		62,79	b	5,67	
25 % fert químico		23,26		18,09		77,54		14,57		86,99		71,75	a	6,20	
50 % fert químico		23,37		18,69		79,91		14,63		91,39		66,30	ab	6,02	
75 % fert químico		22,96		17,78		77,35		14,61		85,43		68,91	ab	5,85	
100 % fert químico		22,87		17,47		76,20		14,45		83,51		73,15	a	6,09	
Tratamientos															
0 t org - 0 % químico		22,36		16,81		75,08		13,99	Ba	80,48		64,34		5,25	
0 t org - 25 % químico		23,19		17,89		76,86		14,65	Aa	85,13		70,26		5,95	
0 t org - 50 % químico		23,22		18,33		78,92		14,66	Aa	88,93		63,52		5,63	
0 t org - 75 % químico		23,42		19,02		81,14		14,38	Aa	94,52		63,52		5,97	
0 t org - 100 % químico		23,47		18,30		77,88		14,68	Aa	88,16		71,11		6,24	
10 t org - 0 % químico		23,35		18,96		81,14		14,14	ABa	94,74		54,63		5,17	
10 t org - 25 % químico		23,18		17,62		75,77		14,30	Aa	84,34		68,89		5,79	
10 t org - 50 % químico		23,56		18,90		80,20		15,26	Aa	90,89		60,37		5,44	
10 t org - 75 % químico		23,26		17,92		77,02		14,60	Aa	85,78		66,30		5,68	
10 t org -100 % químico		23,23		17,83		76,80		14,80	Aa	84,64		68,33		5,79	
20 t org - 0 % químico		23,64		19,27		81,52		14,48	ABa	95,57		65,74		6,30	
20 t org - 25 % químico		23,42		18,64		79,51		14,59	Aa	90,79		73,78		6,70	
20 t org - 50 % químico		23,40		18,86		80,41		14,61	Aa	92,64		68,34		6,32	
20 t org - 75 % químico		22,18		17,18		77,39		14,45	Aa	82,86		66,30		5,46	
20 t org - 100 % químico		22,31		16,48		73,55		14,38	Aa	77,21		78,52		6,00	
30 t org- 0 % químico		23,67		18,76		79,15		16,06	Aa	87,35		57,97		5,06	
30 t org- 25 % químico		23,71		19,09		80,30		14,64	Aa	93,55		72,04		6,68	
30 t org- 50 % químico		23,57		18,87		79,97		14,31	Aa	93,04		68,15		6,29	
30 t org- 75 % químico		22,63		17,20		75,83		14,45	Aa	82,06		71,22		5,81	
30 t org- 100 % químico		22,72		17,75		77,96		14,25	Aa	86,63		73,33		6,48	
40 t org - 0 % químico		23,47		18,98		80,76		14,83	ABa	92,80		71,30		6,57	
40 t org - 25 % químico		22,80		17,22		75,28		14,69	Aa	81,16		73,78		5,89	
40 t org - 75 % químico		23,12		18,52		80,06		14,29	Aa	91,47		71,11		6,43	
40 t org - 50 % químico		23,31		17,60		75,39		15,16	Aa	81,95		77,22		6,32	
40 t org - 100 % químico		22,65		16,98		74,85		14,13	Aa	80,91		74,45		5,95	

Valores con igual letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, según Tukey 5%.

En la Figura 15 se observa la respuesta independiente en la producción de azúcar (t/ha), obtenida entre las dosis crecientes de abono orgánico, donde sobresalió el tratamiento con 40 t/ha, superando levemente al tratamiento con 20 t/ha al igual que en la cosecha anterior, por lo que este es más viable de aplicación por ser más rentable.

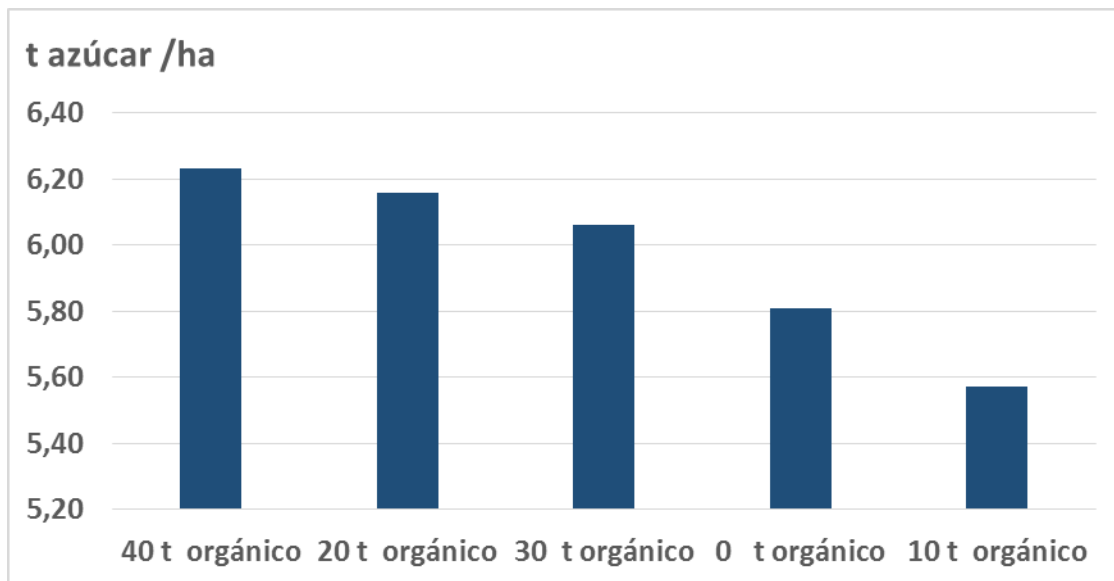


Figura 15. Producción de azúcar por hectárea en respuesta a dosis crecientes del abono orgánico en Cutris, San Carlos, Alajuela.

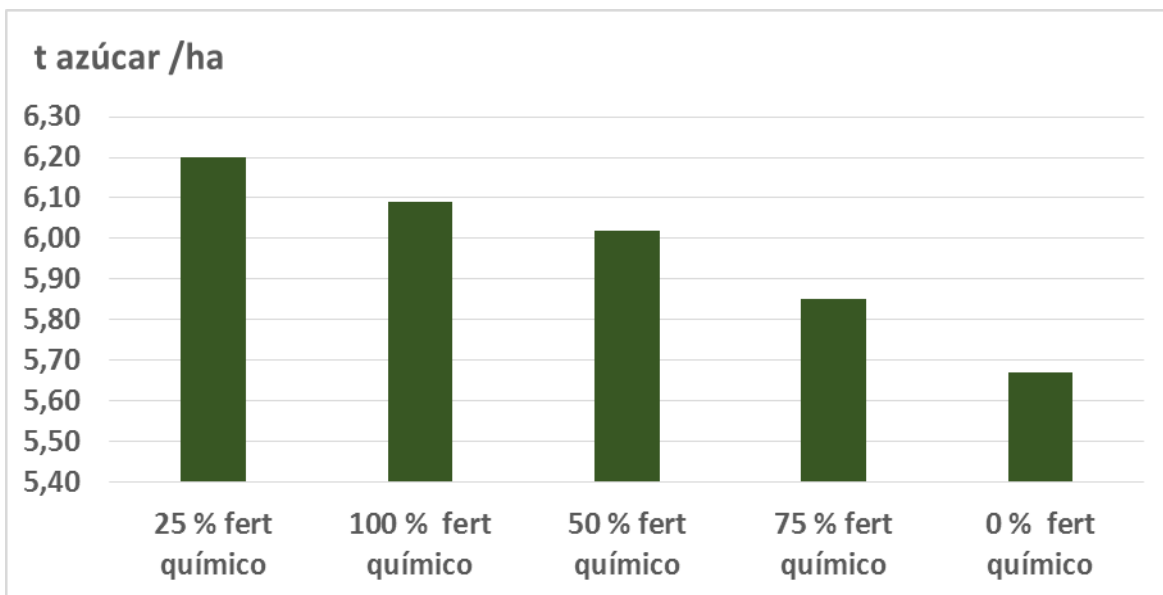


Figura 16. Producción de azúcar por hectárea en respuesta a las cantidades de fertilizante químico.

En la Figura 16 se presenta el comportamiento de las diferentes dosis de fertilizante químico aplicadas en combinación del abono orgánico, y donde se observa que con una reducción del 25 % del fertilizante químico y aplicando abono orgánico, es suficiente para lograr incrementos en la producción de azúcar (t/ha). En cosechas anteriores se presentaron mayores rendimientos agroindustriales con aplicaciones de fertilizantes químicos entre 75 y 100 % posiblemente como resultado de una mayor mineralización del abono orgánico.

Confirmando lo expuesto, al analizar la interacción entre ambos tipos de fertilizantes en el promedio de las tres cosechas, se observa en la Figura 17 como con las dosis entre 20 y 30 toneladas de abono orgánico y un 25 % de la fertilización química son suficientes para lograr la mayor producción de caña en esta cosecha.

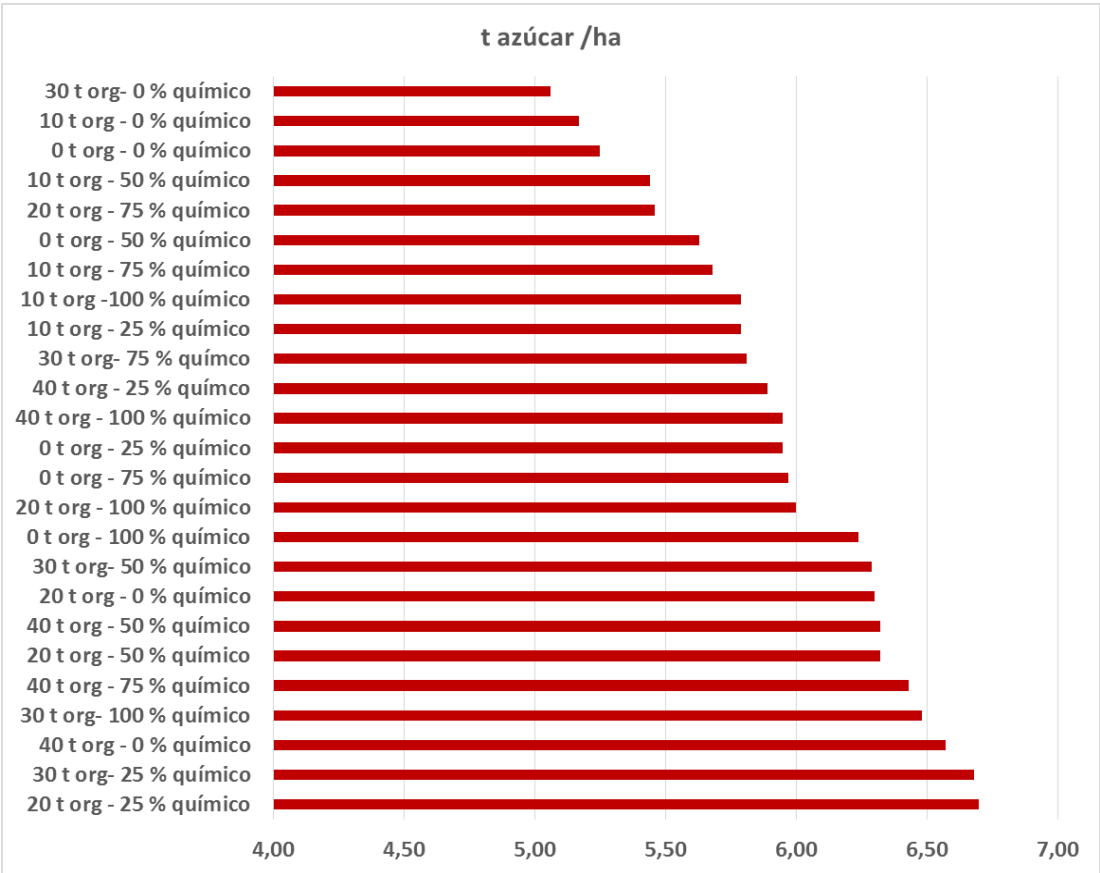


Figura 17. Producción de caña (t/ha) obtenidas en el promedio de tres cosecha de la evaluación de dosis crecientes del abono orgánico en Cutris, San Carlos, Alajuela.

12. ESTUDIO DE DOSIS CRECIENTES DE ABONO ORGÁNICO EN INTERACCIÓN CON DOSIS DECRECIENTES DE FERTILIZANTE QUÍMICO EN LA REGIÓN NORTE FINCA “SANTA TERESA”, LOS CHILES ALAJUELA. CUARTA COSECHA.

La producción de residuos orgánicos producidos durante el periodo de Zafra por parte del Ingenio Cutris supera las 7.000 toneladas que son aplicadas en el campo a la caña de azúcar como fertilizante orgánico. La utilización del abono orgánico conlleva dos objetivos primordiales como son el disponer de los efluentes sin contaminar el medio ambiente y reincorporar a los suelos nutrientes que eventualmente fueron extraídos por el cultivo.

A pesar de que se dispone de la materia prima para fabricar el abono orgánico existe el inconveniente de su alto costo de transporte y aplicación en el cultivo por lo que es necesario valorar desde una perspectiva técnico – económica su uso. Por este motivo se plantea como objetivo de este estudio evaluar a través de varias cosechas la respuesta a la interacción de diferentes dosis de abono orgánico y fertilización química convencional en un suelo Ultisol de la Región Norte.

El estudio se estableció en la finca “*Santa Teresa*” propiedad del Ingenio Cutris, ubicada en el cantón de Los Chiles, provincia de Alajuela a una altitud 50 msnm, una temperatura media anual 27 – 29°C, y una precipitación media anual de 2.300 mm.

La variedad cultivada fue PR 80–2038, ampliamente sembrada en esta región, las parcelas se constituyeron de 5 surcos de 9 metros para un área de 72 m² y el diseño utilizado fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones, los tratamientos se constituyeron por la interacción de dosis crecientes de abono orgánico con dosis reducidas de fertilizante químico convencional principalmente con base en los nutrientes nitrógeno y potasio.

En el Cuadro 31 se presenta el análisis químico realizado al fertilizante orgánico producido por la compañía y aplicado a los suelos cultivados con caña de azúcar y el utilizado en el estudio. Se observa en este análisis el contenido porcentual de cada nutriente pero no necesariamente la disponibilidad del mismo. Para el análisis de las cantidades a reducir en

la fertilización química convencional se utilizó la disponibilidad de los principales nutrientes presentadas en el Cuadro 32.

Cuadro 31.
Análisis químico realizado al abono orgánico utilizado como fuente.

%						ppm				
N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
0,75	0,57	1,29	0,36	0,64	0,31	538,34	115	215	204,4	123

Cuadro 32.
Disponibilidad de nutrimentos aportados por el abono orgánico utilizado en el estudio.

pH	mg/l						mg/l						mS/cm
	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn	Cu	Mn	Na	S	CE
6,2	1,7	43,7	120,8	34,9	55,3	0,9	ND	ND	ND	ND	13,2	117,8	1,1

En el Cuadro 33 se presentan los tratamientos aplicados posterior a la siembra a cada una de las parcelas del ensayo, como se observa se aumentó la dosis de abono orgánico de 0 a 25 toneladas y las dosis de fertilizante químico disminuyeron de 0 a un 100%

Adicionalmente y como tratamientos testigos de la finca se incorporaron 2 tratamientos adicionales con una dosis de abono orgánico de 12 t/ha por ser esta la cantidad de abono orgánico aplicado comercialmente a las plantaciones de caña de azúcar por la empresa.

El abono orgánico se dosifico por volumen (Litros) con base en una densidad media de 0,637 kg/litro. En la fertilización de la siembra se aplicó la fórmula 11-52-0, en dosis suficiente para aportar la cantidad de 150 kg de P₂O₅/ha en las parcelas aplicadas con dosis crecientes de abono orgánico. Para las parcelas correspondientes a los testigos fertilizados por la finca se utilizó al fondo del surco la fórmula 16-16-16 y en la segunda fertilización todas las parcelas se fertilizaron con la fórmula 21-5-18, regada al voleo cuando la caña tuvo aproximadamente unos 3 meses de edad. En la fertilización de todas las socas se aplicó en forma general en todos los tratamientos la fórmula 19 -9-20 en la cantidad de 500 kg/ha .

Cuadro 33.

Dosis de fertilizante químico convencional y abono orgánico para cada uno de los tratamientos a evaluar en el ensayo de abono orgánico establecido en Los Chiles, Alajuela. Caña planta.

Dosis Abono Orgánico t/ha	Nitrógeno (N)		Fósforo(P ₂ O ₅)		Potasio(K ₂ O)	
	% Dosis	Kg/ha	% Dosis	Kg/ha	% Dosis	Kg/ha
0	100	120	100	150	100	140
5	95	114	100	150	95	133
10	90	108	100	150	90	126
15	85	102	100	150	85	119
20	80	96	100	150	80	112
25	0	0	100	150	0	0
12	357 kg/ha 16-16-16 (siembra) + 250 kg/ha 21-5-18 (segunda fertilización)					
12	357 kg/ha 16-16-16 (Siembra) + 357 kg/ha 21-5-18 (segunda fertilización)					

En el Cuadro 34 se presenta el análisis de varianza de los tratamientos y variables agroindustriales y en el mismo se observa, que en esta cosecha a diferencia de la anterior se presentaron diferencias estadísticas significativas en la producción de caña, y azúcar (t/ha), sobresaliendo en ambas variables el tratamiento denominado fert 2 (ver cuadro 31) superando estadísticamente al tratamiento sin abono orgánico y con un 100 % de la fertilización química.

En la producción de azúcar (t/ha), sobresalió como se aprecia en la Figura 18 el tratamiento denominado como fertilización de la finca2 el cual en la cosecha anterior aunque sin diferencias significativas presento rendimientos productivos de azúcar bastante satisfactorios.

Con estos resultados se comprueba la necesidad de la aplicación de abono orgánico en cantidades entre 10 y 15 t/ha, con reducciones en la fertilización química hasta de un 20 %.

