

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

- DIECA -

**RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES EJECUTADAS POR EL
PROGRAMA DE AGRONOMÍA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE
AZÚCAR EN COSTA RICA, DURANTE EL AÑO 2015**



**Grecia Costa Rica
Marzo 2016**

Contenido

Presentación	4
Introducción	5
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
Evaluación de diferentes fertilizantes Nitrogenados en Cañas, Guanacaste. Cuarta Cosecha.	13
Evaluación de diferentes fertilizantes Nitrogenados en la Región Sur. Promedio de Tres Cosechas.	16
Evaluación de diferentes fertilizantes Nitrogenados en Turrialba, Cartago. Tercera Cosecha.	20
Evaluación de diferentes fertilizantes Nitrogenados en la Región Norte. Cuarta Cosecha.	23
Evaluación de la interacción de diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio en el Cultivo de la Caña de Azúcar en la Región Sur. Segunda Cosecha.	26
Evaluación de dosis crecientes de Fósforo en dos variedades comerciales de la Zona Sur. Segunda Cosecha.	31
Evaluación de diferentes dosis de abono orgánico en interacción con diferentes dosis de fertilizante en la Región Norte. Finca "La Olga", Cutris. Tercera Cosecha.	36
Estudio de dosis crecientes de abono orgánico en interacción con diferentes dosis de fertilizante químico en la Región Norte, Finca "Santa Teresa", Los Chiles, Alajuela. Tercera Cosecha.	43
Estudio de diferentes productos bioestimulantes del Sistema radicular de la caña de azúcar en condiciones de invernadero.	50

Evaluación de diferentes productos foliares y de suelo recomendados por diferentes casas comerciales en Turrialba, Cartago. Segunda Cosecha.	57
Evaluación del efecto de la aplicación de Zinc en el cultivo de la Caña de Azúcar en Higuito, San Mateo, Alajuela. Primer Cosecha.	63
Evaluación del efecto de la hormona Citoquinina en la producción agroindustrial de dos variedades de caña de azúcar en la Región Sur. Primera Cosecha.	66
Evaluación de diferentes madurantes en el cultivo de la caña de azúcar en la Región Sur. Primera Cosecha.	70
Evaluación de diferentes distancias de siembra en el cultivo de la caña de azúcar en la Región Sur. Primera Cosecha.	76
Respuesta de la tolerancia de cuatro variedades comerciales de caña de azúcar a la aplicación de herbicidas Post Emergentes. Cañas, Guanacaste. Caña Planta.	80
Evaluación de la efectividad de diferentes herbicidas con diferentes coadyuvantes utilizados en el control de la maleza <i>Rottboellia cochinchinensis</i> en condiciones de invernadero.	84



Presentación

Los cambios naturales y forzados que de manera continua se dan en cualquier actividad productiva, obligan a la evaluación sistemática y permanente de los diferentes elementos que conforman y estructuran el balance necesario para alcanzar la deseada optimización productiva agroindustrial del cultivo. Dicha meta, forma parte primordial de la gestión institucional desarrollada por el **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, como componente tecnológico del sector azucarero costarricense.

Por ello, el manejo agronómico resulta incuestionablemente determinante para el éxito productivo, económico y competitivo, virtud de estar directamente implicado con el aprovechamiento pleno de la capacidad potencial agroindustrial del cultivo.

El **Programa de Agronomía**, es la unidad operativa institucional de DIECA responsable de acometer tan importante área temática, por lo cual se exponen seguidamente los principales resultados alcanzados durante el año 2015, en los numerosos estudios de investigación atinentes a diferentes tópicos declarados como prioritarios, realizados en las principales y más representativas zonas productoras de caña de azúcar del país. Se presentan a continuación los resultados de 17 estudios sobre fuentes y dosis de N, P, K, Zn, productos nutricionales foliares, abono orgánico, bioestimulantes del sistema radicular, madurantes, distancias de siembra y pruebas comparativas con herbicidas para el control efectivo de malezas.

Dichos resultados han sido posibles gracias al trabajo constante, profesional y de calidad de los funcionarios a cargo de los proyectos y, también, al apoyo técnico, logístico y económico aportado por los Ingenios, Cámaras de Productores de Caña, empresas privadas y colaboradoras, el cual ha sido incuestionablemente determinante 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

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 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
Ing. Agr. Carlos L. Villalobos Méndez	Coordinador Valle Central – Puntarenas

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 des nitrificación.

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 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 + AUFRE	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 % znc (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.