Cuadro 34.

Análisis de Varianza aplicado a las diferentes variables agroindustriales analizadas en el ensayo de abono orgánico establecido en Los Chiles, Alajuela. cuarta cosecha.

ANDEVA		% Brix		% Sac		% Pza		% Fibra		Rend.Ind		t caña/ha		t az/ ha	
Fuente Variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	3	1,21	0,07	1,77	0,07	11,59	0,03	1,99	0,07	37,15	0,22	468,12	0,01	1,88	0,21
tratamientos (SC)	7	1,14	0,04	1,61	0,06	5,57	0,18	0,37	1	68,28	0,03	190,81	0,10	2,94	0,04
Error	21	0,44		0,67		3,37		0,74		23,53		95,04		1,15	
Total	31	20,88		30,63		144,53		24,22		1083,49		4735,97		50,33	
%CV		3,02		4,40		2,17		6,3		5,05		7,89		9,04	
DMS		1,58		1,95		1,95		1,55		11,57		11,57		2,56	
0 AO + 100% N K		21,37	a	17,69	a	82,73		13,73		90,32	b	117,02		10,57	b
5 AO + 95% N K		22,28	a	18,74	a	84,15		14,13		95,48	ab	132,12		12,61	ab
10 AO + 90% N K		22,13	a	18,76	a	84,76		13,48		97,56	ab	124,03		12,10	ab
15 AO + 85% N K		21,03	a	17,73	a	84,21		13,64		91,52	ab	130,09		11,87	ab
20 AO + 80% N K		22,40	a	18,86	a	84,19		14,01		96,46	ab	124,48		11,98	ab
25 AO + 75% N K		21,67	a	18,29	a	84,36		13,55		94,71	ab	118,65		11,22	ab
Fert Finca 1		22,42	a	19,20	a	85,66		13,8		99,60	ab	112,67		11,23	ab
Fert Finca 2		22,38	a	19,42	a	86,73		13,16		103,05	a	129,17		13,28	a

Valores con igual letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, según Tukey 5%.

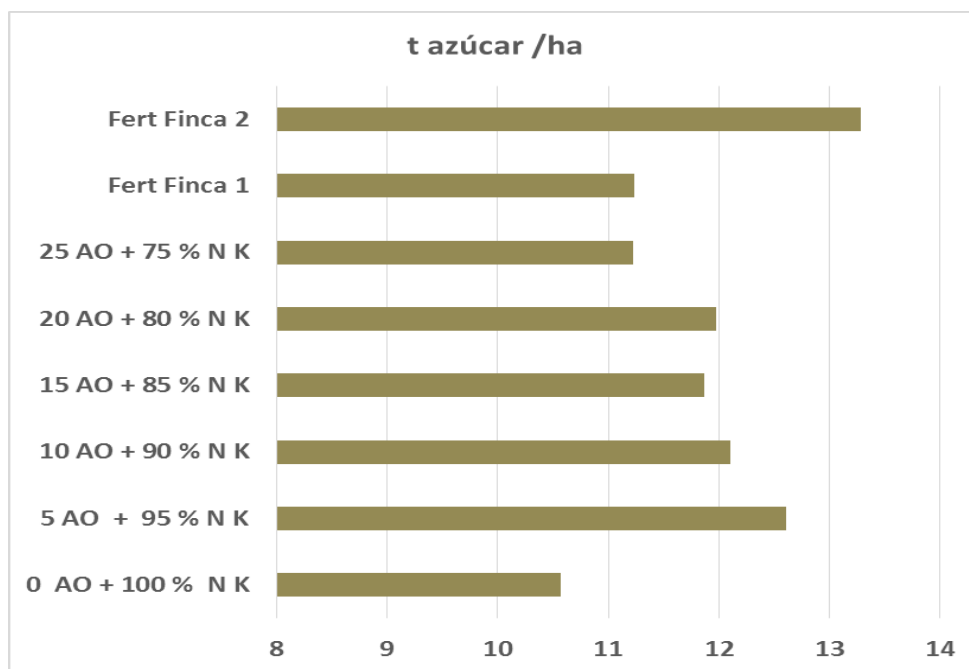


Figura 18. Efecto de la interacción de las diferentes cantidades de abono orgánico y químico evaluado en este ensayo en Los Chiles, Alajuela. Cuarta cosecha.

Promedio de cuatro Cosechas

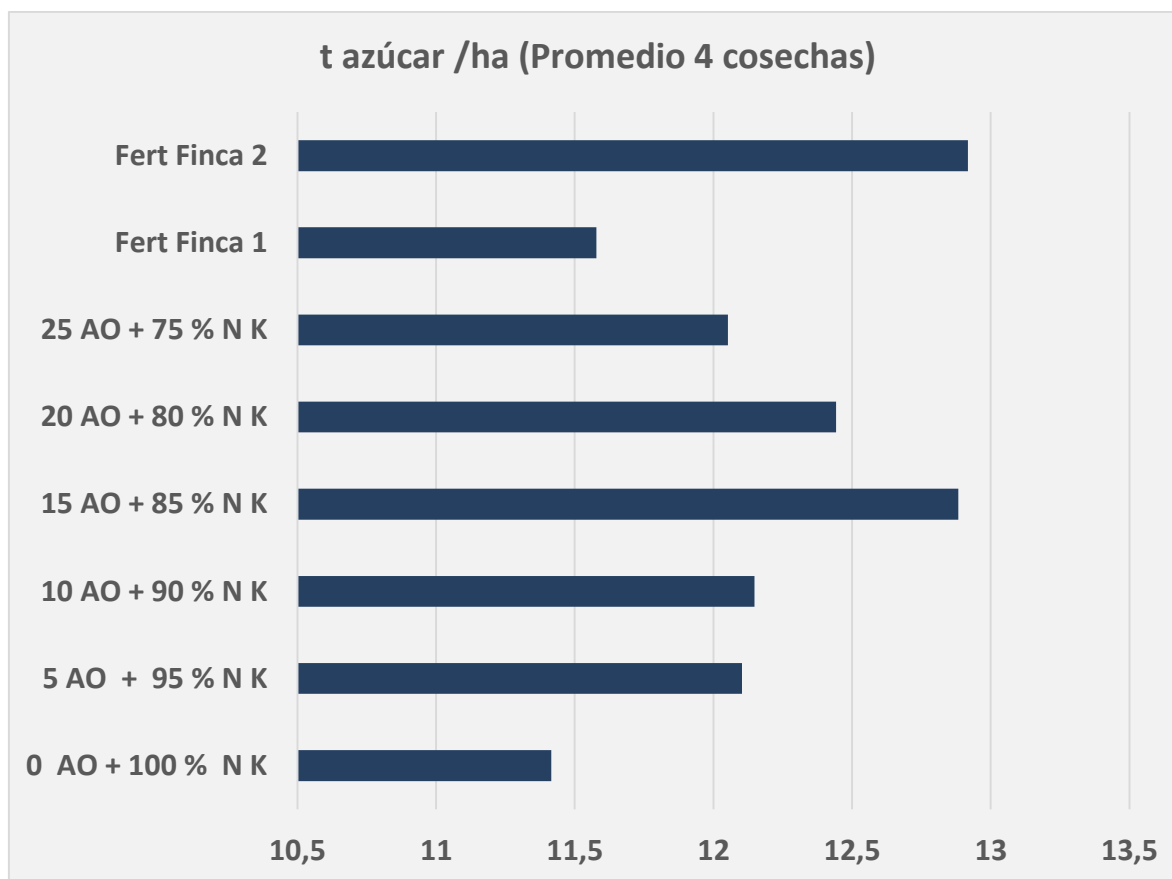


Figura 19. Respuesta a la producción de azúcar por hectarea en el promedio de 4 cosechas en este estudio.

El la anterior Figura 19 se observa el comportamiento productivo de las diferentes variables como promedio de las 4 cosechas, y en el mismo es notorio como sobresale el tratamiento de la finca donde se aplicó 12 t/ ha de abono organico y las cantidades de 357 kg de la formula 16 -16 -16 a la siembra al fondo del surco y 357 kg de la formula 21-5-18 en una segunda aplicación. lo que equivale a la aplicación de 131 kg de nitrógeno, 67 kg P₂O₅ y 121 kg de potasio como K₂O. Estas dosis si se observa el cuadro de los tratamientos son superiores al 100 de la fertilización en nitrógeno y potasio y muy inferiores en la cantidad de fósforo por lo que confirma que en estos suelos si se complementa con el abono orgánico en cantidades moderadas 10 – 15 t/ha es posible obtener rendimientos satisfactorios a lo largo del ciclo del cultivo.

13. EFECTO DE DIFERENTES PRODUCTOS FOLIARES Y DE SUELO RECOMENDADOS POR DIFERENTES CASAS COMERCIALES EN TURRIALBA, CARTAGO. TERCERA COSECHA.

Hoy en día existen en el mercado de agroquímicos una diversa gama de productos foliares y de suelo, a base de aminoácidos, hormonas, ácidos húmicos y micro elementos, los cuales son promocionados con el objetivo de lograr un mayor desarrollo del cultivo mediante una mayor nutrición y estímulo al sistema radicular.

Las diferentes casas comerciales distribuidoras de estos productos de alguna forma ejercen algún tipo de presión al productor cañero para que utilicen los mismos, obligando su evaluación y estudio inmediato con la finalidad de dar respuesta tecnológica a estas inquietudes que vienen a incrementar los costos del cultivo. Por este motivo se convocó a diferentes casas comerciales para evaluar los productos recomendados en su cartera comercial durante un periodo de cuatro años en el cultivo de la caña de azúcar. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta agroindustrial de la caña de azúcar aplicada con los productos recomendados por las casas comerciales en la zona de Turrialba.

El ensayo se estableció en la finca "Canadá" propiedad del Ingenio Atirro ubicado en el cantón de Turrialba, provincia de Cartago, a una altitud de 740 msnm, con una temperatura media anual de 26°C y una precipitación media anual de 2.613 mm

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones en arreglo factorial de 2⁶. Los tratamientos se distribuyeron en forma aleatoria en el campo y la distancia entre bloques fue de 3 m y entre parcelas de 2 m.

Cada parcela experimental estuvo constituida de 5 surcos de 7 metros de largo sembrados a 1,5 metros entre sí, para un área total por parcela de 67,5 m² la cual fue evaluada y cosechada en su totalidad.

Se utilizaron dos variedades comerciales B 77-95 y B 76-259 por su importancia comercial en la región. Las características químicas del suelo para los estratos de profundidad de 0-20 cm y 20-40 cm, se presentan en el Cuadro 35, observándose en el mismo como presenta

este suelo una alta acidez intercambiable y por el contrario las bases cambiables (Ca, Mg, K) se encuentran relativamente bajas al igual que el fósforo.

Las aplicaciones se realizaron durante las fertilizaciones comerciales del cultivo, por tanto en el ciclo de planta la primera fertilización se hizo en el momento de la siembra, la siguiente entre 2 – 3 meses y la tercera a los 4 meses de edad del cultivo. Este patrón de fertilizaciones posteriores a la siembra de mantendrán en el resto de las socas.

Cuadro 35.
Resultado del análisis químico del suelo utilizado en el ensayo
y tomado de dos extractos del perfil del suelo.

Profundidad	Ph	% S.A	cmoles / l				mg / l					
			Acidez	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	CICE
20 cm	5,6	2,17	0,2	6,8	1,9	0,29	10	3,6	20	16	147	9,19
40 cm	5,6	3,6	0,25	5,3	1,3	0,08	5	3	18	21	102	6,93

En el Cuadro 36 se presentan las casas comerciales, así como los productos foliares y al suelo recomendadas por las mismas. La aplicación de los productos en su mayoría fueron hechas por las casas comerciales el mismo día y bajo la supervisión de los técnicos de DIECA.



Figura 20. Aplicación de productos foliares en las parcelas del ensayo.

Cuadro 36.
Características de los tratamientos aplicados a las dos variedades comerciales
de caña de azúcar recomendadas a los productores de Turrialba.

Tratamiento	Empresa	Primera aplicación	Segunda aplicación	Tercera aplicación
1	Ferba Ing Fredy Fernández	Protifert LMW 2 l Sulfato Zinc 22 % (1 kg) Sulfato Magnesio 4 kg Acido Borico 1 kg Ácido cítrico a pH 4,5 - 5 WK 150 ml Volumen agua 300 l altura caña 50 cm		
2	AGROCOSTA	Algasoil 100 kg / ha Siembra cultivo Fondo surco		
3	AGRIAL	Sinergipron 2 l / ha 30 días post siembra	Megafol 2 l / ha antes cierre	
4	MASADA SA	Trimat 3 l / ha dirigido semilla en surco a la siembra	con 5 - 6 hojas PGR 1,5 L / ha	30 días pos siembra el fert 12- 10 -2 + elementos menores
5	PCD	Bionitrogen 2 kg / ha Surco siembra	TECH spray Hlk 2 l / ha momento por definir	
6	TESTIGO	10- 30 -10 400 kg / ha	NUTRAN 300 kg / ha	15- 3- 31 400 kg / ha

En el Cuadro 37 se presenta el análisis de varianza, observándose nuevamente diferencias significativas entre las dos variedades evaluadas, por lo que B 76-259 supero a la variedad B 77-95 en las toneladas de caña por hectárea.

Cuadro 37.
Análisis de varianza aplicado a la evaluación de diferentes
productos foliares recomendados por diferentes casas comerciales.

Fuente variación	G.L.	% Brix	P(f)	% Sac	P(f)	% Pureza	P(f)	% Fibra	P(f)	Rend. Ind	P(f)	t caña /ha	P(f)	t az/ha	P(f)
Bloques	3	2,84	0,02	6,11	0	28,12	0,27	2,84	0	484,01	0,03	869,82	0	8,31	0,11
Variedades	1	2,73	0,07	0,03	1	37,45	0,19	3,88	0,01	25,09	1	1.341,12	0	25,07	0,02
Foliares	5	0,13	1	0,25	1	8,17	1	0,86	0,1	59,48	1	85,67	1	2,03	1
VAR * Foliares	5	0,22	1	0,59	1	26,66	0,29	0,25	1	25,17	1	23,09	1	0,1	1
Error	33	0,78		0,66		20,74		0,43		145,77		123,6		3,87	
Total	47	38,63		44,32		980,29		31,97		6.710,70		8.573,28		188,3	
% CV		4,4		4,56		5,1		5,02		9,78		11,78		16,92	
Variedades		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
B76259		20,25	a	17,87		88,34		13,26	a	124,15		99,68	a	12,35	a
B 77 95		19,77	a	17,82		90,11		12,69	b	122,7		89,11	b	10,9	b
Paquetes Recomendación		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
FERBA		19,93		18,03		90,41		13,16		125,47		97,17		12,25	
AGRO COSTA		19,96		17,89		89,58		13,13		126,13		96,22		12,08	
AGRIAL		20,21		17,94		88,88		13,07		120,72		96,17		11,63	
MASADA		20,06		17,8		88,89		12,31		126,1		91,24		11,4	
PCD		20,06		17,52		87,58		13,14		120,9		89,31		10,84	
TESTIGO		19,85		17,88		90,02		13,05		121,23		96,29		11,55	
Variedad tratamiento		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
B 76259 / FERBA		20,13		18,16		90,17		13,35		128,95		99,19		12,96	
B 76259 / AGRO COSTA		20,28		18,08		89,2		13,53		127,08		101,43		12,85	
B 76259 / AGRIAL		20,23		18,26		90,26		13,53		122,45		101,43		12,4	
B 76259 / MASADA		20,4		17,41		85,59		12,43		124,58		97,76		12,01	
B 76259 / PCD		20,53		17,3		84,69		13,23		121,28		95,71		11,73	
B 76259 / TESTIGO		19,95		18		90,15		13,51		120,55		102,57		12,14	
B 77 95 / FERBA		19,73		17,89		90,65		12,96		122		95,14		11,54	
B 77 95 / AGRO COSTA		19,65		17,7		89,97		12,73		125,18		91		11,32	
B 77 95 / AGRIAL		20,2		17,62		87,51		12,61		118,99		90,91		10,86	
B 77 95 / MASADA		19,72		18,19		92,18		12,2		127,62		84,72		10,8	
B 77 95 / PCD		19,6		17,74		90,47		13,06		120,53		82,91		9,95	
B 77 95 / TESTIGO		19,75		17,76		89,89		12,59		121,9		90		10,96	

Valores con igual letra no presentan diferencias estadísticas entre sí, según Tukey 5%.

Al comparar los resultados de esta cosecha con la anterior (segunda cosecha) tampoco se presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las variables evaluadas.

En la Figura 21 se presenta el rendimiento industrial (kg az/t caña) ,observándose que el tratamiento de la compañía AGROCOSTA, paso de presentar bajos rendimientos industriales a superar el tratamiento testigo ,algunos tratamientos como los de las compañías, AGRIAL y PCD , la respuesta en esta variable fue muy baja.