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\$ 540 1\$

(1) PC Producto comercial

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

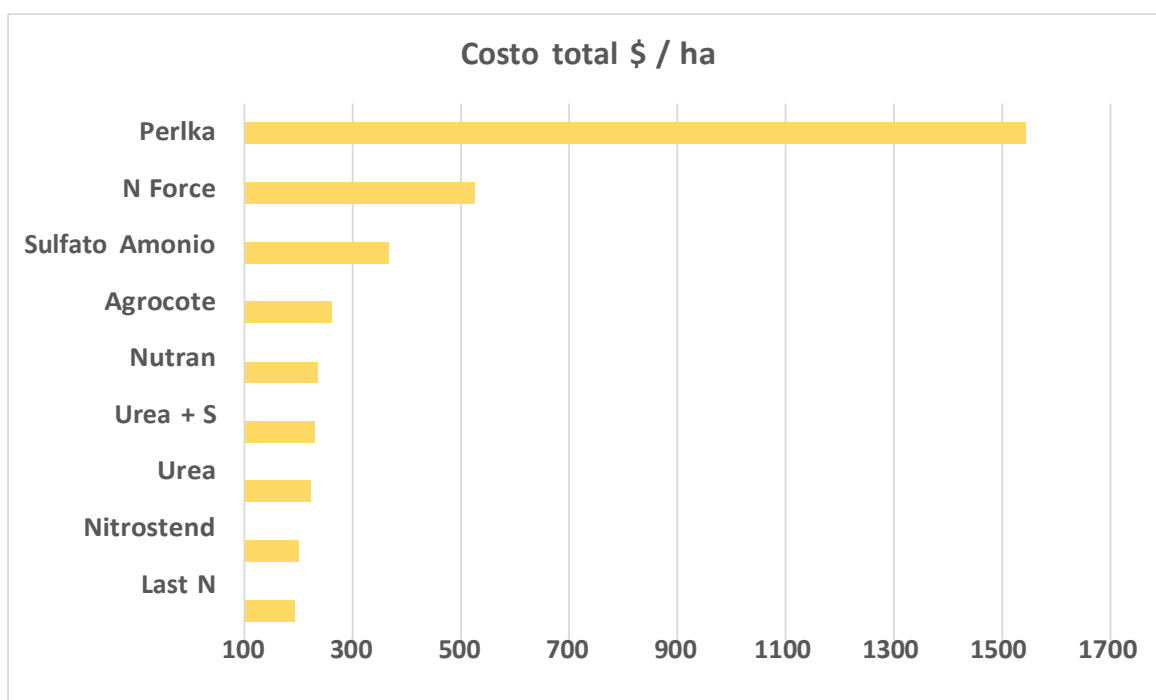


Figura 1. Diferencias en el costo de los diferentes tratamientos evaluados en estos estudios.

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.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN CAÑAS, GUANACASTE, CUARTA 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 se observan diferencias estadísticas significativas en la mayoría de ellas. Cabe destacar la variable producción de azúcar (t/ha), donde se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, no así en la prueba de medias Tukey 5 %, sin embargo la mayor producción de azúcar se presentó con la aplicación de SULFATO DE AMONIO, superando al tratamiento sin nitrógeno (TESTIGO) en un 37 % en la producción de azúcar.

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

ANDEVA		% Brix		% Fibra		% Pol		% Pureza		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	0,07	1	0,08	1	0,26	1	2,64	1	13,97	1	344,68	0,16	5,32	0,29
tratamientos	9	0,75	0,21	0,45	1	1,12	0,12	6,08	0,08	71,16	0,07	405,67	0,06	9,86	0,05
Error	18	0,49		1,14		0,59		2,86		31,37		171,08		3,96	
Total	29	15,78		24,8		21,29		111,41		1.233,17		7.419,83		170,66	
% CV		3,08		7,44		3,62		1,81		3,92		13,66		14,53	
Tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Sulfato Amonio		22,47		13,94		21,1		93,91	ab	144,26	ab	107,6	a	15,53	a
Agrocote 37 - 0		22,5		13,6		20,71		92,04	ab	141,6	ab	96,51	a	13,7	a
Perlka		23,27		14,21		22,24		95,57	a	152,23	a	95,4	a	14,53	a
Nitro Xtend		22,9		14,62		21,53		93,55	ab	143,64	ab	108,56	a	15,54	a
Urea +S		22,6		14,85		21,48		94,4	ab	142,67	ab	102,8	a	14,67	a
Nutran		22,1		14,46		20,67		93,55	ab	139,05	ab	104,71	a	14,57	a
Urea		22,8		14,72		20,56		90,21	b	135,19	b	84,73	a	11,45	a
Testigo		22,4		14,58		20,9		93,42	ab	139,33	ab	70,29	a	9,78	a
N- Force		23,87		14,62		22,25		93,25	ab	148,83	ab	92,56	a	13,75	a
Last - N		22,83		14,26		21,18		92,77	ab	142,78	ab	94,36	a	13,52	a
Promedio		22,77		14,39		21,26		93,27		142,96		95,75		13,70	

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

En el rendimiento industrial se presentó diferencias significativas importantes entre los tratamientos, según la prueba de medias Tukey al 5 % el mejor tratamiento se alcanzó con el fertilizante PERLKA, sin presentar diferencias con los demás fertilizantes con excepción

de la UREA .En la variable Producción de caña (t/ha),el resultado del Andeva fue igual al obtenido con la variable producción de azúcar(t/ha), donde en la prueba de medias no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo sobresalieron los fertilizantes NITRO STEND y el SULFATO DE AMONIO, superando al TESTIGO en más de un 34 %. En la Figura 2 se presenta esquemáticamente los resultados obtenidos en la producción de azúcar (t/ha), donde es evidente la respuesta positiva del nitrógeno con cualquiera de las fuentes aplicadas al quedar el tratamiento TESTIGO en la última posición en productividad.

Como se observa también en dicha figura, los mejores tratamientos NITRO XTEND y SULFATO DE AMONIO, los cuales superaron al tratamiento TESTIGO en más de un 37 % en la producción de azúcar por hectárea. Además estos resultados son viables económicamente, ya que como se observa en el Cuadro 3 y Figura 1, los mejores tratamientos en esta cosecha fueron además los más económicos incluyendo a los fertilizantes nitrogenados más tradicionales en el cultivo.

En la cosecha anterior estos tratamientos presentaron rendimientos de campo bastante satisfactorios, y al ser Ureas recubiertas comprueban lo relevante de esta protección para impedir o disminuir las pérdidas de este importante nutrimento.

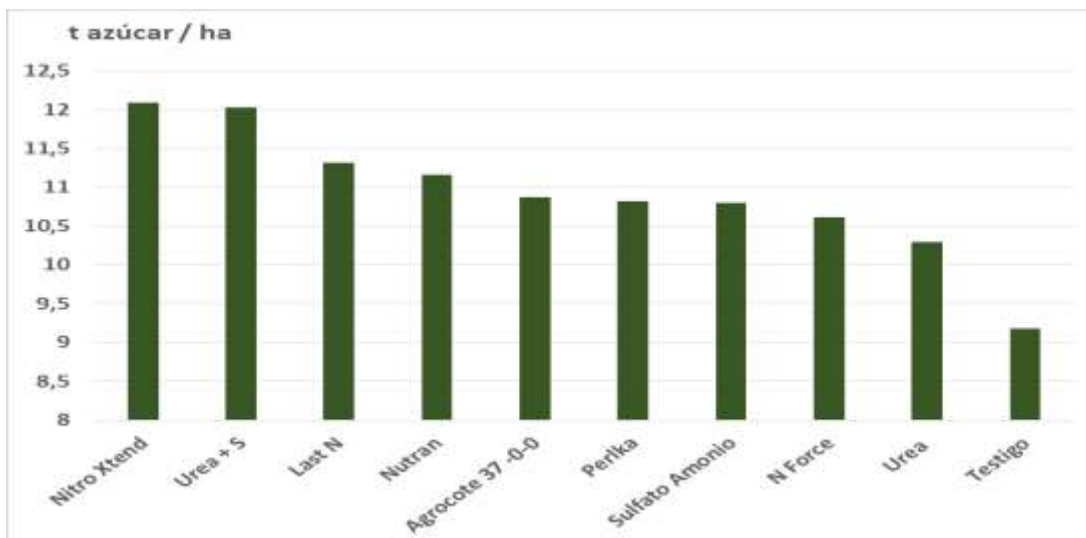


Figura 2. Resultado de la producción de azúcar (t/ha) de la tercer cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Cañas, Guanacaste.

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS
EN LA REGIÓN SUR, PROMEDIO DE TRES COSECHAS.**

Este ensayo se estableció en el cantón de Pérez Zeledón, en la finca “La Jungla” propiedad de CoopeAgri, con una temperatura media de 23,9°C y una precipitación media anual 2.960 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 será evaluada y cosechada en su totalidad.

La variedad utilizada fue LAICA 03-805 por su importancia en la Región o localidad debido a su proyección en cuanto a áreas de siembra en el corto-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

**Cuadro 6.
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento de la evaluación de
diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Sur. Tercera cosecha.**

Profundidad	Ph	% S.A	cmoles / l				mg / l						
			Acidez	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	CICE	M.O
20 cm	5,4	8,41	0,25	2,4	0,2	0,12	9	2,1	2	4	387	2,97	3,64
40 cm	5,1	20,92	0,5	1,6	0,2	0,09	4	0,9	1	2	183	2,39	1,52

Como se observa en dicho cuadro, el suelo donde se estableció el ensayo presenta las características típicas de los suelos de esta región como son: una alta acidez, un reducido contenido de Bases Cambiables y de Fósforo sobre todo a 40 cm de profundidad donde se desarrolla una gran cantidad de raíces de la caña.

Por otro lado el contenido de Materia Orgánica es bajo por lo que es de esperar una respuesta positiva a la aplicación de los fertilizantes nitrogenados.

Para el respectivo análisis estadístico de las tres cosechas, se procedió a analizar los datos de cada cosecha como cada repetición y el resultado del ANDEVA aplicado en esta condición, se presenta en el siguiente Cuadro 7, donde se observa que en el Rendimiento Industrial no se presentaron diferencias significativas como si sucedió con las variables producción de caña y azúcar (t/ha).