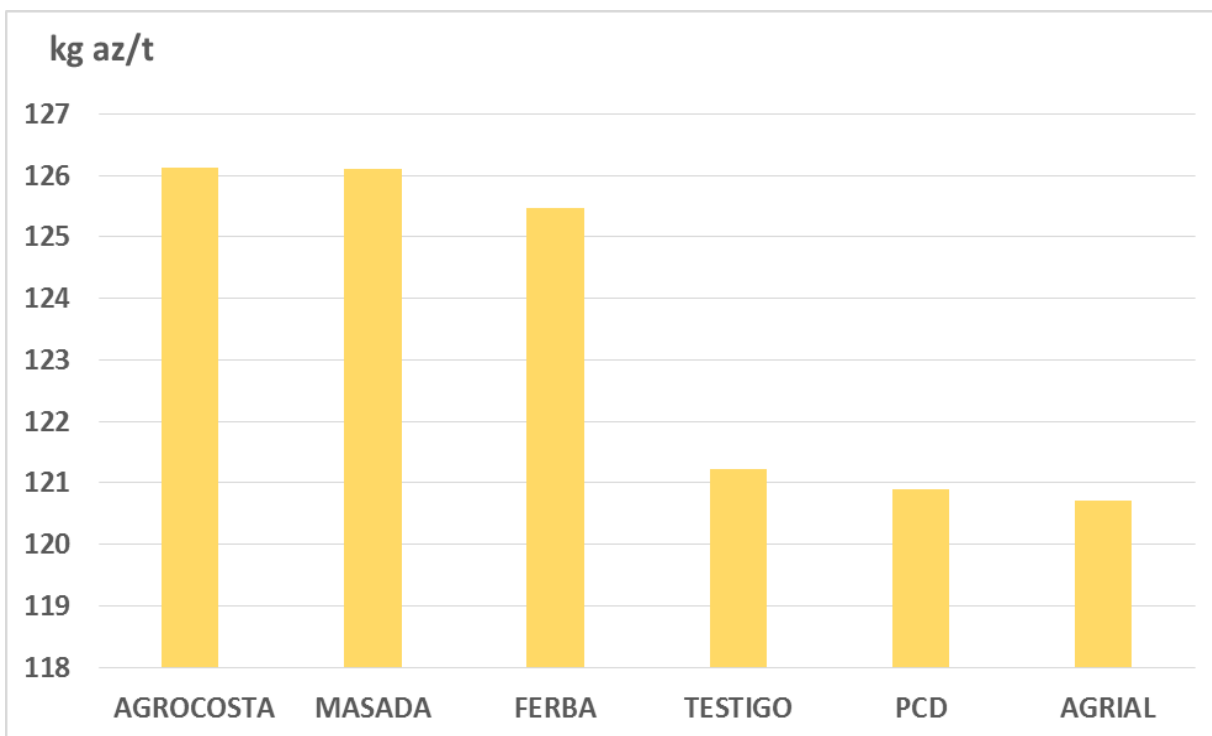


Figura 21. Rendimiento industrial (kg azúcar/t caña) obtenido en ambas variedades en el estudio en la tercera cosecha.

En la producción de caña (t/ha), el tratamiento de la compañía FERBA nuevamente sobresalió en esta variable respecto al tratamiento testigo el cual de nuevo supero al tratamiento de la PCD. En la producción de azúcar (t/ha), el tratamiento de la compañía FERBA sobresalió superando a los demás tratamientos incluyendo al testigo. Nuevamente el tratamiento de la compañía PCD fue productivamente inferior en esta y anterior cosecha. Las diferencias logradas respecto al TESTIGO se confirman en esta cosecha, no son lo suficientemente grandes como para pagar la aplicación.

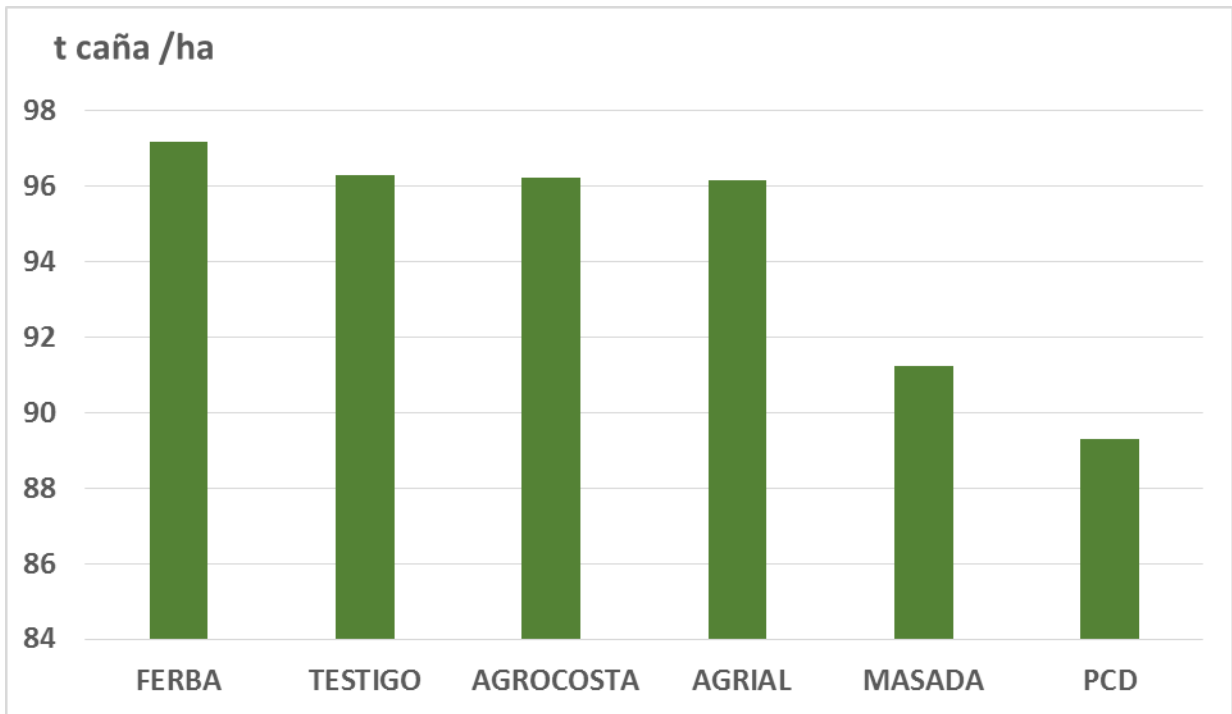


Figura 22. Producción de caña (t/ha) obtenidas en ambas variedades en el estudio en la tercera cosecha.

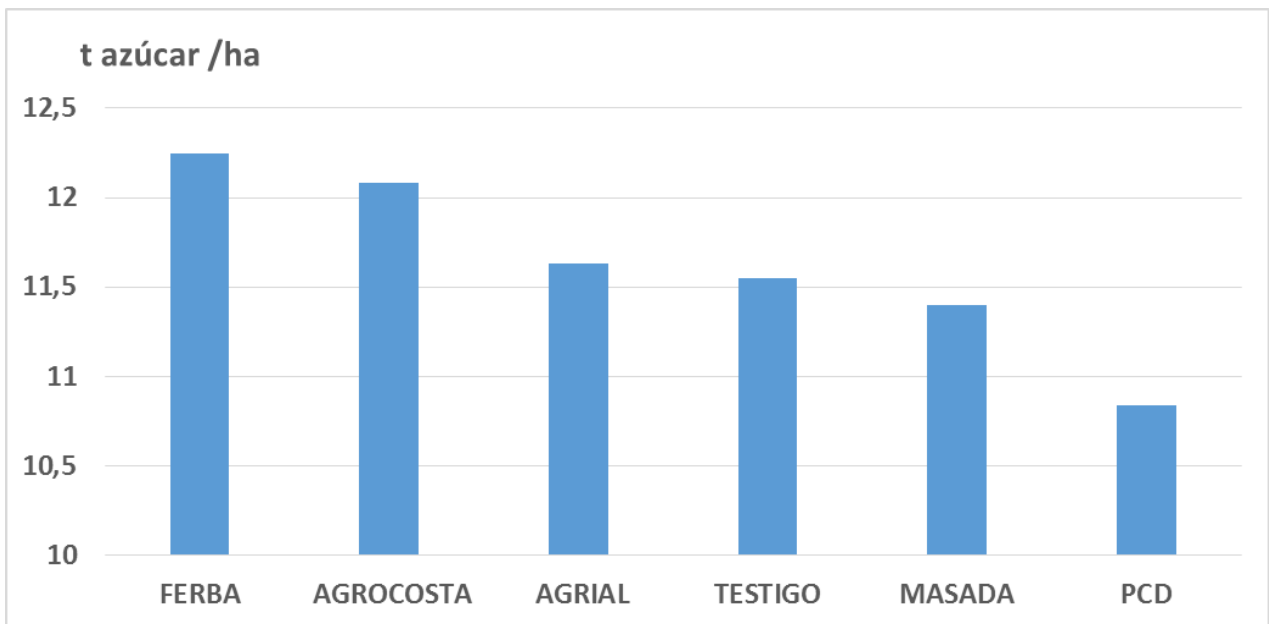


Figura 23. Producción de azúcar obtenida con los diferentes tratamientos en la tercera cosecha.

14. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA HORMONA CITOQUININA EN LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL DE DOS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGIÓN SUR. SEGUNDA COSECHA.

La necesidad de prolongar una mayor vida productiva de la caña de azúcar a través de las socas para obtener rendimientos agrícolas satisfactorios y sostenibles, obliga a buscar aspectos de manejo y entre ellos nutricionales que induzcan al cultivo a mantener por un mayor tiempo la normal caída en el tiempo de los rendimientos de campo.

Hoy día se encuentran en el mercado de agroquímicos una gran cantidad de productos nutricionales u hormonales dirigidos a incrementar la productividad y una mayor longevidad de las socas. Las variedades de caña responden diferentemente a la aplicación de nutrimentos foliares, ya que su estructura foliar y disposición de las hojas permiten una variada penetración de los mismos y con ello una diferente respuesta.

Por este motivo el objetivo de este estudio consistió en evaluar tres productos bioestimulantes cuyo ingrediente común es la hormona del crecimiento llamada Citoquinina en dos variedades comerciales de caña de azúcar en un suelo Ultisol.

El ensayo se ubicó en la finca “*La Jungla*”, propiedad de Coopeagri RL, ubicada en el distrito de San Pedro, cantón de Pérez Zeledón, provincia de San José. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, ordenado en un arreglo factorial de 2x4.

Cada parcela estuvo constituida por 4 surcos de 6 m para un área de 36 m², los tratamientos y su composición química se presentan en el Cuadro 38 y 39. El tratamiento con el herbicida TRICLOPIR 48 EC, en la dosis señalada, se está evaluando debido a la buena respuesta productiva obtenida en experimentos anteriores con la aplicación sobre el follaje de diferentes variedades. Las variedades fueron sembradas y fertilizadas al fondo del surco con la fórmula 11-52-0 en la dosis de 300 kg/ha, a los 2 meses se aplicó al voleo la fórmula 17-2-25 con la dosis de 350 kg/ha y finalmente se realizó una tercera fertilización con la misma fórmula y dosis que la anterior. La aplicación de los productos foliares se hizo aproximadamente a los 3 meses posteriores a la siembra y en las socas entre 3 y 4 meses de edad .

Cuadro 38.
Características y dosis de los productos evaluados en el estudio.

# TRATAMIENTO	PRODUCTO O MEZCLA DE PRODUCTOS	DESCRIPCIÓN	COMPOSICIÓN	DOSIS/HA
1	TRICLOPYR 48 EC (TRIGGER)	Herbicida de acción hormonal	ÁCIDO 3,5,6 TRICLORO-2 PYRIDIN OXIACÉTICO: 48 %	1 l
2	ENERGER 30	Concentrado de Bioactivadores Fisiológicos, Promotores de Crecimiento, Aminoácidos, ácidos Carboxílicos	NIACINA: 10000 PPM TIAMINA 10000 PPM GIBERELINAS: 10000 PPM CITOQUININAS: 20000 PPM AUXINAS: 20000 PPM GLICINA: 20000 PPM ÁCIDO GLUTÁMICO: 10000 PPM ÁCIDOS CARBOXÍLICOS: 10%	10 gr
3	MAXIM 800	MAXIM 800: Biorregulador de Crecimiento natural	MAXIMUM 800: CITOQUININAS: 800 PPM AUXINAS: 35 PPM VITAMINAS 30 PPM ÁCIDO FÓLICO: 300 PPM AMINOÁCIDOS: 10% GIBERELINAS: 35 PPM ADEMÁS CUENTA CON UNA CANTIDAD DE MICRO Y MACRO ELEMENTOS EN PORCENTAJES ENTRE EL 0.12 Y 3,34%	225 ml
4	TESTIGO	-	-	

Cuadro 39.
Tratamientos evaluados en el estudio.

Tratamientos
LAICA 04-825 x ENERGER 30
LAICA 04-825 x Maxim 800 + ENERGER 30
LAICA 04-825 x TESTIGO
LAICA 04-825 x TRICLOPYR
LAICA 05-805 x ENERGER 30
LAICA 05-805 x Maxim 800 + ENERGER 30
LAICA 05-805 x TESTIGO
LAICA 05-805 x TRICLOPYR

En el Cuadro 40 se presenta el análisis de varianza sobre las variables evaluadas en el ensayo, observándose en el mismo que se presentaron diferencias significativas solamente en la variable producción de azúcar (t/ha) entre las variedades, destacando la variedad LAICA 05-805 respecto a la variedad LAICA 04-825, al igual que en el primer corte. También se presentaron diferencias significativas en esta variable entre los productos y en la interacción entre estos y las variedades. Según la prueba de medias (Tukey 5%) la mejor variedad fue LAICA 04 825 y entre los productos bioestimulantes sobresalió con ENERGER 30, superando estadísticamente al tratamiento con TRICLOPIR y no al testigo como se observa en la Figura 20. En la Figura 21 se observa la respuesta en la producción de azúcar (t/ha) de los tratamientos evaluados, donde se presentó una mayor producción con el Bio estimulante ENERGER 30 en la variedad LAICA 04-825, respuesta idéntica alcanzada en el primer corte, pero caso contrario a esta cosecha esta misma variedad respondió muy positivamente al tratamiento con TRICLOPIR. Por otra parte con la variedad LAICA 05-805 la respuesta al tratamiento ENERGER 30 también fue positivo desde el punto de vista productivo.

Para las próximas cosecha se aplicaran de nuevo los tratamientos y con ello se verificaran los resultados que ayuden de alguna forma a obtener conclusiones más definitivas al respecto.



Cuadro 40.
Análisis de varianza aplicado a las variables y tratamientos del estudio.

Andeva	G.L.	% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Kg az/ t		t caña /ha		t azúcar/ha	
		CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	3	3,81	0,07	3,65	0,16	0,94	1	1	0,35	164,27	0,17	183,75	0,09	1,47	0,22
Variedades (A)	1	0,1	1	1,02	1	38,7	0,01	2,78	0,09	254,93	0,1	3,48	1	5,52	0,02
Bioestimulantes (B)	3	1,06	1	0,89	1	1,19	1	0,29	1	55,45	1	76,16	1	2,65	0,06
Error	3	2,97	0,12	4,1	0,13	6,39	0,29	1	0,36	139,44	0,23	138,54	0,17	3,15	0,04
Total	21	1,37		1,93		4,8		0,87		89,39		76,31		0,92	
% CV	31	52,38		67,37		165,11		27,9		3.209,65		2.801,41		46,71	
		5,58		7,37		2,44		6,77		7,58		6,69		5,92	
Variedades		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
LAICA 04 824		20,91		19,01		90,81	a	13,48	a	127,48		130,82		16,63	a
LAICA 05 805		21,02		18,65		88,61	b	14,07	a	121,83		130,16		15,8	b
Bioestimulantes		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
Triclopir 48 EC		20,55		18,5		89,9		13,55		122,76		127,99		15,67	b
Energer 30		21,3		19,05		89,41		13,88		127,03		134,27		17,03	a
Maxin 800 + Energer 30		21,24		19,17		90,16		13,97		126,81		127,95		16,14	ab
Testigo		20,78		18,58		89,36		13,71		122,02		131,74		16,02	ab
Interacciones		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
LAICA 04 824 +Triclopir		21,36		19,68		92,16		13,74		130,9		129,79		16,99	Aa
LAICA 04 824 +Energer 30		20,77		18,63		89,66		13,61		126,61		137,29		17,33	Aa
LAICA 04 824 + Maxin + Energer		21,19		19,39		91,48		13,47		130,98		122,09		15,99	Aa
LAICA 04 824 +Testigo		20,34		18,33		89,94		13,11		121,43		134,1		16,22	Aa
LAICA 05 805 +Triclopir		19,75		17,33		87,65		13,36		114,62		126,18		14,36	Bb
LAICA 05 805 +Energer 30		21,84		19,48		89,17		14,15		127,46		131,25		16,73	Aa
LAICA 05 805 + Maxin + Energer		21,29		18,96		88,84		14,48		122,65		133,82		16,28	Aab
LAICA 05 805 +Testigo		21,21		18,84		88,79		14,3		122,62		129,38		15,82	Aab

Letras mayúsculas agrupan en el sentido del primer factor y minúsculas en el sentido del segundo factor

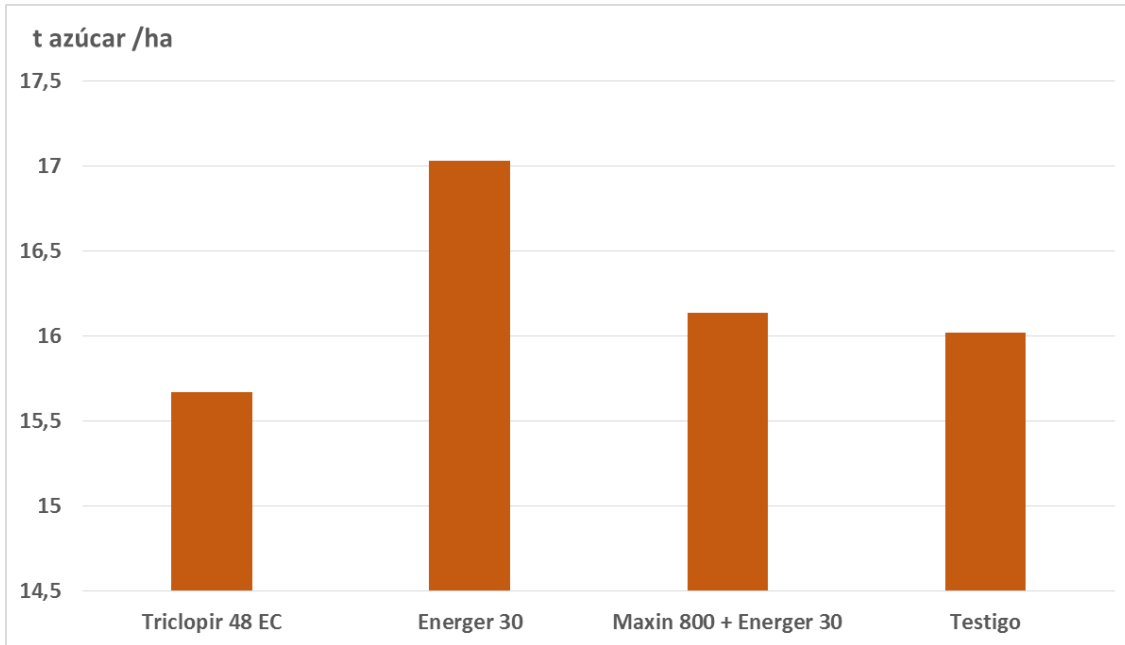


Figura 20. Respuesta general de la caña de azúcar a la aplicación de los productos bioestimulantes.