Cuadro 7.
Análisis de Varianza del promedio de tres cosechas sucesivas
al ensayo aplicado con los diferentes fertilizantes nitrogenados.

variables		Rend . Ind		t/ha Caña		t az/ha	
Fuente Variacion	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Bloques	2	56,42	0	5.115,34	0	75,65	0
Tratamientos	9	10,4	0,24	63,55	0	1,05	0
Error	18	7,24		9,4		0,18	
Total	29	336,79		10.971,85		164,01	
% CV		2,09		3,19		3,45	
DMS		8,97		8,97		1,25	
Tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
AGROCOTE		130,31		100,34	ab	13,01	a
LAST-N		128,06		91,25	b	11,64	b
N-FORCE		130,68		99,93	ab	13,06	a
NITROXTEND		128,88		93,19	b	12	ab
NUTRAN		129,75		100,79	ab	13,02	a
PERLKA		128,16		89,43	b	11,47	b
SULFATO AMONIO		125,36		97,77	ab	12,22	ab
TESTIGO		131,34		91,88	b	12,13	ab
UREA		128,91		94,76	ab	12,17	ab
UREA+S		126,51		102,2	a	12,85	ab

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

En la Figura 3 se observa como el tratamiento TESTIGO (sin Nitrógeno) presento el mayor rendimiento industrial, superando a todos los demás tratamientos fertilizados con Nitrógeno, confirmando lo obtenido en otros ensayos, donde ante la ausencia de este nutrimento la producción de tallos se redujo, incrementándose con ello la concentración de azúcar en los mismos al no ser consumida esta como energía en el desarrollo de los futuros tallos.

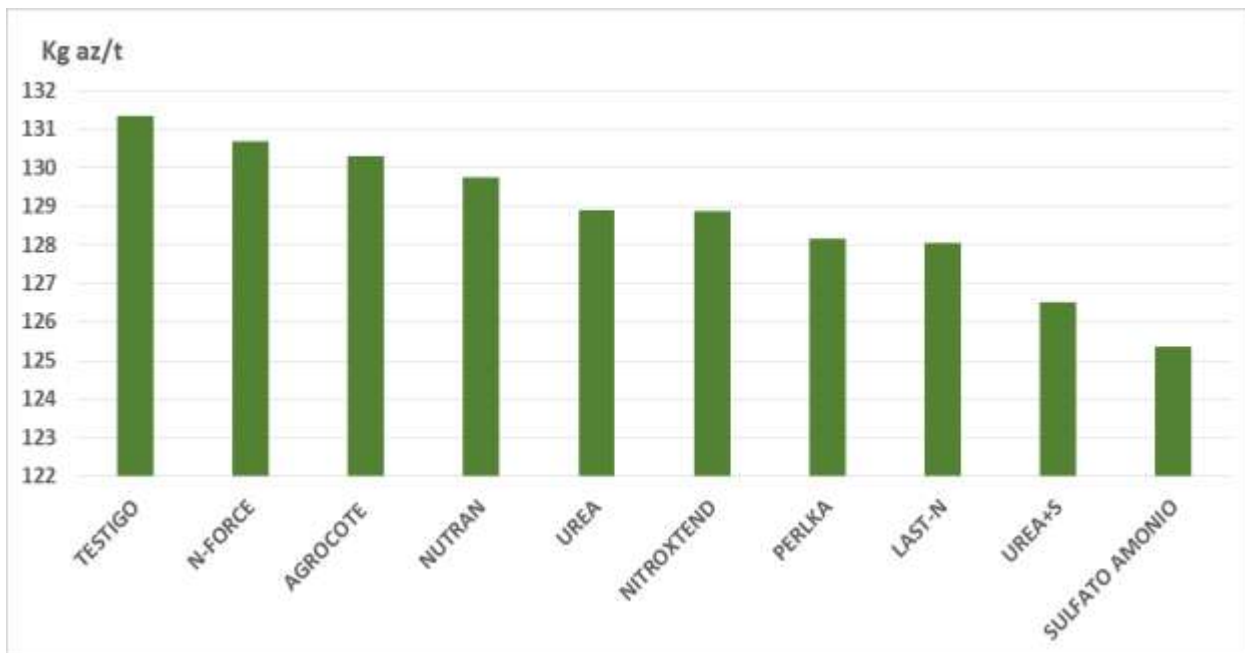


Figura 3. Rendimiento Industrial (Kg azúcar /t caña) de los diferentes tratamientos nitrogenados evaluados.

En la producción de caña (t/ha), en el promedio de las tres cosechas, se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. En la Figura 4 se observa como el tratamiento con la UREA AZUFRADA presento la mayor producción de caña con diferencias mínimas respecto a los fertilizantes, NUTRÁN, AGROCOTE y N-FORCE, pero superando al tratamiento TESTIGO en más de 10% en esta variable.

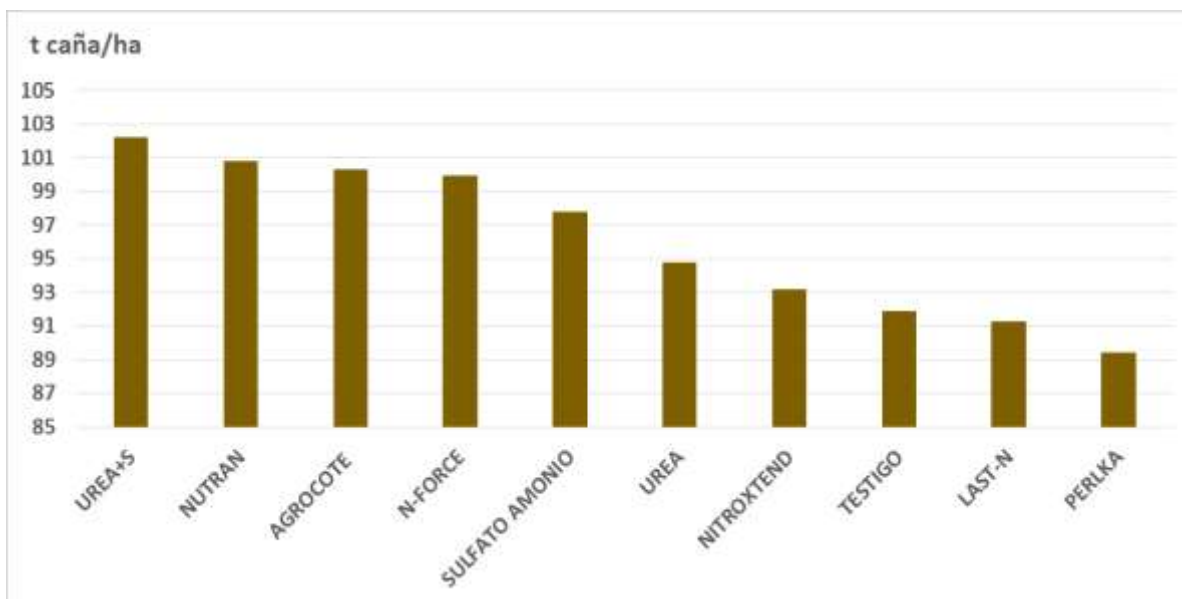


Figura 4. Produccion de caña (t/ha) de los diferentes tratamientos evaluados en el ensayo.

En la producción de azúcar (t/ha) el mejor tratamiento se presentó con los fertilizantes AGROCOTE, N-FORCE, y NUTRAN, los mismos presentaron diferencias significativas con el LAST N y PERLKA, los demás tratamientos no fueron estadísticamente diferentes. En la Figura 5 se observa esquemáticamente el comportamiento en la producción de azúcar y donde los tratamientos con N FORCE, NUTRÁN y AGROCOTE fueron superiores a los demás tratamientos incluyendo al TESTIGO con más de un 6% en esta variable. Los tratamientos, más rentables por su costo económico resultaron ser El AGROCOTE y la UREA AZUFRADA los cuales además de proporcionar buenos rendimientos agrícolas son los tratamientos más económicos y viables de utilizar en esta región.

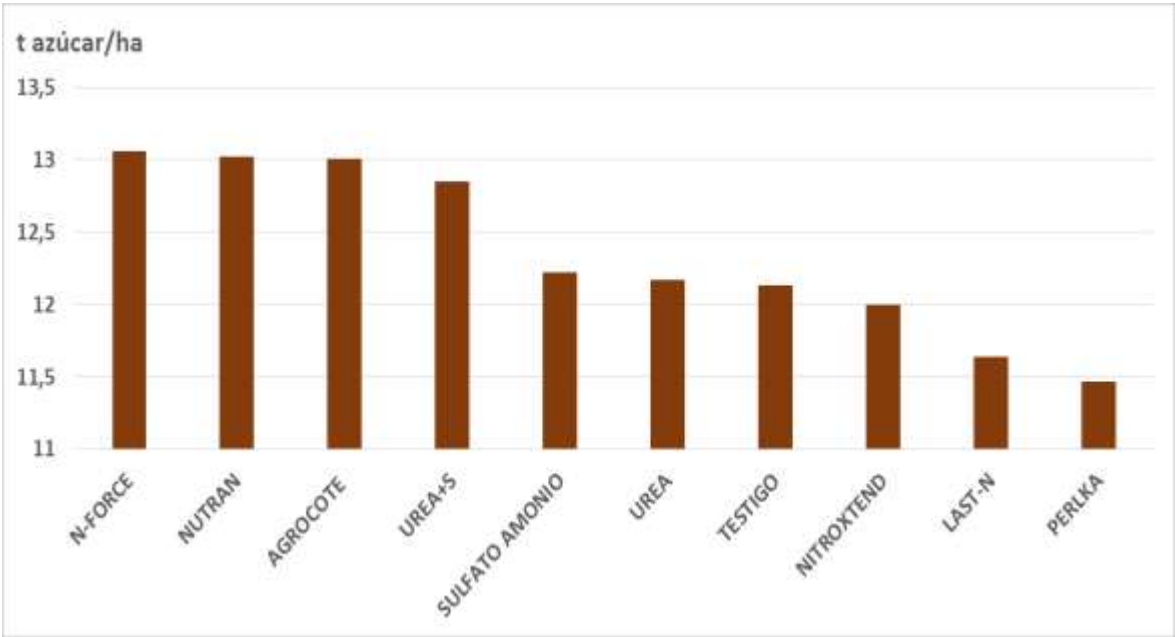


Figura 5. Producción de azúcar (t/ha) obtenido en el promedio de las tres cosechas.