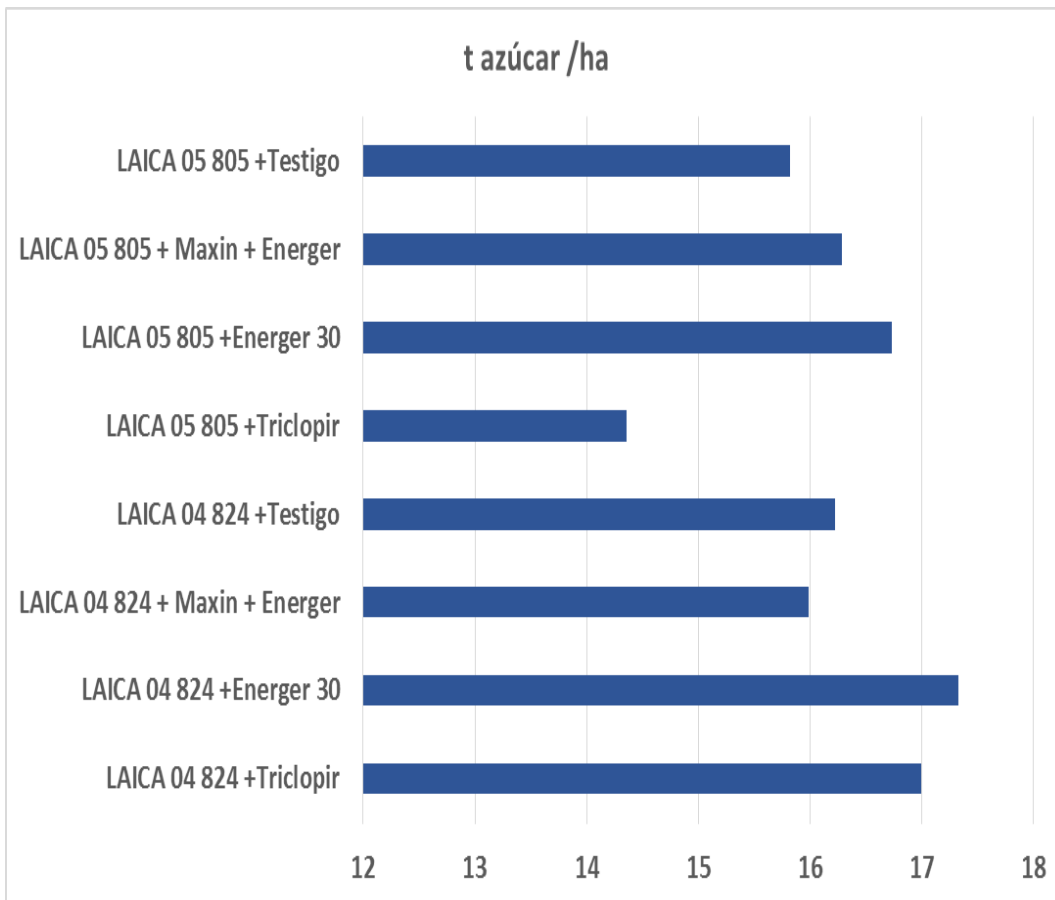


Figura 21. Respuesta productiva de los diferentes tratamientos interactuando en ambas variedades.

15. RESPUESTA PRODUCTIVA DE DIFERENTES MADURANTES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGIÓN SUR. SEGUNDA COSECHA.

La aplicación de madurantes en la caña de azúcar es una práctica tradicional en el manejo del cultivo y es orientada a lograr mayores rendimientos industriales del cultivo cuando imperan, condiciones adversas de clima, o cuando la caña inmadura debe ser procesada por carecer de variedades de maduración temprana para iniciar zafra.

Tradicionalmente se ha utilizado el herbicida Glifosato, el cual al ser un graminicida muy eficaz, detiene el crecimiento del cultivo forzando así su madurez, sin embargo parte de la molécula de este herbicida se transloca a la cepa del cultivo, acumulándose allí ante la incapacidad de degradarla. Los daños que provoca este herbicida se traduce en pérdidas de las cepas y un menor crecimiento.

Por este motivo, se han buscado nuevas alternativas de madurantes no herbicidas entre los que destacan, algunos productos foliares hechos a base de Fosfitos de Potasio, los cuales han venido dando resultados satisfactorios sobre todo en mezcla con pequeñas cantidades de Glifosato. También han aparecido en el mercado de los agroquímicos algunos productos hormonales referenciados que tienen también efecto madurante en el cultivo.

Ante la presencia de muchos productos de este tipo se planteó como objetivo, evaluar diferentes productos madurantes no herbicidas respecto al herbicida Glifosato y su efecto en la producción agroindustrial de la caña de azúcar en la Región Sur.

El ensayo se estableció en la finca "*El Guapinol*", ubicada en el distrito de San Pedro, cantón de Pérez Zeledón a una altitud de 560 msnm, una temperatura media de 23,3°C y una precipitación media anual de 2.581 mm.

El diseño fue bloques completos al azar con tres repeticiones, las parcelas fueron previamente aleatorizadas y estuvieron constituidas por 5 surcos de 8 m de largo, separados entre sí por 1,5 m. La variedad utilizada fue CP 87- 1248 y el intervalo entre la aplicación de los madurantes y la cosecha fue de 9 semanas.

Los tratamientos evaluados se presentan en el Cuadro 41, donde hay 2 fosfitos de potasio, 3 fosfatos de potasio, 2 reguladores de crecimiento y el herbicida Glifosato, el resto de los tratamientos son mezclas de estos productos con el herbicida. La dosis de Glifosato corresponde a 10 ml por tonelada de caña estimando una cosecha de 80 toneladas de caña/ha.

Los madurantes se aplicaron utilizando un marco de metal que sobrepasaba la altura de los tallos de la caña en cada parcela y con una motobomba y boquillas AI 110 03 se realizó la aplicación, evitando al máximo la contaminación de las parcelas adyacentes. En la Figura 22 se presenta la estructura utilizada con éxito para la aplicación de los diferentes productos madurantes.



Figura 22. Estructura utilizada y forma de aplicación de los diferentes productos madurantes en este estudio.

Cuadro 42.
Productos madurantes aplicados a la caña de azúcar en este estudio.

#	TRATAMIENTO	Característica
1	MODDUS 0,9 L/Ha	Fitorregulador, Ethil Trinexapac, Ciclohexadiona
2	POTAFOS 2 L/Ha	Fertilizante foliar quelatado(fosfato de Potasio)(0 -34-45)
3	TECH SPRAY 1 l/Ha + NAIAD 0,5 l/ha	Fosfato Potasio (0-43-32)
4	COSMO MADURADOR 2 Kg/ha	Fosfato Potasio (0-32.43)
5	NUTRIPHITE 1,5 Kg/ha	Fosfito Potasio (0-48-40)
6	OPTILUX 1,5 l/ha	Regulador crecimiento (Ethephon)
7	DP 98 3 l/ha	Fosfito Potasio (4-37-8)
8	GLIFOSATO (0,9 l/ha)	Herbicida
9	GLIFOSATO 0.45 l /ha + MODDUS 0,45 l/ha	Mezcla
10	GLIFOSATO 0,45 l /ha + NUTRIPHITE 0,75 Kg/ha	Mezcla
11	OROFOS 3 l/ha	Mezcla
12	NUTRIPHITE 0,75 Kg/ha + FUSILADE 0,5 l/ha	Mezcla
13	TESTIGO	
14	GLIFOSATO 0,5 l / ha + DP 98 1,5 L/ha	Mezcla

En el Cuadro 43 se presenta el análisis de varianza realizado a los diferentes tratamientos evaluados en este estudio, observándose que en esta cosecha no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos madurantes ,en las variables , rendimiento industrial (kg azúcar/t caña) y en la producción de caña y azúcar (t/ha).

En la Figura 23 se presentan gráficamente diferencias en la variable rendimiento industrial, donde sobresalió al igual que en la cosecha anterior el herbicida GLIFOSATO, induciendo con un incremento sobre el TESTIGO de más de 5 kg de azúcar por tonelada de caña. Otros tratamientos como MODDUS, OROFOS y COSMOMADURADOR también incrementaron la concentración de azúcar en esta cosecha .Las diferencias en esta cosecha por parte de los madurantes fue inferior respecto al año anterior posiblemente por cambios en la condiciones climáticas que desfavorecieron la madures.

Cuadro 43.

Resultados del Análisis de Varianza realizado a los tratamientos evaluados en caña soca.

	% Brix			% Pol		% Pureza		% Fibra		Rend.Ind		T caña / ha		T azúcar / ha	
Fuente variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	2,00	0,68	0,16	0,36	1,00	1,29	0,28	0,14	1,00	15,65	1,00	61,13	1,00	1,61	0,29
Tratamientos	13,00	0,77	0,04	0,75	0,08	1,32	0,24	0,25	0,30	29,20	0,25	83,75	0,39	1,24	1,00
Error	26,00	0,34		0,39		0,96		0,20		21,66		74,76		1,25	
Total	41,00	20,23		20,65		44,77		8,63		974,05		3154,75		51,92	
CV %		2,89		3,48		1,10		2,92		4,08		8,87		10,06	
DMS		1,78		1,90		1,90		1,90		1,90		1,90		1,90	
		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Cosmo madurador		20,24	ab	18,07	a	89,28		15,06		116,46		96,94		11,29	
DP 98		20,18	ab	17,92	a	88,77		15,38		112,87		99,55		11,23	
Glifosato		21,08	a	18,83	a	89,34		15,44		118,96		93,28		11,09	
Glifosato + DP 98		20,37	ab	18,21	a	89,37		15,19		115,81		86,39		10,00	
Glifosato + Moddus		20,62	ab	18,34	a	88,87		14,93		115,58		101,00		11,67	
Glifosato + Nutriphite		20,14	ab	17,71	a	87,79		15,01		112,26		94,61		10,57	
Moddus		20,81	a	18,55	a	89,14		15,23		117,79		105,28		12,43	
Nutriphite		20,40	ab	18,22	a	89,27		15,67		114,28		100,39		11,47	
Nutriphite + Fusilade		20,01	ab	17,69	a	88,38		15,47		111,14		101,50		11,28	
Optilux		18,99	b	16,97	a	89,34		15,38		107,38		96,00		10,34	
Potaños		20,13	ab	17,59	a	87,32		14,88		111,89		102,11		11,43	
Tech Spray		19,91	ab	17,56	a	88,16		14,70		112,69		102,83		11,60	
Orofos		20,84	a	18,64	a	89,38		15,51		117,58		93,22		10,97	
Testigo		20,15	ab	17,97	a	89,15		15,52		113,22		91,06		10,31	

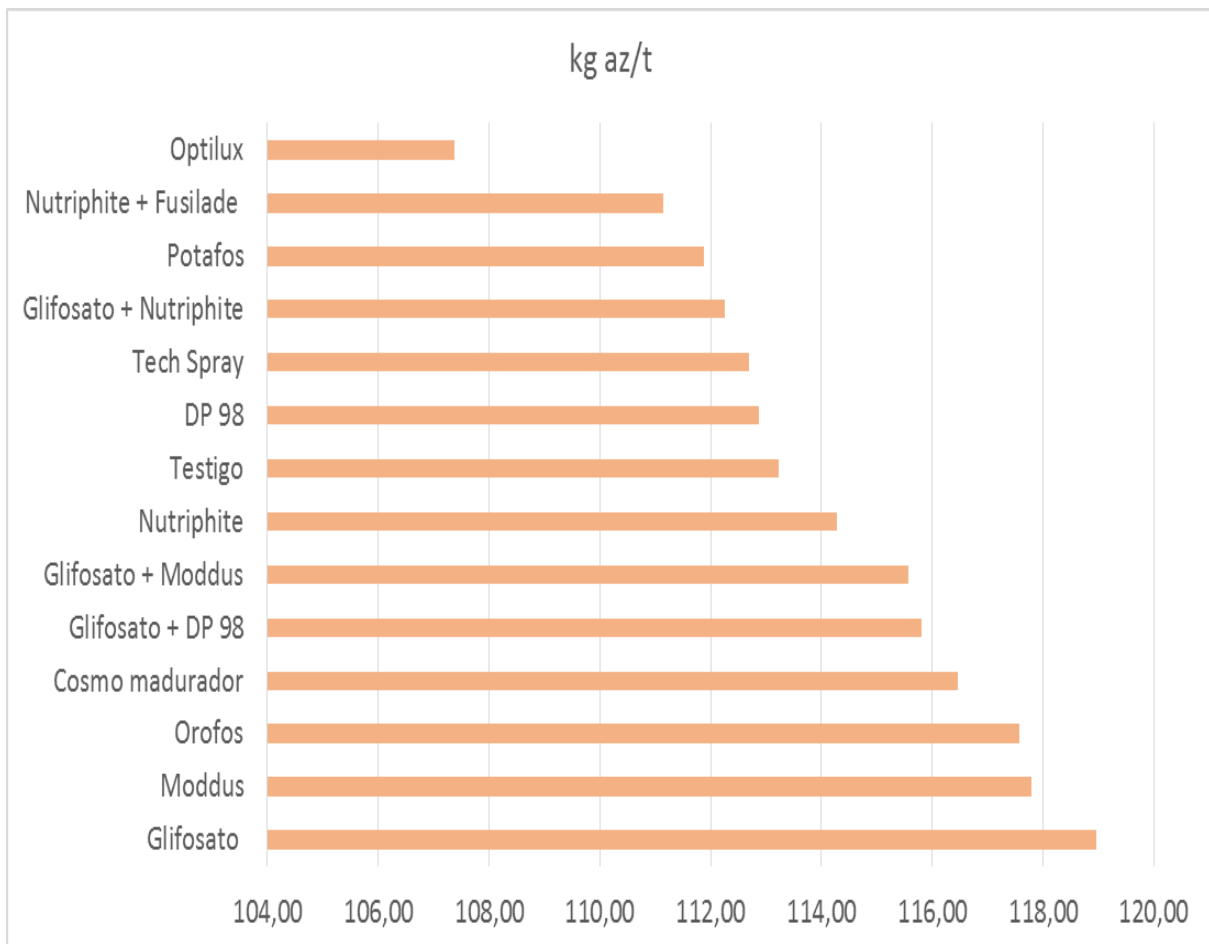


Figura 23. Rendimiento industrial (kg azúcar/ t caña) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes en la segunda cosecha.

En la Figura 24 se presenta las diferencias entre los productos madurantes sobre la producción de caña (t/ha) sobresaliendo positivamente como se mencionó el madurante MODDUS, al igual que en la cosecha anterior, situación que confirma a este producto como una alternativa para incrementar además del rendimiento industrial, también la producción de caña. Este buen comportamiento del madurante MODDUS posiblemente obedece a que este producto es hormonal con capacidad de provocar un mayor crecimiento de los tallos 60 días después de ser aplicados. Para lograr obtener mejores conclusiones y valorar el efecto acumulativo a través de las zafas, es necesario e ineludible continuar aplicando los mismos tratamientos y valorando las cosechas.

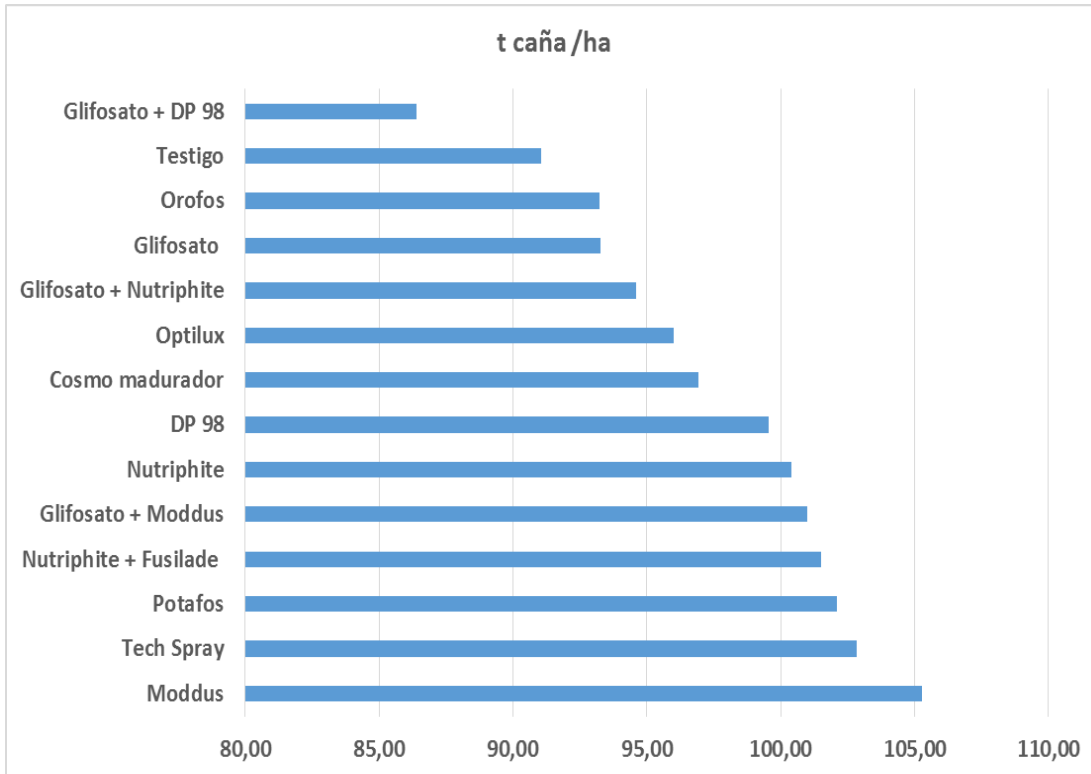


Figura 24. Producción de caña por hectárea obtenida en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos de madurantes.