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS
EN TURRIALBA, CARTAGO. TERCERA 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 8, 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 8.
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento de evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba, Cartago. Tercera 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 9 se presenta el Análisis de Varianza aplicado a las variables agroindustriales, observándose en el mismo la presencia de diferencias estadísticas significativas en las variables producción de caña y azúcar (t/ha), al igual que en la cosecha anterior. Según la prueba de medias (Tukey 5%) aplicado en la variable producción de azúcar (t/ha), el tratamiento TESTIGO (sin Nitrógeno) fue superado en forma significativa por casi todos los tratamientos evaluados como: la UREA, NUTRÁN, UREA AZUFRAADA, PERLKA y LAST N, los demás tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 9.
Análisis de Varianza del resultado de la tercera cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba, Cartago.

Andeva		% Brix		% Sac		% Pureza		% Fibra		Rend. ind		t caña / ha		t az /ha	
F de Variacion	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	0,6	0,17	0,7	0,03	1,19	1	0,42	1	11,78	1	424,40	0,03	8,3	0,03
Tratamientos	9	0,29	1	0,33	0,13	3,36	0,34	0,09	1	27,2	1	372,72	0,01	6,44	0,02
Error	27	0,33		0,19		2,81		0,46		28,8		126,02		2,35	
Total	39	13,43		10,35		109,76		14,38		1.057,78		8.030,10		146,27	
%CV		2,7		2,27		1,85		5,3		4,05		10,82		11,14	
tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
UREA		21,5		19,69		91,57		12,79		135,5		107,15	a	14,52	a
NITROXTEND		20,93		19,01		90,82		12,48		131,45		106,11	a	13,92	ab
NUTRAN		21,08		19,07		90,54		13,03		129,7		113,33	a	14,7	a
UREA +S		21,48		19,12		88,58		12,84		129,31		111,3	a	14,36	a
PERLKA		21,8		19,74		90,53		12,78		135,24		106,67	a	14,45	a
N FORCE		21,43		19,6		91,44		12,86		130,01		105,74	ab	13,75	ab
AGROCOTE		21,5		19,62		91,24		12,73		135,02		100,56	ab	13,59	ab
LAST N		21,48		19,67		91,59		12,61		136,02		104,19	ab	14,17	a
SULFATO AMONIO		21,55		19,39		89,99		12,73		132,54		103,89	ab	13,77	ab
TESTIGO		21,05		19,17		91,04		12,79		131,58		78,26	b	10,3	b

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

En la Figura 6 se observan dichas diferencias y cabe señalar que el tratamiento con la UREA de nuevo mejoró la productividad con respecto a la segunda cosecha, mientras que el N FORCE confirmó de nuevo una baja respuesta en esta variable. Respecto al costo económico de los tratamientos (Cuadro 3) y propiciando el uso de estas fuentes nitrogenadas de lenta liberación el PERLKA y la UREA AZUFRAADA se perfilan como muy buenas alternativas para esta región.

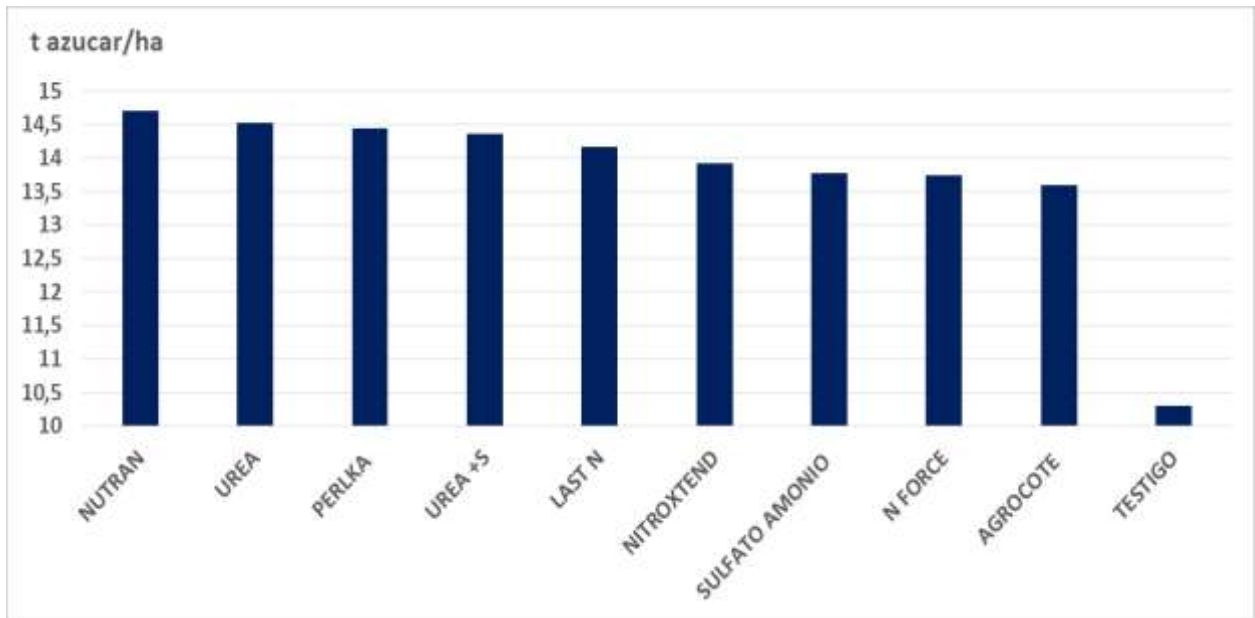


Figura 6. Resultados de la producción de Azúcar (t /ha) de la tercera cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba.



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS
EN LA REGIÓN NORTE. CUARTA COSECHA.**

Este ensayo se estableció en el cantón de San Carlos, Alajuela, en la localidad de “Coope Vega”, propiedad del Ingenio Quebrada Azul, con una temperatura media de 23,6°C y una precipitación media anual de 3.000 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 8,5 metros de largo sembrados a 1,5 metros entre sí, para un área total por parcela de 68 m² la cual se evaluó y cosechó en su totalidad.

La variedad utilizada fue LAICA 01- 604 por su importancia en la región o localidad debido a 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 10, observándose en el mismo una acidez cercana en ambos perfiles del suelo a los valores críticos en este determinante factor en la medición de la fertilidad de los suelos. También los contenidos de bases cambiables como son el Calcio, el Magnesio y el Potasio se encuentran en valores bajos aceptables, aunque el Potasio a la profundidad de 40 cm siempre se encuentra deficiente. Al igual que en los suelos analizados de otros experimentos de Nitrógeno, el Fósforo se encuentra sumamente bajo en ambos perfiles.

Cuadro 10.
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento de la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Norte. Cuarta cosecha.

Profundidad	Ph	% S.A	cmoles / l			mg / l						
			Acidez	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	CICE
20 cm	5,6	4	0,3	5,6	1,4	0,2	6	1,4	22	6	121	7,5
40 cm	5,7	5,6	0,2	2,4	0,8	0,17	5	1,4	18	7	1,29	3,57

En el Cuadro 11 se presenta el Análisis de Varianza de las variables agroindustriales de este ensayo y donde se observa que a diferencia de la cosecha anterior, se presentó diferencia estadística significativas únicamente en la variable producción de azúcar (t/ha), sin embargo en la prueba de medias (Tukey 5%), dichas diferencias no fueron estadísticamente diferentes como para señalar alguno de los tratamientos como el mejor. Respecto a las cosechas anteriores los mejores tratamientos, PERLKA, SULFATO DE AMONIO y LAST N, en esta cosecha pasaron a dar menores producciones de azúcar por hectárea, y los tratamientos con menor producción en las primeras cosechas ahora sobresalen productivamente como se observa en la Figura 8.

Cuadro 11.
Análisis de Varianza del resultado de la cuarta cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Norte.

Andeva		% Brix		% Sac		% Pureza		Rend, Ind		t caña / ha		t az / ha	
F de Variacion	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	3	0,21	1	2,56	1	0,81	1	103,49	1	22,35	1	0,04	1
Tratamientos	9	0,3	1	11,26	0,46	2,41	0,17	168,92	0,23	80,58	0,22	2,1	0,03
Error	27	0,41		11,24		1,53		118,29		56,18		0,83	
Total	39	14,46		412,47		65,57		5.024,62		2.309,05		41,38	
%CV		3,17		4,35		1,35		8,61		11,33		10,94	
DMS		0		0		0		0		0		2,24	
tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
AGROCOTE 37-0-0		20,6		79,35		92,48		134,67		60,63		8,14	a
LAST - N		19,83		74,88		91		114,95		64,82		7,42	a
N-FORCE		20,48		78,95		92,64		131,78		73,24		9,63	a
NITRO XTEND		20,38		78,18		92,22		130,02		59,27		7,7	a
NUTRAN		19,73		74,5		91		123,21		66,1		8,08	a
PERLKA		20,38		78,53		92,63		131,77		67,17		8,86	a
SULFATO AMONIO		20,25		77,53		92,07		127,21		72,28		9,23	a
TESTIGO		20,15		76,75		91,58		119,74		68,68		8,08	a
UREA		20,08		76,58		91,76		129,91		65,63		8,55	a
UREA + S		20,2		75,93		90,38		119,9		63,68		7,61	a

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

El tratamiento con N FORCE presento la mayor producción de azúcar (t/ha) en esta cuarta cosecha sobrepasando al tratamiento TESTIGO (sin Nitrógeno) en un 17 % y al tratamiento con LAST N quien ocupo el último lugar en un 23% en esta importante variable.

Cabe resaltar la respuesta de la caña de azúcar en esta y otras regiones con el tratamiento SULFATO DE AMONIO, el cual se ha mantenido entre los tratamientos más productivos de azúcar por hectárea. Ante estos resultados es conveniente analizar la cosecha siguiente para obtener conclusiones más precisas en estos ensayos.