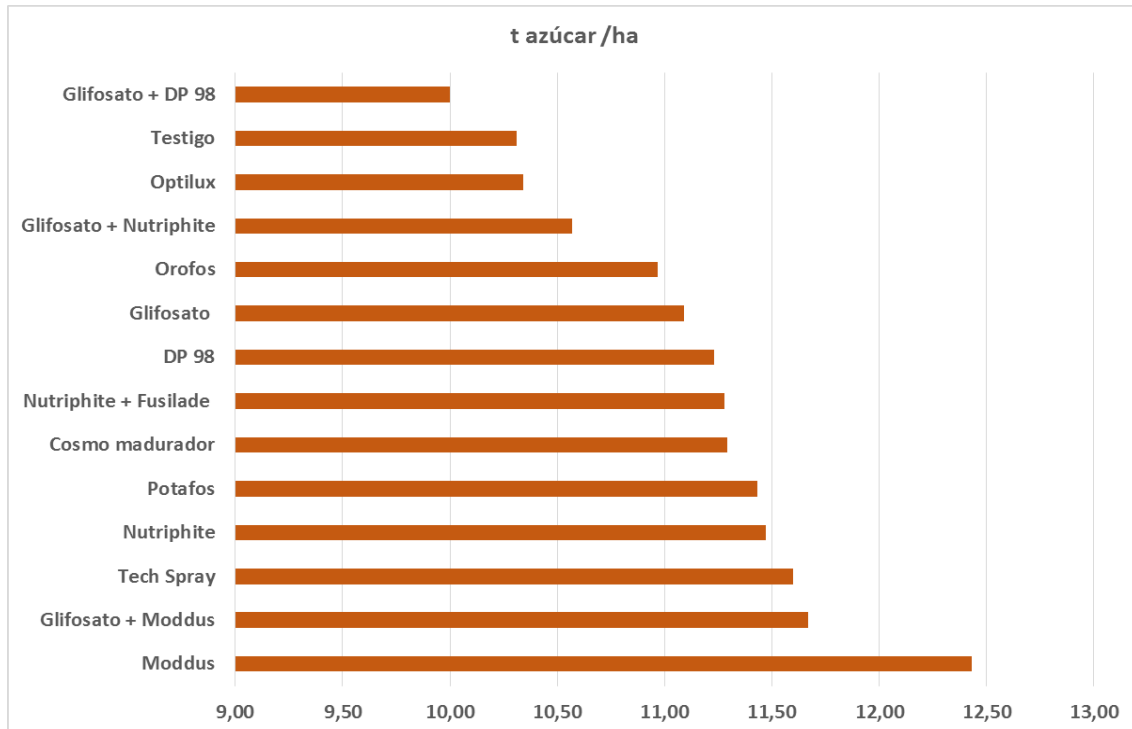


Figura 25. Producción de azúcar por hectárea obtenida en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos de madurantes.

16. EVALUACIÓN DE DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGION SUR. TERCERA COSECHA.

El incremento en la productividad de la caña de azúcar debe verse como un objetivo permanente dentro del manejo de las plantaciones, ya que es la forma más directa de lograr eficiencia, reducción de los costos y una mayor competitividad. Por este motivo es factible en la buena teoría que incrementando el número de surcos y reduciendo las distancias de siembra es posible obtener más tallos por unidad de área. Sin embargo hay aspectos importantes que se deben considerar, porque en alguna medida impiden realizar estos cambios en las plantaciones, por ejemplo, la variedad cultivada, y la maquinaria son dos factores determinantes que en alguna forma impiden modificar las distancias de siembra, las cuales y mediante estudios de investigación han circundado entre el 1,2 hasta 1,8 metros.

Una modificación poco utilizada es el uso del surco gemelo el cual consiste en dos surcos separados por 0,6 metros entre sí y una distancia superior entre los pares de surcos, siempre con el inconveniente de que al permitir un mayor paso de luz se tendría un incremento también mayor de malezas.

Como se puede apreciar muchos son los cuestionamientos ligados a las distancias de siembra, ya que si por un lado, al reducir las distancias se busca tener un mayor número de tallos, también con distancias mayores permite tener una mayor luminosidad y por lo tanto un mayor crecimiento de los tallos. Ante estas dudas y al ser las variedades cultivadas determinantes es que se estableció este estudio con el objetivo de evaluar en tres variedades comerciales las diferentes distancias de siembra en la caña de azúcar.

El ensayo se estableció en la finca "*El Porvenir*" perteneciente a CoopeAgri R.L. y ubicada en el distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón a una altitud 560 msnm, una temperatura media de 23,3°C y una precipitación media anual de 2.581 mm.

El surco doble se mantuvo a una distancia de 0,6 m. y se evaluaron 3 distancias de separación entre cada surco doble: 1,4 m., 1,6 m. y 1,8 m. Como tratamiento TESTIGO o comparador se utilizó la distancia de siembra convencional y tradicional de la región en surcos simples de 1,5 m. de distancia entre surco.

Las variedades evaluadas fueron LAICA 01-604, LAICA 05-805 y LAICA 04-825 por su importancia y buen comportamiento productivo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y en arreglo factorial 4³, donde el primer factor correspondió a cada distancia de siembra y el segundo factor a cada variedad. Todas las parcelas contaron con la misma cantidad de metros lineales de surco (4 surcos de 7 metros de largo para un total de 28 metros lineales de surco) para cada distancia de siembra, por lo que el área total de la parcela varía de acuerdo a cada distancia evaluada según se indica en el Cuadro 44.

Cuadro 44.
Distancias de siembra y área total por parcela valoradas en este estudio.

DISTANCIA SIEMBRA EVALUADA	ÁREA TOTAL DE LA PARCELA EN m ²
1, 5 convencional (tratamiento testigo)	42
SURCO DOBLE A 1,4 m	28
SURCO DOBLE A 1,6 m	30,8
SURCO DOBLE A 1,8 m	36

Para el manejo y homogenización de la fertilización se dosificó el fertilizante por metro lineal de surco, tomando como base la cantidad de fertilizante utilizado normalmente para la distancia convencional (TESTIGO) de 1,5 m. entre surcos.

En el Cuadro 45 se presentan los resultados de esta segunda cosecha y su correspondiente análisis de varianza, observándose en dicho cuadro la presencia de diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas en la producción de azúcar (t/ha) y donde

sobresalieron las variedades LAICA 04 825 y LAICA 05 805 sobre la variedad LAICA 01 804 en más de 3 toneladas de azúcar /ha. , entre las distancias de siembra al igual que en la cosecha anterior no se presentaron diferencias estadísticas significativas. En la interacción entre variedades y distancia de siembra contrariamente a la cosecha anterior se presentaron diferencias significativas marcadas por la prueba de medias según Tukey al 5 %.

Cuadro 45.
Resultados del Análisis de Varianza realizado a los diferentes tratamientos.

ANDEVA		% Brix		% Sac		% Pza		% Fibra		Rend Ind		t caña / ha		t azúcar / ha	
F de V	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Bloques	2	0,03	1	0,03	1	2,24	0,2	0,01	1	2,64	1	267,94	0,02	5,33	0,01
Distancia	3	1,93	0	1,04	0	3,27	0,08	0,37	0,12	27,51	0,1	69,35	0,31	0,34	1
Variedad	2	7,17	0	6,98	0	21,43	0	5,17	0	361,97	0	2.720,88	0	27,9	0
Distancia - Variedad	6	0,37	0	0,29	0,07	2,31	0,15	0,55	0,02	14,54	0,34	70,44	0,3	1,71	0,09
Error	22	0,08		0,13		1,3		0,17		11,97		54,61		0,79	
Total	35	24,1		21,67		99,58		18,41		1.162,28		7.809,79		95,2	
CV %		1,28		1,8		1,26		2,86		2,67		7,17		6,69	
Medias		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
Dist.1,4 m		21,83	b	19,71	b	90,15	a	14,32		129,01		104,88		13,5	
Dist.1,5 m		22,46	a	20,31	a	90,41	a	14,53		132,29		98,99		13,04	
Dist.1,6 m		21,37	c	19,53	b	91,39	a	14,12		128,71		104,55		13,38	
Dist.1,8 m		21,63	bc	19,72	b	91,21	a	14,09		128,7		104,1		13,36	
Medias		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
Laica 01 604		22,71	a	20,66	a	90,9	a	14,59	a	134,37	a	86,08	b	11,56	b
Laica 04 825		21,31	b	19,61	b	92,07	a	13,51	b	131,03	a	108,7	a	14,24	a
Laica 05 805		21,45	b	19,18	c	89,4	b	14,7	a	123,64	b	114,61	a	14,17	a
Medias		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
Dist. 1,4 laica 01 604		22,31	Ba	20,23	Aa	90,23		14,18	Aa	133,03		92,38		12,29	Aa
Dist.1,4 Laica 04 825		21,61	Aa	19,74	Aa	91,34		14,07	Aa	130,83		107,14		14,01	Aa
Dist.1,4 Laica 05 805		21,56	ABa	19,17	Aa	88,89		14,72	Aa	123,16		115,12		14,2	Aa
Dist 1,5 laica 01 604		23,45	Aa	21,23	Aa	90,52		14,93	Aa	136,87		81,35		11,13	Ab
Dist 1,5 Laica 04 825		22,1	Ab	20,14	Ab	91,13		13,31	Ab	136,25		110,48		15,03	Aa
Dist. 1,5 Laica 05 805		21,83	Ab	19,55	Ab	89,58		15,34	Aa	123,76		105,16		12,97	Aab
Dist.1,6 laica 01 604		22,53	Ba	20,8	Aa	92,47		14,77	Aa	134,83		85,28		11,5	Ab
Dist 1,6 Laica 04 825		20,76	Bb	19,12	Ab	92,07		13,42	Ab	129,06		107,25		13,83	Aab
Dist.1,6 Laica 05 805		20,82	Bb	18,66	Ab	89,63		14,18	Aab	122,24		121,1		14,8	Aa
Dist.1,8 laica 01 604		22,55	Ba	20,38	Aa	90,38		14,5	Aa	132,74		85,32		11,32	Ab
Dist.1,8 Laica 04 825		20,75	Bc	19,46	Aa	93,74		13,24	Ab	127,97		109,92		14,08	Aa
Dist.1,8 Laica 05 805		21,6	ABb	19,34	Aa	89,52		14,54	Aa	125,38		117,07		14,69	Aa

Letras mayúsculas agrupan en el sentido del primer factor y minúsculas en el sentido del segundo factor

En la Figura 26 se presenta el resultado en la producción de azúcar (t/ha), en la interacción entre las distancias de siembra y las variedades. La variedad LAICA 04-825 las mejores distancias fueron 1,8 m en surco doble y con la distancia de 1,5 m en surco sencillo, resultado consistente con la cosecha anterior. En la variedad LAICA 05-805 en la primera y segunda cosecha la mejor distancia fue 1,4 m y en esta cosecha con la distancia de 1,6. Como se observa con esta variedad, aparentemente la distancia tradicional de 1,5 m no le favoreció. Finalmente la variedad LAICA 01-604 se vio favorecida por la distancia de 1,4 m.

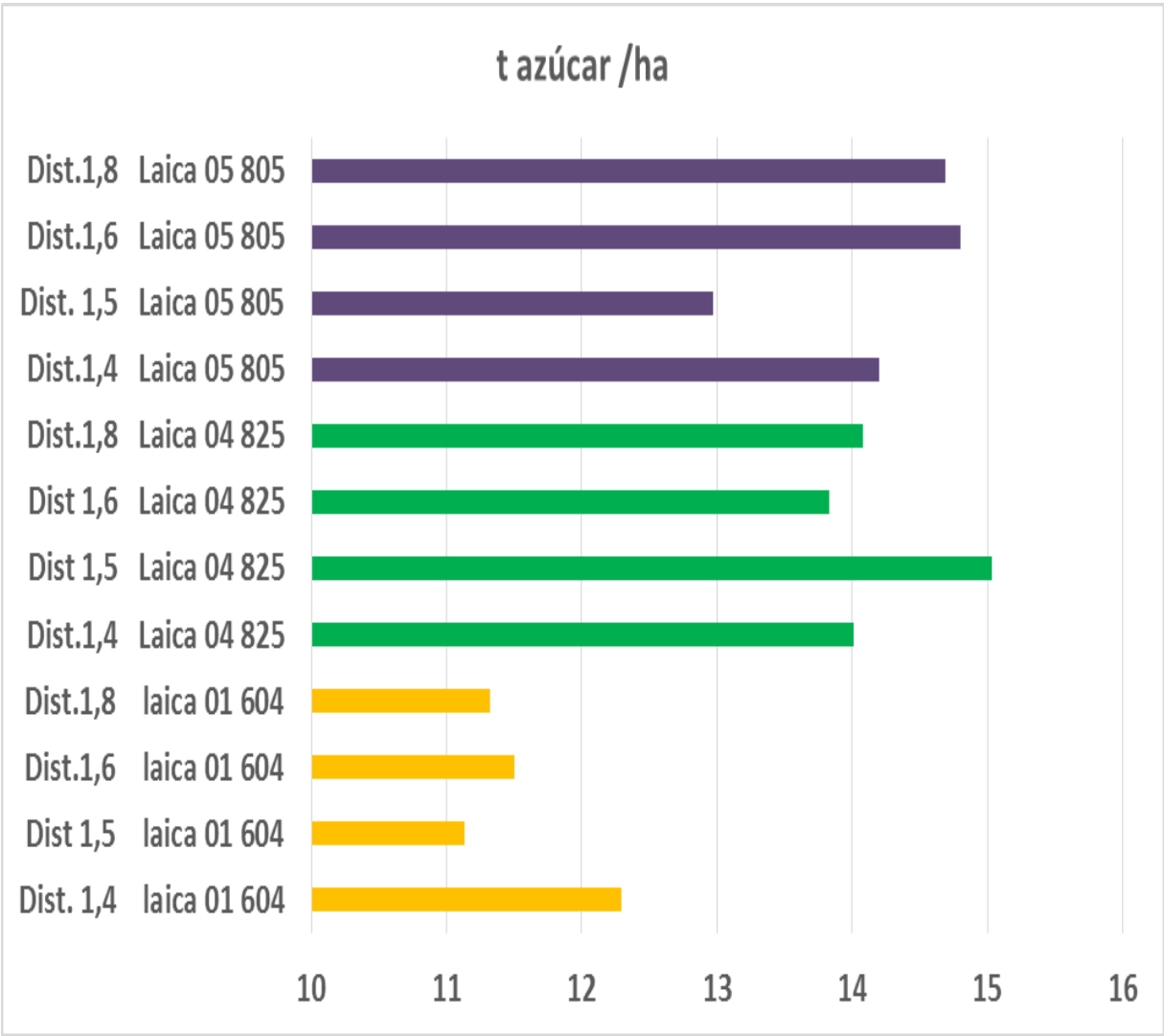


Figura 26. Producción de azúcar obtenida en la interacción entre las distancias de siembra y variedades.

17. RESPUESTA DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE CINCO MEZCLAS DE HERBICIDAS POST EMERGENTES. CAÑAS GUANACASTE. Tercera cosecha.

Los herbicidas son aplicados al cultivo de la caña de azúcar con la finalidad de protegerlo de las malas hierbas que compiten con él, por luz, agua y nutrientes. Sin embargo aunque muchos de ellos son selectivos al cultivo, como buenos gramínicidas que son, tienden a afectar seriamente a algunas variedades de caña que presentan algún grado de susceptibilidad a algunas moléculas de herbicidas.

La susceptibilidad de una determinada variedad a un herbicida puede manifestarse en síntomas visibles (quema, clorosis, coloraciones etc.), pero también puede no presentar ningún síntoma y afectar la productividad del cultivo. Por otra parte, es importante contar con la variedad de caña idónea y adaptada a las condiciones agroclimáticas del entorno donde se desarrolla la actividad, por lo que resultaría paradójico tener que cambiar la variedad por el simple hecho que se ve afectada por uno o varios herbicidas. Por tal motivo es imprescindible conocer cual o cuales herbicidas afectan y en qué grado a las variedades comerciales de caña de una región cañera.

En este caso se estableció un estudio cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento productivo de las variedades comerciales de caña de azúcar a cada uno de los herbicidas que componen las mezclas de herbicidas más importantes de la región de Guanacaste.

Las variedades seleccionadas para el ensayo fueron: RB 86 -7515, NA 85-1602, NA 56-42 y CP 72-2086 y los herbicidas evaluados fueron DIURON 80 WG (2 kg/ha) , AMETRINA 80 WG (2 kg/ha) ,TERBUTRINA 80 WG (2 kg/ha), HEXAZINONA 75 WP (0,5 kg/ ha), 2,4-D 60 SL(2 l/ha) y un tratamiento TESTIGO sin aplicación para cada variedad, Las mezclas evaluadas con sus respectivas dosis se presentan en el Cuadro 46 . Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en arreglo factorial de 4⁵y se les aplicó la prueba de medias Tukey al 5%.Las variedades se sembraron en parcelas de 4 surcos de 6 metros y cada uno de los herbicidas se aplicaron con bomba de espalda utilizando una boquilla DG

80 03 para una descarga de 357 l/ha, dirigiendo la aplicación al follaje de la caña cuando esta tenía aproximadamente 2 – 3 meses de edad.

Cuadro 46.
Mezclas de herbicidas aplicadas a cada variedad evaluada en este ensayo.

Tratamiento	Mezcla	Dosis
1	Diuron 80 WG + Terbutrina 80 WG + 2,4-D 60 SL+ WK	2 kg + 2 kg + 2 l + 1 cc/l
2	Diuron 80 WG + Ametrina 50 SC + 2,4-D 60 SL+ Cosmo in	2 kg + 3 l + 2 l + 1cc/l
3	Diuron 80 WG + Terbutrina 80 WG + flash 7,5 SL+ WK	2 kg + 2 kg + 2 l + 1cc/l
4	Diuron 80 WG + Hexazinona 75 WG + 2,4-D 60 SL+ Cosmo	2 kg + 0,5 kg + 2 l + 1 cc/l
5	Hexazinona 75 WG + MSMA 72 SL + 2,4-D 60 SL	0,5 kg + 1,5 l + 2 l
6	Testigo	

En el Cuadro 47 se presenta el análisis de varianza, observándose que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades estudiadas en casi todas las variables agroindustriales y donde la variedad NA 85-1602 produjo el mayor rendimiento industrial (kg azúcar/t caña) y a diferencia de la cosecha anterior la mayor producción de caña y azúcar /ha se obtuvo con la variedad CP 72 2086. Entre las mezclas de herbicidas las diferencias no fueron muy marcadas significativamente pero cabe resaltar que la mezcla de los herbicidas Diuron + Ametrina presentó una producción de azúcar muy similar al testigo revelando con ello que es una mezcla amigable con el cultivo. Respecto a la interacción entre, las variedades y mezclas de herbicidas en esta cosecha se presentaron diferencias estadísticas significativas como se observa en dicho cuadro. En el Cuadro 48 se exponen las diferencias porcentuales en la producción de caña respecto al tratamiento TESTIGO de cada variedad y a las cuales no se les aplicó ningún tipo de herbicida, también se observó que las mezclas de herbicidas que más afectaron en esta cosecha a todas las variedades fueron las mezclas 5,4 y 3 con una disminución en la producción de caña /ha respecto al testigo de un 15,14 y 12 % respectivamente. Por otra parte las variedades más afectadas por todos los herbicidas fueron NA 85-1602 con una disminución promedio de 19,05 y NA 56 42 con más de un 20 % en la producción de caña.

Una de las mezclas que menos afectaron a las variedades como se menciono fue la compuesta por Diuron + Ametrina, seguida por la mezcla Diuron + Terbutrina .En el Cuadro 49 se presenta el resultado de dos cosechas realizado a este estudio y donde se observa que los resultados son bastantes consistentes entre si sobresaliendo la variedad CP 72 20 86 y RB 86 7515 como más tolerantes a los herbicidas en general y se evidencia la susceptibilidad de las variedades NA 5642 y NA 85 1602.

Cuadro 47.
Análisis de varianza aplicado a las variables evaluadas en el ensayo.

ANdeVA		% Brix			% Fibra			% Sacarosa			% Pureza			Rend.Ind			t caña /ha			t azúcar /ha		
F. DE V.	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	
BLOQUES	2	3,61	0,02	2,84	1	2,67	0,06	4,00	0,37	202,59	0,02	1.515,09	0	30,27	0							
VARIEDAD	3	8,33	0	4,63	0,2	5,01	0	4,33	0,36	315,56	0	1.722,45	0	16,30	0,01							
HERBICIDA	5	0,50	1	5,04	0,15	0,57	1	3,85	1	31,96	1	1.371,10	0	27,39	0							
VAR*HERB	15	1,74	0,03	3,46	0,31	1,82	0,04	2,57	1	75,13	0,11	271,64	0,18	6,37	0,07							
ERROR	46	0,83		2,91		0,93		3,96		46,91		192,01		3,62								
TOTAL [SC]	71	99,29		230,30		93,20		260,76		4.796,46		27.960,25		508,57								
CV%		4,38		12,39		5,14		2,21		5,5		9,96		10,99								
Variedades		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP							
CP 72 2086		21,08	ab	14,26		19,00	ab	90,16		125,28	ab	148,38	a	18,59	a							
RB 86 7515		20,35	b	14,13		18,33	b	89,99		121,24	b	139,82	ab	16,94	ab							
NA 85 1602		21,75	a	13,36		19,37	a	89,09		130,15	a	125,43	b	16,34	b							
NA 56 42		20,32	b	13,28		18,30	b	90,04		121,43	b	142,79	ab	17,39	ab							
Herbicidas		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP							
DIURON		20,98		13,79		18,89		90,09		126,07		142,73	ab	17,97	ab							
AMETRINA		21,15		14,62		19,02		89,92		124,03		150,93	a	18,72	a							
TERBUTRINA		20,71		13,92		18,59		89,70		123,41		131,68	b	16,23	b							
HEXACTO		20,57		12,62		18,47		89,84		123,60		129,23	b	15,93	b							
2,4 - D		20,96		13,91		18,61		88,83		123,02		128,55	b	15,81	b							
TESTIGO		20,89		13,67		18,91		90,54		127,04		151,52	a	19,23	a							
Interacción		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP							
CP 722086 /Mezcla 1		21,50	Aa	14,29		19,44	Aa	90,34		128,19		149,90		19,21	Aa							
CP 722086 / Mezcla 2		21,68	Aa	14,21		19,54	Aa	90,17		129,10		162,40		20,99	Aa							
CP 722086 / Mezcla 3		20,66	Aa	14,37		18,76	Aa	90,80		123,67		135,39		16,73	Aa							
CP 722086 / Mezcla 4		21,01	Aa	14,57		18,85	Aa	89,83		123,06		139,21		17,06	Aa							
CP 722086 / Mezcla 5		21,44	Aa	14,34		19,11	Aa	89,10		125,02		146,18		18,24	Aa							
CP 722086 /TESTIGO		20,17	Aa	13,76		18,30	Aa	90,69		122,66		157,20		19,32	Aa							
Interacción																						
RB 86 7515 / Mezcla 1		19,70	Aa	13,68		17,75	Aa	90,06		118,87		143,68		16,99	Aa							
RB 86 7515 / Mezcla 2		19,92	Aa	14,63		17,90	Aa	89,87		116,74		149,12		17,41	Aa							
RB 86 7515 / Mezcla 3		20,87	Aa	14,26		18,72	Aa	89,71		123,40		150,73		18,61	Aa							
RB 86 7515 / Mezcla 4		19,65	Aa	14,14		17,63	Aa	89,67		116,26		127,62		14,74	Aa							
RB 86 7515 / Mezcla 5		20,30	Aa	14,13		18,16	Aa	89,39		119,54		125,98		15,08	Aa							
RB 86 7515 /TESTIGO		21,69	Aa	13,91		19,81	Aa	91,27		132,63		141,82		18,81	Aa							
Interacción																						
NA 85 1602 / Mezcla1		21,11	Aa	12,62		18,59	Aa	88,09		126,70		131,67		16,66	Aa							
NA 85 1602 / Mezcla 2		21,95	Aa	14,68		19,66	Aa	89,62		127,83		126,18		16,17	Aa							
NA 85 1602 / Mezcla 3		22,08	Aa	13,54		19,87	Aa	89,98		133,29		118,78		15,85	Aa							
NA 85 1602/ Mezcla 4		21,65	Aa	12,56		19,43	Aa	89,81		133,83		124,70		16,67	Aa							
NA 85 1602 / Mezcla 5		22,30	Aa	13,71		19,36	Aa	86,86		127,43		112,40		14,31	Aa							
NA 85 1602 /TESTIGO		21,42	Aa	13,03		19,32	Aa	90,19		131,84		138,87		18,40	Aa							
Interacción																						
NA 56 42 / Mezcla1		21,60	Aa	14,56		19,79	Aa	91,87		130,53		145,69		19,02	Aab							
NA 56 42 /Mezcla 2		21,05	Aa	14,97		18,95	Aa	90,01		122,45		166,03		20,31	Aa							
NA 56 42 / Mezcla 3		19,24	Aa	13,52		17,01	Aa	88,32		113,26		121,81		13,73	Ab							
NA 56 42/ Mezcla 4		19,98	Aa	9,21		17,99	Aa	90,06		121,24		125,39		15,26	Aab							
NA 56 42 / Mezcla 5		19,80	Aa	13,45		17,82	Aa	89,96		120,09		129,63		15,62	Aab							
NA 56 42 /TESTIGO		20,25	Aa	13,98		18,22	Aa	90,01		121,01		168,18		20,38	Aa							

Letras mayúsculas agrupan en el sentido del primer factor y minúsculas en el sentido del segundo factor.

Cuadro 48.

Diferencias porcentuales respecto a los tratamientos testigos en la producción de caña obtenida por los tratamientos evaluados en este estudio.

HERBICIDAS	VARIEDADES COMERCIALES				Promedio %
	RB 86 75 15	NA 85 1642	NA 56 42	CP 72 2086	
	% t/ha	% t/ha	% t/ha	% t/ha	
Mezcla 1	1,31	-5,18	-13,37	-4,64	-5,47
Mezcla 2	5,15	-9,13	-1,28	3,31	-0,49
Mezcla 3	6,28	-14,46	-27,57	-13,87	-12,40
Mezcla 4	-10,01	-10,20	-25,44	-11,44	-14,27
Mezcla 5	-11,17	-19,05	-22,92	-7,01	-15,04
TESTIGO	141,82	138,97	168,18	157,2	
Promedio %	-1,69	-11,60	-18,12	-6,73	

Cuadro 49.

Respuesta porcentual en la producción de caña de las variedades en las 2 cosechas a la aplicación de las mezclas de herbicidas.

Tratamientos	VARIEDADES								Promedio
	RB 86 75 15	RB 86 75 15	NA 85 1642	NA 85 1642	NA 56 42	NA 56 42	CP 72 2086	CP 72 2086	
	% t caña /ha	% t caña /ha	% t caña /ha	% t caña /ha	% t caña /ha	% t caña /ha	% t caña /ha	% t caña /ha	
	1 soca	2 Soca	1 soca	2 soca	1 soca	2 soca	1 soca	2 soca	
Mezcla 1	1,37	1,31	-17,21	-5,18	32,52	-13,37	-14,43	-4,64	-2,46
Mezcla 2	5,95	5,15	-23,86	-9,13	18,77	-1,28	-2,68	3,31	-0,47
Mezcla 3	10,02	6,28	-23,83	-14,46	12,51	-27,57	12,94	-13,87	-4,75
Mezcla 4	-10,50	-10,01	-31,74	-10,20	-0,22	-25,44	-4,09	-11,44	-12,96
Mezcla 5	-10,11	-11,17	-26,40	-19,05	4,94	-22,92	2,13	-7,01	-11,20
Promedio	-0,65	-1,69	-24,61	-11,6	13,7	-18,12	-1,23	-6,73	

18. RESPUESTA DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE SEIS HERBICIDAS POST EMERGENTES. REGION SUR. Primera cosecha.

Al igual que en el resto de las regiones cañeras las variedades de caña cambian obedeciendo a su capacidad productiva, y a su capacidad de adaptación a las diversas condiciones agroclimáticas imperantes en estas regiones.

Los herbicidas utilizados en general y sus mezclas no cambian por este motivo resulta importante evaluar el efecto fitotóxico que puedan provocar estos herbicidas sobre estas variedades. El primer objetivo planteado fue el de evaluar el efecto de los herbicidas individualmente para obtener información al respecto y que permita poder estructurar mejor las mezclas de herbicidas evitando con ello los perjuicios en la producción. Posteriormente después de dos cosechas se aplicaran mezclas de los herbicidas con sus respectivos coadyuvantes para de nuevo medir dicho efecto positivo o negativo en cada una de las variedades.

La Región Sur ha sufrido un rápido cambio varietal a consecuencia de la presencia de la enfermedad de la roya naranja (*Puccinia Koeeni*), por tal motivo existe una amplia gama de variedades comerciales a las cuales se les debe valorar su respuesta fitotoxica a los herbicidas utilizados por los productores al igual que se ha hecho en esta y otras regiones. Para cumplir con este trabajo se seleccionaron las variedades LAICA 04 44, LAICA 04 809, LAICA 05 805 y RB 98 710 ,por su área de cultivo y además por su proyección a futuro. Los herbicidas evaluados fueron Diuron 80 WG (2 kg/ ha), Ametrina 50 SC (3 l/ha), Terbutrina 80 WG (2 kg/ha), Hexazinona 75 WG (0,5 kg/ha), M.S.M.A 72 SL (1,5 l/ha), y un tratamiento testigo sin aplicación y con deshierba manual .

El ensayo se estableció en la finca "El Porvenir" con suelos del orden Ultisol perteneciente a CoopeAgri R.L. y ubicada en el distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón, a una altitud de 560 msnm, una temperatura media de 23,2°C y una precipitación media anual de 2.581 mm .El diseño utilizado en este estudio fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en arreglo factorial de 4⁶ .Las parcelas o unidades experimentales estuvieron constituidas por 4 surcos de 6 metros de largo separados a 1,5 metros entre sí, para un área de parcela de 36 m². Los herbicidas se aplicaron con bomba de espalda, utilizando una

boquilla AI 110 03 para una descarga de 460 L / ha, dirigiendo la aplicación al follaje de la caña cuando esta tuvo aproximadamente 2 – 3 meses de edad posterior a la cosecha..

En el Cuadro 50 se presenta el análisis de varianza realizado a las variables de este estudio y donde se observa que no se presentaron diferencias estadística significativas entre los herbicidas y caso contrario y como es de esperar se presentaron diferencias entre las variedades donde únicamente la variedad LAICA 04 809 estadísticamente fue inferior a las demás en las variables producción de caña y azúcar (t /ha)

Cuadro 50.
Resultado del análisis de varianza aplicado a los diferentes tratamientos del estudio.

Fuente variación	G.L.	% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Kg az / t		t caña /ha		t azúcar / ha	
		CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	2	0,28	1	0,23	1	6,03	1	0,25	1	65,04	1	799,2	0	9,73	0,12
Herbicidas	5	0,52	1	0,45	1	1,02	1	1,03	0,06	178,88	1	103,75	0,17	5,93	0,26
Variedades	3	0,72	1	1,14	1	2,72	1	0,02	1	93,19	1	3.057,28	0	32,4	0
Herbicidas vs Variedades	15	1,64	0,32	2,47	0,39	8,26	0,46	0,81	0,07	259,77	1	71,3	0,37	5,09	0,34
Error	46	1,39		2,27		8,13		0,45		315,44		63,81		4,41	
Total	71	93,99		147,71		523,26		38,51		19.711,07		15.293,45		425,48	
CV %		5,62		8,36		3,33		5,06		15,17		7,93		17,8	
Herbicidas (A)		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
Ametrina		21,23		18,23		85,79		13,02	a	120,78		102,59		12,39	
Diuron		21,12		18,25		86,16		13,72	a	117,85		100,95		11,97	
Hexazinona		20,89		17,89		85,55		13,27	a	117,75		97,48		11,5	
MSMA		21,13		18,1		85,56		13,48	a	118,41		103,73		12,25	
Terbutrina		20,66		17,77		85,93		13	a	109,56		96,88		10,51	
Testigo		21		17,93		85,36		13,05	a	118,28		103,03		12,17	
Variedades (B)		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
LAICA 04-44		20,83		17,76		85,25		13,27		116,46		110,39	a	12,87	a
LAICA 04-809		21,14		18,22		86,13		13,28		120,26		81,71	b	9,84	b
LAICA 05-805		20,84		17,86		85,58		13,21		116,85		103,36	a	12,09	a
RB 98-710		21,22		18,26		85,94		13,26		114,85		107,64	a	12,38	a
Herbicidas vs Variedades		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
Ametrina x LAICA 04 44		20,4		17,17		84,18		12,61	Aa	113,98		112,69		12,85	
Ametrina x LAICA 04 809		21,69		18,87		86,91		13,55	Aa	123,98		81,76		10,15	
Ametrina x LAICA 05 805		20,93		18,2		86,92		13,03	Aa	121,5		104,82		12,8	
Ametrina x RB 98710		21,9		18,66		85,17		12,88	Aa	123,68		111,11		13,74	
Diuron x LAICA 04 44		21,12		18,14		85,76		12,93	Aa	120,54		110,65		13,36	
Diuron x LAICA 04 809		20,6		17,76		86,03		13,83	Aa	115,88		78,61		9,07	
Diuronx LAICA 05 805		20,53		17,58		85,44		13,57	Aa	109,33		104,08		11,41	
Diuron x RB 98710		22,24		19,52		87,4		14,55	Aa	125,66		110,46		14,03	
Hexazinona x LAICA 04 44		21,16		18,22		86,04		13,25	Aa	120,16		110,46		13,35	
Hexazinona x LAICA 04 809		20,93		18,09		86,34		13,46	Aa	118,99		73,89		8,84	
Hexazinona x LAICA 05 805		19,66		16,32		82,94		13,43	Aa	105,2		97,31		10,18	
Hexazinona x RB 98710		21,79		18,93		86,88		12,94	Aa	126,65		108,24		13,64	
Terbutrina x LAICA 04 44		20,88		17,73		84,9		13,53	Aa	115,33		111,11		12,85	
Terbutrina x LAICA 04 809		21,92		19,19		87,45		13,93	Aa	125,27		93,43		11,76	
Terbutrina x LAICA 05 805		21,68		19,02		87,68		13,13	Aa	127,08		98,89		12,55	
Terbutrina x RB 98710		20,04		16,48		82,22		13,31	Aa	105,97		111,48		11,84	
MSMA x LAICA 04 44		20,62		17,78		86,2		13,56	Aa	116,36		105,46		12,28	
MSMA x LAICA 04 809		20,47		17,3		84,49		12,23	Aa	116,29		81,3		9,41	
MSMA x LAICA 05 805		20,58		17,7		85,81		13,06	Aa	117,25		100,83		11,76	
MSMA x RB 98710		20,95		18,29		87,23		13,15	Aa	88,33		99,91		8,57	
Testigo x LAICA 04 44		20,77		17,54		84,42		13,76	Aa	112,37		111,94		12,57	
Testigo x LAICA 04 809		21,2		18,14		85,54		12,67	Aa	121,17		81,3		9,82	
Testigo x LAICA 05 805		21,67		18,36		84,71		13,05	Aa	120,74		114,26		13,82	
Testigo x RB 98710		20,37		17,68		86,78		12,71	Aa	118,83		104,63		12,45	

En la interacción entre variedades y herbicidas las diferencias en producción no fueron significativas, sin embargo en el Cuadro 51 se observa el detalle de esas diferencias, resultado que permitirá conocer tendencias de fitotoxicidad y que podrían a futuro incrementar en forma importante.

La variedad más susceptible a todos los herbicidas es LAICA 05 805 con una disminución total en la producción de caña de un 13,07 %, y las variedades más tolerante a los herbicidas fueron LAICA 04 809 y RB 98 710, En el caso de los herbicidas, hexazinona y MSMA fueron los más fitotóxicos y por el contrario Ametrina y Terbutrina presentaron disminuciones insignificantes en la producción de caña(t/ha

Cuadro 51.
Resultado de la respuesta productiva (t caña /ha) de cada una de las variedades respecto a los herbicidas aplicados.

t caña / ha	LAICA 04 44	LAICA 04 809	LAICA 05 805	RB 98 710	Promedio
Ametrina	0,75	0,46	-9,44	6,48	-0,44
Diuron	-1,29	-2,69	-10,18	5,83	-2,08
Hexazinona	-1,48	-7,41	-16,95	3,61	-5,56
Terbutrina	-0,83	12,13	-15,37	6,85	0,70
MSMA	-6,48	0,00	-13,43	-4,72	-6,16
Promedio	-1,87	0,50	-13,07	3,61	



19. EVALUACION DE DIFERENTES PRODUCTOS ADYUVANTES AGREGADOS A LA FERTILIZACION FOLIAR FOSFORICA Y NITROGENADA EN LOS BROTES INICIALES DE LA CAÑA DE AZUCAR EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Existen en el mercado de agroquímicos una gran variedad de productos para la nutrición foliar de los cultivos en general, algunos de reconocidas marcas con garantía de calidad y otros posiblemente con contenidos de nutrientes expresados en la etiqueta pero no en el producto a aplicar. Por otro lado las dosis recomendadas por los fabricantes están basadas en resultados obtenidos en cultivos que presentan una alta capacidad de absorción de nutrientes vía foliar como es el caso del café y algunas hortalizas. La presión del mercado se ejerce en todas direcciones por lo que es de esperar que la caña de azúcar por ser un cultivo extensivo se vuelva atractivo comercialmente para las compañías productoras de estos productos. La aplicación de productos foliares como complemento a la nutrición del cultivo es una alternativa importante, porque disminuiría pérdidas de los nutrientes al paso por la complejidad de reacciones del suelo y permitiría también una rápida y eficiente aprovechamiento de los mismos por el cultivo. Sin embargo la caña de azúcar es catalogada como una planta de difícil adsorción de nutrientes vía foliar. Por este motivo DIECA ha desarrollado un proceso de investigación en esta línea a nivel de invernadero y en etapas iniciales de cultivo, donde la necesidad de fósforo y nitrógeno son vitales antes de agregar microelementos y bioestimulantes.

En este proceso la aplicación y evaluación de productos fosforados y nitrogenados ha culminado en la elección de Tech spray hi K de la compañía PCD, con un contenido de 43,32 % de P₂O₅ y 46,65 % K₂O y como complemento el producto control N de la compañía CASAGRI el cual contiene 9,82 % de nitrógeno ureico y un 25,42 % de nitrógeno soluble. Como se observa en el Cuadro 52 además de las dosis aplicadas en este experimento se agregaron diferentes productos calificados por sus características como adyuvantes con la finalidad de mejorar la penetración y transporte de estos nutrimentos en el cultivo.

El objetivo de este estudio consistió en evaluar el aporte de diferentes adyuvantes en el aprovechamiento de dos fertilizantes foliares en el desarrollo de plántulas de caña de azúcar.

Cuadro 52.
Características de los productos evaluados como adyuvantes en el estudio.

Producto	Característica
Indicate	Acidificante
Dap Plus	Coadyuvante
Pescagro	Nitrógeno orgánico
Bionitrogen	Aminoácidos
Nutriful	Acidos Fúlvicos
Pass 80	Coadyuvante
Sinergipron	Acidos Húmicos y Fúlvicos
Megafol	Aminoácidos
Protifert LMW	Aminoácidos
Protifert K	Aminoácidos y NK

Los ácidos orgánicos (Húmicos y fúlvicos) y los aminoácidos tienen la capacidad de formar complejos o encapsular las diferentes moléculas de los nutrientes y favorecer en teoría la rápida y fácil penetración a través de la lámina de la hoja de la caña, por lo que es de esperar una mejor respuesta en el desarrollo de los brotes de iniciales necesitados de nitrógeno y fósforo.

En el Cuadro 53 se presenta el análisis químico realizado al suelo utilizado para el llenado de bolsas de 2 kg. Este suelo es del orden Ultisol con una alta acidez y sobre todo bajo en bases cambiables y con trazas de fósforo, por lo que es de esperar respuesta positiva con cualquier nutriente que se aplique.

Cuadro 53.
Composición química del suelo utilizado en la siembra de las plántulas de caña de azúcar.

PH	Acidez	% SA	Ca	Cmoles / L			Mg / L					
				Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	CICE	M.O
5,4	0,3	9,37	2,5	0,2	0,2	3,3	2,8	1,7	3	60	3,2	3,64

La variedad utilizada en el estudio fue Mex 70 485 ampliamente cultivada comercialmente en diferentes regiones cañeras, las plántulas se reprodujeron por medio de cultivo de tejidos y fueron evaluadas después de haber cumplido la etapa de aclimatación en el invernadero. Dichas plantas fueron previamente seleccionadas por su tamaño y vigorosidad y la aplicación se realizó cuando las mismas presentaban 6 hojas completamente desarrolladas. La fumigación se realizó utilizando un aplicador mecánico equipado con boquilla 80 02 anti deriva y con una presión de 2,6 Bar, para una descarga de 480 l/ha .

En el Cuadro 54 se presenta el resultado del análisis de varianza y se observa que se presentaron diferencias significativas al 9 % en la variable peso de los hijos y según la prueba de medias Tukey 5 % el tratamiento con el producto Pescagro presento diferencias significativas solamente con el acidificante Indicate y no con los demás tratamientos. Respecto al testigo este producto supero al testigo absoluto en un 37 % y al testigo fertilizado al suelo en un 30 %, además cabe resaltar que este producto incremento el número de hijos superando en este parámetro a todos los demás tratamientos.

Cuadro 54.
Resultado del análisis de varianza aplicado a las variables evaluadas en este estudio.

Fuente de Variación	G.L.	Peso hijos gr		Número hijos	
		CM	P(f)	CM	P(f)
tratamiento	14	1.790,49	0,09	3,21	0,22
Error	45	1.045,37		2,38	
total	59	72.108,72		151,93	
CV %		43,53		51,98	
DMS		82,61		82,61	
tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) + Indicate ph 5 (15 ml / L)		48,9	b	2,75	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) +Da Plus (1,5 ml / L)		97,68	ab	2,75	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) + Pescagro (3 L / ha)		131,55	a	5	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) + Bionitrogen (2kg/ha)		72,35	ab	3	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) +Nutri Full 5 cc/Lt		85,73	ab	3,75	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) +Pas 80 (1 cc / Lt)		60,45	ab	1,75	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) (testigo)		69,03	ab	2,25	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) + Sinergipron 5 cc / L		69,23	ab	1,75	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) + Megafol (2 L/200 L		50,23	ab	2	
P Energetic (1 ml/ L)		57,5	ab	3	
P Energetic (3 gr/ L)		64,4	ab	3	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) + Protifert LMW (2 L / ha)		70,03	ab	3,25	
Tech spray hi K (6 L / ha)+ Control N (2 L/ha) + Protifert K (2 L/ha)		64,15	ab	2,5	
10 - 30 - 10 (0,25g/kg)		91,05	ab	3,75	
Testigo Absoluto		81,8	ab	4	

En la figura 27 se presenta gráficamente la respuesta en el peso de las plántulas de caña de azúcar aplicadas con los diferentes adyuvantes, observándose el incremento provocado por el producto Pescagro el cual fue superior a los testigos absoluto y fertilizado.



Figura 27. Respuesta en el peso de las plántulas de caña de azúcar aplicadas con diferentes adyuvantes en mezcla con dos fertilizantes foliares en condiciones de invernadero.

20. EVALUACION PRELIMINAR DE 4 PRODUCTOS RECOMENDADOS COMO ATENUANTES DE LA FITOTOXICIDAD DE LOS HERBICIDAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Después de la cosecha de la caña de azúcar en la época seca se presenta un alta nacencia de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*, la cual que posteriormente con la caída de algunos aguaceros aislados se desarrolla rápidamente invadiendo las plantaciones de caña en pleno desarrollo, limitando su normal crecimiento y asperjando una gran cantidad de semilla sobre los campos cultivados. Con aplicaciones del herbicida Pendimetalina como pre emergente se ha logrado impedir la nacencia de esta maleza manteniéndose los campos libre de la misma, sin embargo este herbicida carece de la capacidad de controlar las malezas ya presentes en el campo, por lo que la combinación de un herbicida de contacto como lo es el MSMA, ha dado buen resultado en controlar dicha maleza.

Existe el inconveniente de que la caña de azúcar no presenta selectividad a este graminicida causándole un síntoma de amarillamiento de las hojas como se observa en la figura 28 y que tiempo después desaparece pero se desconoce realmente el retraso en el crecimiento del cultivo



Figura 28. Fitotoxicidad generada por el herbicida MSMA en una plantación de caña de azúcar.

Para lograr disminuir el impacto de este herbicida sobre el cultivo se realizó este estudio preliminar y cuyo objetivo fue valorar la capacidad de 4 productos atenuantes del impacto de este herbicida sobre una variedad susceptible en condiciones de invernadero .

Se seleccionaron esquejes de la misma porción central del tallo de la variedad Mex 70 485 para garantizar la misma edad fisiológica y posteriormente se sembraron en cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto, las cuales, después de ser llenadas de tierra y compactadas fueron sembradas utilizando 2 esquejes de tres internudos por caja.

Cuadro 55 características de los productos evaluados en este estudio

Productos	Característica	Composición
MELAZA (10 gr / l)	Subproducto azúcar	Azucares simples y ceniza
ZILARGON (2 l / ha)	Enmienda org. líquida	Acidos humicos y micro elementos
MEGAFOL (2 l / ha)	Fertilizante foliar	Aminoacidos y potasio
VINAZA (5 l / ha)	Suproducto del alcohol	Alto en potasio y otros minerales

La aplicación del herbicida MSMA se realizó con la dosis de 2 l/ha, cantidad superior a la recomendada de 1,5 l /ha, esto con la finalidad de promover aún más la fitotoxicidad del cultivo. Cuando la caña alcanzo la edad de 2 meses aproximadamente, se asperjo con el herbicida en mezcla con el correspondiente producto a evaluar utilizando una boquilla 80 02 a una presión de 2,66 bar (40 psi) para una descarga de 480 l/ha. La evaluación se realizó un mes después de la aplicación y las variables evaluadas fueron diámetro y altura total de los tallos emergidos.

En las Figuras 29 y 30 correspondientes a la medición del diámetro y altura de los tallos de caña de azúcar aplicados con el herbicida MSMA y cada uno de los atenuantes fitotóxicos, en primer lugar sobresalió el tratamiento con melaza y posteriormente Zilargon y Megafol en ambas variables, por su parte el tratamiento testigo con herbicida pero sin atenuante presento el desarrollo más bajo, confirmando con ello que el herbicida MSMA afectó el crecimiento normal del cultivo. Producto de esta prueba se procederá a realizar pruebas de campo para verificar estos resultados.

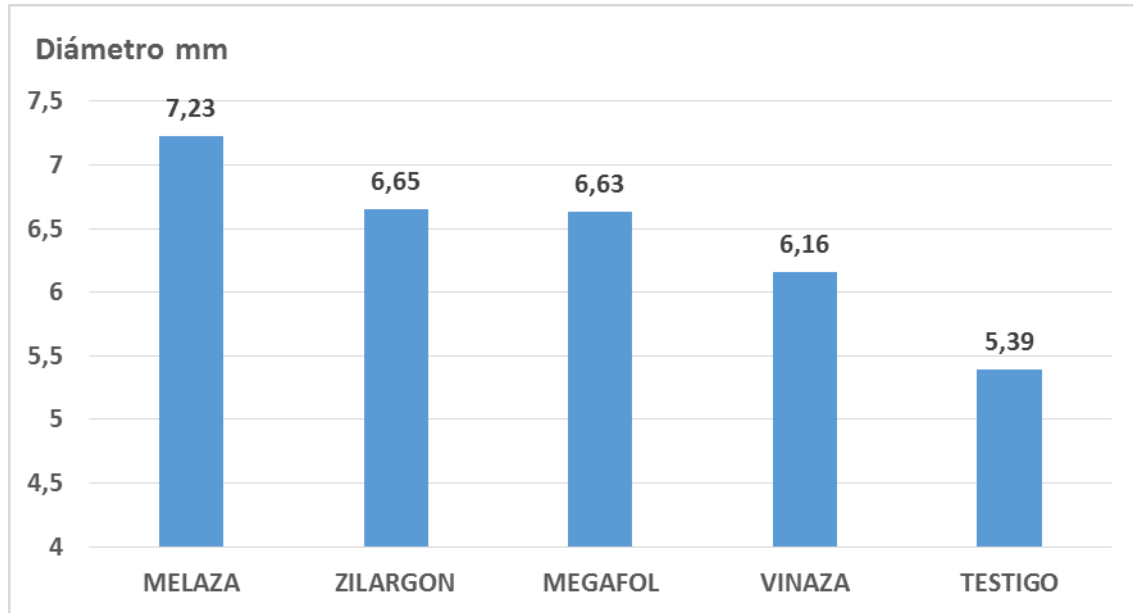


Figura 29. Resultado de la medición del diámetro de las plantas de caña de azúcar aplicadas con la mezcla del herbicida y el producto atenuante de la fitotoxicidad.

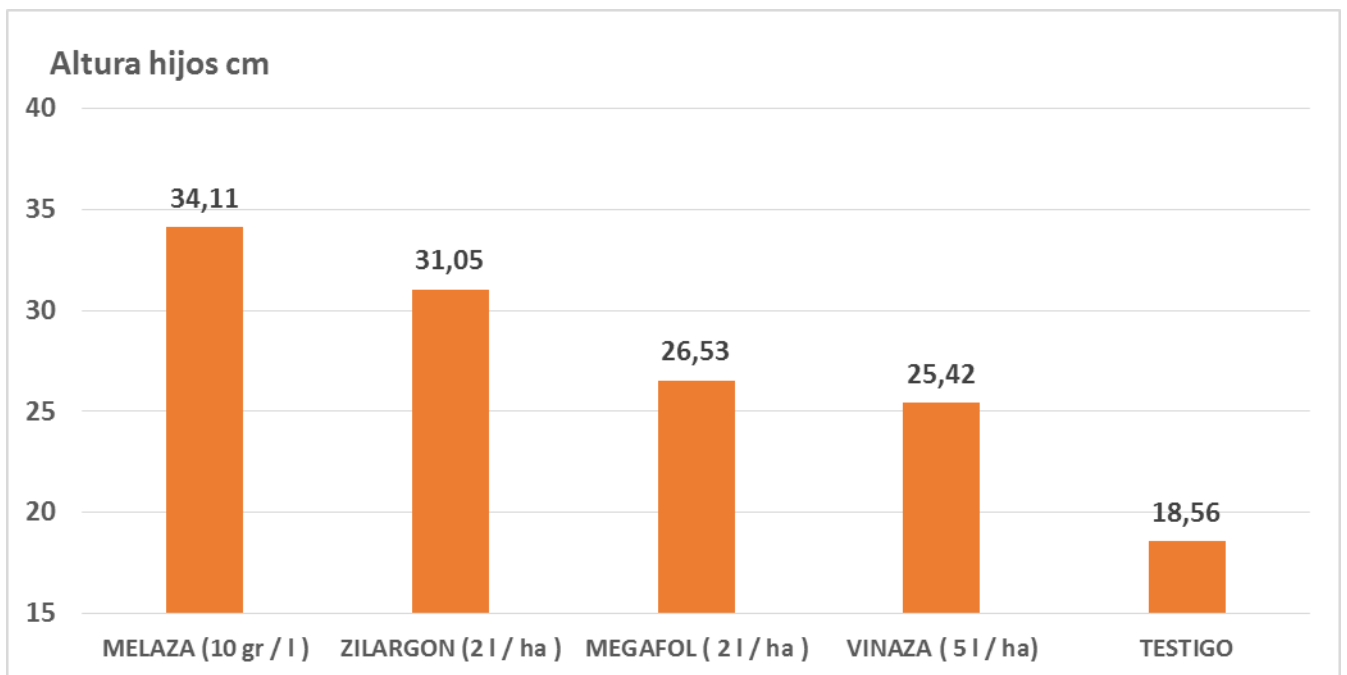


Figura 30. Resultado de la medición de la altura de las plantas de caña de azúcar aplicadas con mezcla del herbicida y el producto atenuante de la fitotoxicidad.

21. RESPUESTA DE LA DENSIDAD DE SEMILLA Y CANTIDAD DE YEMAS SOBRE LA PRODUCCION DE CUATRO VARIEDADES DE CAÑA DE AZUCAR EN LA REGION SUR.

La utilización de semilla de alta calidad por parte de los productores de caña es fundamental para la obtención de altos rendimientos y una mayor vida productiva de las plantaciones. La calidad de la semilla es determinada por aspectos como: vigorosidad, edad fisiológica adecuada, sanidad y pureza varietal, sin embargo muchos productores ante la ausencia de semilla de calidad acostumbra a utilizar mayores cantidades de esta. Por investigaciones realizadas en el pasado se logró determinar que el uso de 3 tallos alineados en el surco era suficiente para obtener una buena conformación de cepa, una cantidad adecuada de tallos y rendimientos agrícolas satisfactorios. La cantidad de semilla en el surco ha estado relacionada en forma general con las toneladas de semilla por unidad de área, sin tomar en cuenta las variedades que también son determinantes en aspectos biométricos claves en la germinación y producción de tallos (cantidad y calidad de yemas). Por este motivo se estableció este estudio cuyo objetivo fue conocer la relación peso y densidad de la semilla (tallos y yemas) y su impacto en la producción de caña.

El estudio se estableció en la finca “*El Porvenir*” con suelos del orden Ultisol perteneciente a CoopeAgri R.L. y ubicada en el distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón, a una altitud de 560 msnm, una temperatura media de 23,2°C y una precipitación media anual de 2.581 mm .El diseño utilizado en este estudio fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en arreglo factorial de 4³. Las parcelas o unidades experimentales estuvieron constituidas por 4 surcos de 6 metros de largo separados a 1,5 metros entre sí, para un área de parcela de 36 m².

Las variedades cultivadas fueron LAICA 04 809, LAICA 04 825, LAICA 05 805 y RB 98 710 seleccionadas por su alta proyección de área cultivada, las densidades de semilla se determinaron con base en el número de tallos regados en el surco cruzando por unos 25 cm colas (cogollo) con base. Después se cortaron los tallos en trozos de 3 yemas contabilizando el total de yemas por metro y verificando su viabilidad, para lo cual se desecharon las yemas dañadas, viejas y muy tiernas, para obtener la variable número de yemas efectivas.

La cantidad de esquejes por parcela fueron pesados antes de ser sembrados, por lo que se obtuvo el peso de la semilla depositada por parcela, las labores del manejo aplicadas a estas parcelas fue el mismo que la finca emplea para las plantaciones de semilleros. Las parcelas fueron cosechadas cuando la caña alcanzo la edad de 12 meses aproximadamente.

En el Cuadro 56 se presenta el análisis de varianza, donde se observa que entre las diferentes variedades se presentaron diferencias estadísticas significativas en la cantidad de yemas efectivas por metro, sobresaliendo en la prueba de medias la variedad LAICA 05 805 (figura 31), la posible justificación de estas diferencias se concluyen como producto de un factor genético sea por calidad yemas o cantidad de yemas por tallo.

En la producción de caña sobresalieron estadísticamente las variedades LAICA 04 809, LAICA 04 825, LAICA 05 805 sobre la variedad RB 98 710, como se observa en la figura 32. Se observa al comparar esta grafica con la cantidad de yemas efectivas de que hay una correlación positiva entre ambas variables.

En la densidad de semilla independientemente de la variedad se encontró una correlación positiva entre la cantidad de tallos en el surco y las variables número de yemas y producción de caña, por cuanto se concluye a que a mayor número de tallos por surco se obtendrán mayor número de yemas efectivas y una mayor producción de caña por hectárea. En la figura 33 se denota que entre 4 y 3 tallos no se presentaron diferencias, como si entre 4 y el uso de 2 tallos.

En la interacción variedades y densidad de semilla no se presentaron diferencias significativas probablemente y como sucede por lo general, algunos resultados tienden a enmascararse y se vuelven poco perceptibles para la estadística a pesar de la presencia de diferencias entre tratamientos.

En la Figura 34 se presenta esquemáticamente el resultado de la interacción entre las variedades y la densidad de semilla en respuesta a la producción de caña y la cantidad de semillas efectivas por metro, observándose que las variedades LAICA 04 809 y RB 98 710 requirieron de menos cantidad de yemas efectivas que las otras variedades estudiadas.

Cuadro 56.
Resultado del análisis de varianza aplicado a las diferentes variables del estudio.

ANDEVA	G.L.	t semilla /ha		# yemas totales /m		# yemas efectivas /m		% yemas efectivas		t caña /ha		# yemas /t caña	
		CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	3	11,44	0,17	126,18	0	164,94	0	522,61	0,02	84,84	0,12	614.993,33	0,01
Variedades	3	19,55	0,04	107,06	0	118,16	0	81,32	1	1.484,51	0	177.909,76	0,25
Densidad	2	187,41	0	1.029,67	0	940,19	0	224,77	0,2	328,28	0	2.995.414,93	0
Var x Densidad	6	2,95	1	19,85	0,39	24,72	0,36	152,28	0,37	21,5	1	45.360,30	1
Error	33	6,46		18,11		21,8		134,41		41,17		123.842,83	
Total	47	698,68		3.475,75		3.597,45		7.610,68		6.852,14		12.728.514,32	
CV %		20,09		14,49		19,23		14,22		6,48		21,6	
Variedades		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
LAICA 04 809		13,5	a	26,88	b	21,08	b	79,38		82,71	b	1.699,63	
LAICA 04 825		13,08	a	32,13	a	26,17	ab	80,62		106,85	a	1.619,00	
LAICA 05 805		13,28	a	31,79	a	27,67	a	85,3		105,26	a	1.736,57	
RB 98710		10,76	a	26,71	b	22,21	b	80,72		101,23	a	1.462,21	
Densidad		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
2 semillas		9,27	c	21,03	c	16,41	c	77,73		94,42	b	1.176,94	c
3 semillas		12,58	b	30,06	b	24,72	b	81,56		99,13	ab	1.671,96	b
4 semillas		16,11	a	37,03	a	31,72	a	85,23		103,48	a	2.039,15	a
VARIEDADES - DENSIDAD		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
LAICA 04 809 + 2 semillas		9,13		18,38		15,63		85,95		78,54		1.346,14	
LAICA 04 809 + 3 semillas		13,75		27,88		21,25		75,44		84,17		1.701,17	
LAICA 04 809 + 4 semillas		17,63		34,38		26,38		76,75		85,42		2.051,57	
LAICA 04 825 + 2 semillas		9,88		23,38		17		74,13		102,41		1.107,39	
LAICA 04 825 + 3 semillas		12,92		32,88		26,75		80,84		106,94		1.668,10	
LAICA 04 825 + 4 semillas		16,46		40,13		34,75		86,89		111,2		2.081,52	
LAICA 05 805 + 2 semillas		10,5		22,88		18,5		79,29		98,34		1.268,16	
LAICA 05 805 + 3 semillas		12,25		30,13		26,25		86,21		104,03		1.687,95	
LAICA 05 805 + 4 semillas		17,08		42,38		38,25		90,41		113,4		2.253,60	
RB 98 710 + 2 semillas		7,57		19,5		14,5		71,57		98,4		986,08	
RB 98 710 + 3 semillas		11,42		29,38		24,63		83,74		101,39		1.630,63	
RB 98 710 + 4 semillas		13,28		31,25		27,5		86,86		103,89		1.769,92	

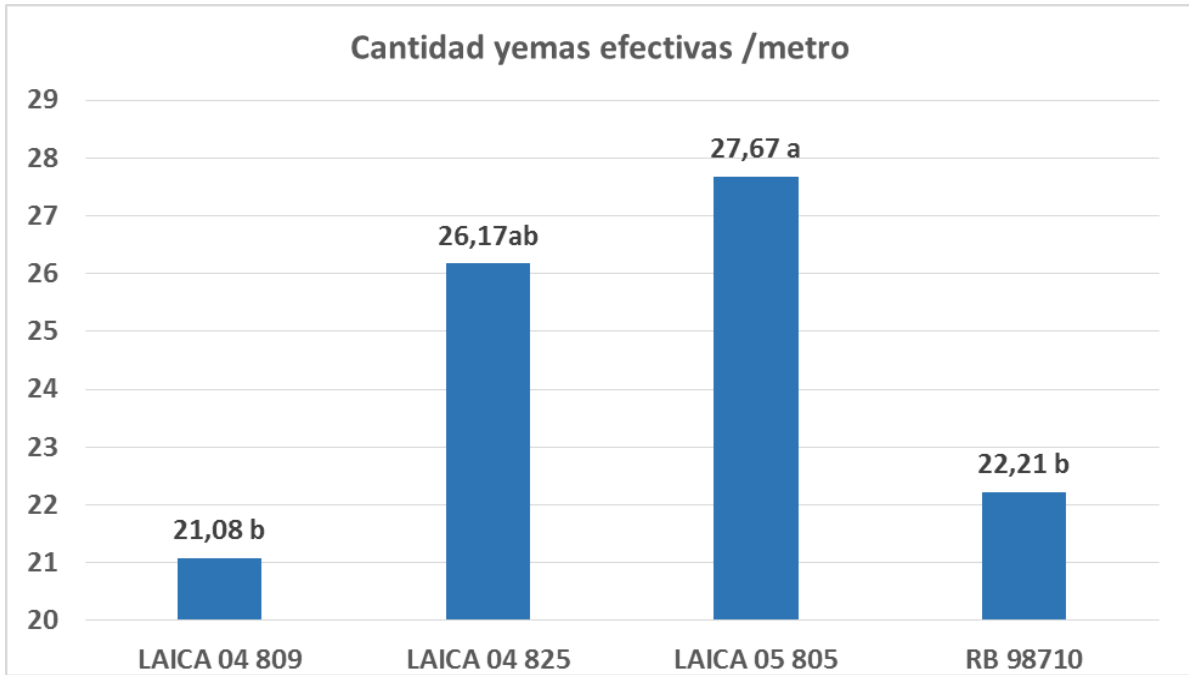


Figura 31. Cantidad de yemas efectivas por metro contabilizadas en los esquejes depositados en el surco por cada variedad.

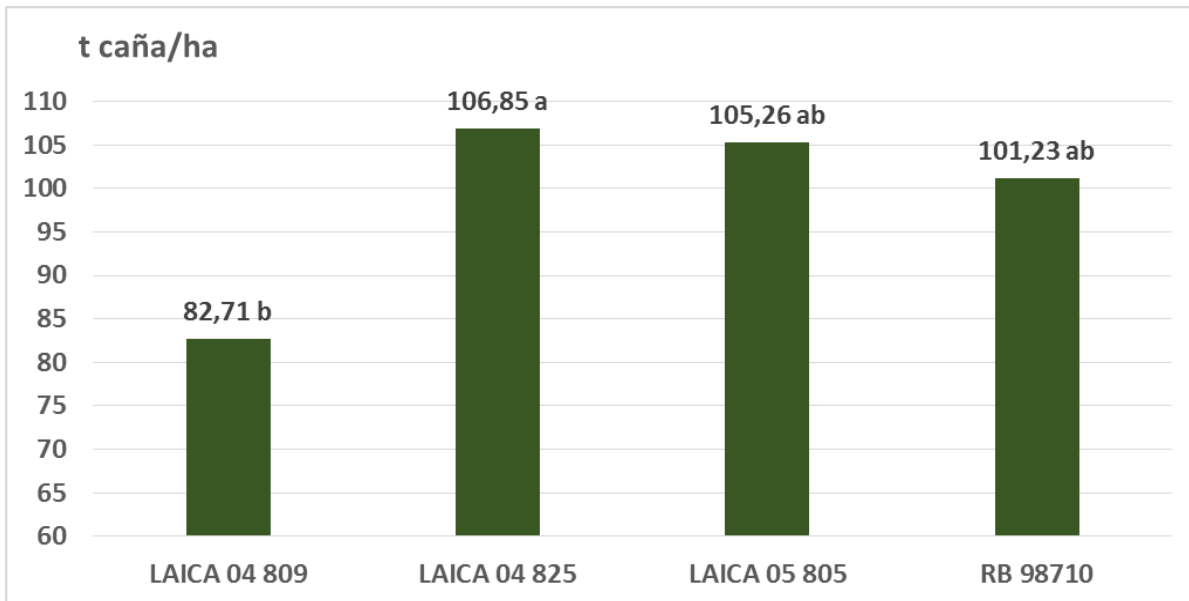


Figura 32. Producción de caña por hectárea logrado por cada variedad en el estudio.

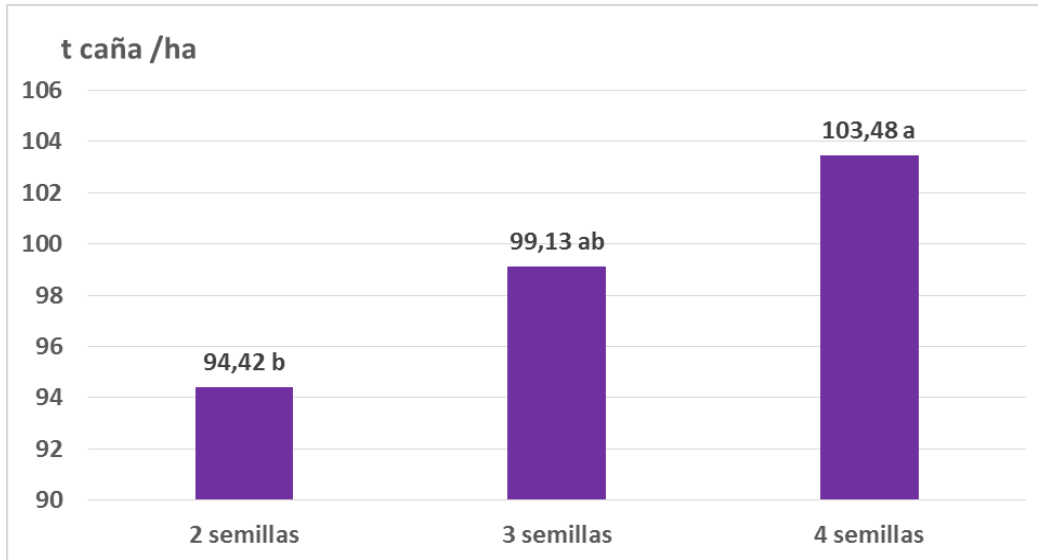


Figura 33. Producción de caña en relación a la densidad de semilla utilizado.

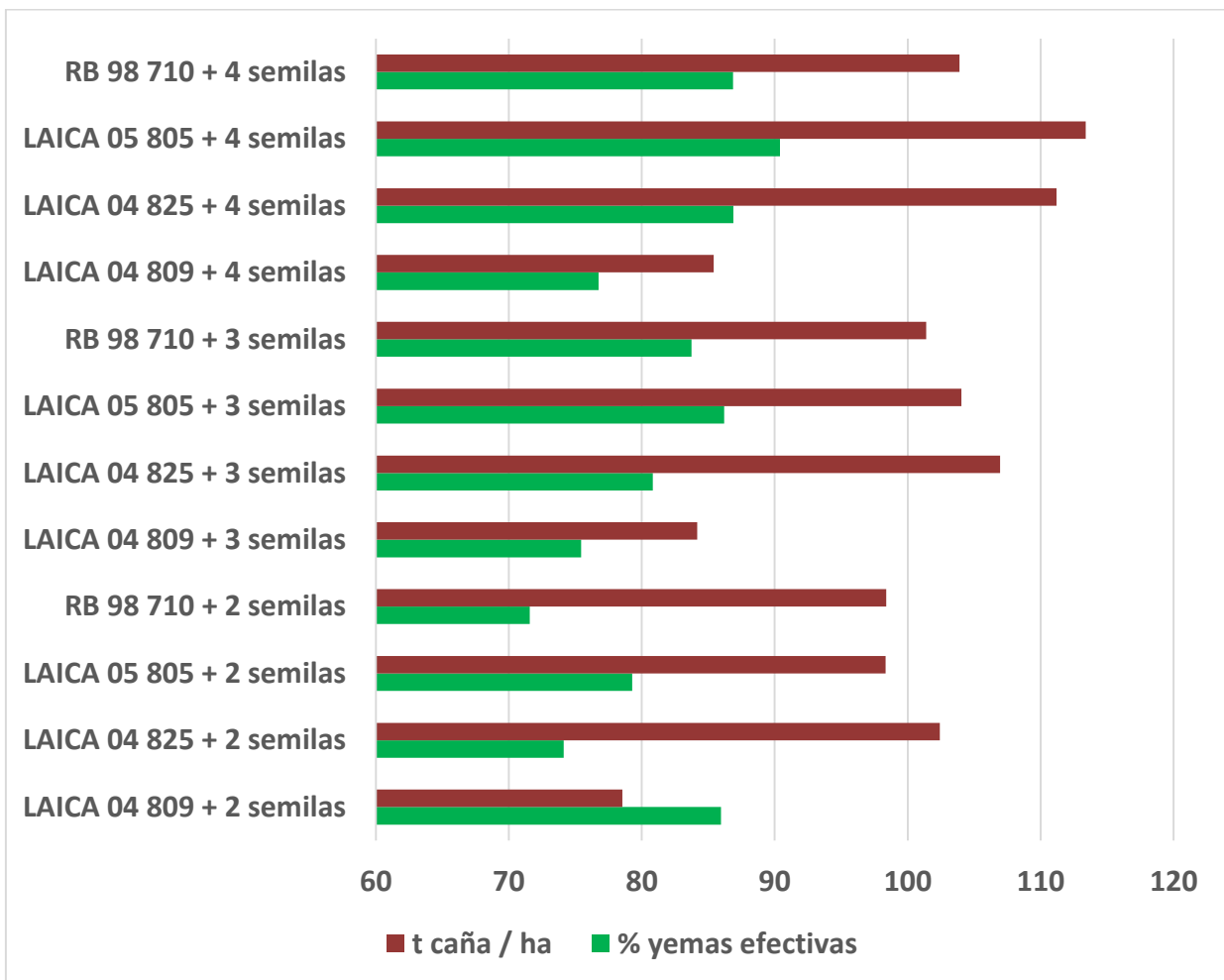


Figura 34. Resultado de la interacción entre las variedades evaluadas y la densidad de semilla sobre las variables producción de caña por hectárea y cantidad de yemas efectivas.