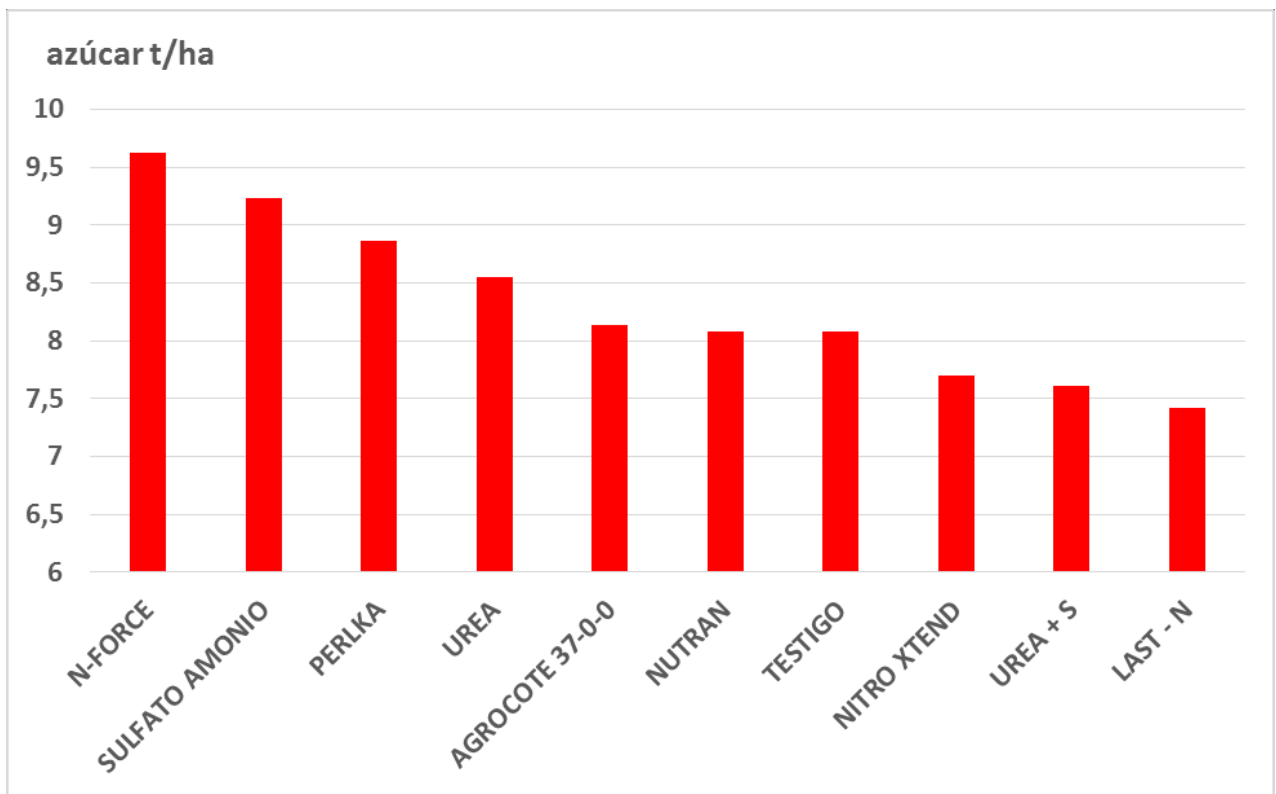


Figura 8. Resultado de La producción de azúcar (t/ha) en la cuarta cosecha de la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Norte.

RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LA INTERACCIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO Y POTASIO EN LA REGIÓN SUR. SEGUNDA 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, permitiría 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, en el suministro de Potasio se utilizó como fuente Cloruro de Potasio (60 % K₂O). El detalle de los tratamientos se presenta en el siguiente Cuadro 12.

Cuadro 12.
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 indicadas de Nitrógeno y Potasio indicadas en el Cuadro 12, utilizando las fuentes de NUTRÁN (33,5 %N) y CLORURO DE POTASIO (60 % K₂O), fraccionadas en dos aplicaciones.

En el Cuadro 13 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 13.
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 14 se presenta el resultado del Análisis de Varianza de la segunda cosecha efectuada a este estudio, observándose en dicho cuadro la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos y variables evaluadas, con excepción de las dosis de Potasio que influyeron estadísticamente sobre las variables producción de caña y azúcar (t/ha). Es importante recordar que 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 9 se presenta el resultado en 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.

La tendencia productiva se mantiene en las dosis de 150 kg/ha de Nitrógeno y 200 kg/ha de Potasio valores similares a la primera cosecha, por lo que es necesario realizar más cosechas para obtener valores más concretos en las dosis efectivas y económicas.

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 Sur .Segunda cosecha.

		% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Rend.Ind		t caña /ha		t az/ha	
Fuente variacion	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	0,07	1	0,19	1	4,16	0,27	0,43	1	16,43	1	698,17	0	14,26	0,01
Nitrogeno(A)	3	0,61	0,38	0,31	1	2,37	1	0,29	1	1,97	1	176,5	0,16	2,95	0,34
Potasio(B)	3	0,11	1	0,18	1	1,74	1	0,72	0,21	10,02	1	783,05	0	10,4	0,01
Interacción N*K	9	0,56	1	0,95	0,36	3,87	0,3	0,37	1	59,49	0,38	131,42	0,24	2,71	0,41
Error	30	0,57		0,83		3,07		0,45		53,37		95,93		2,54	
Total	47	24,37		35,39		147,44		20,84		2.205,33		8.335,54		169,16	
% CV		3,52		4,7		1,94		4,73		5,74		8,76		11,2	
Dosis/ ha		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
0 kg Nitrogeno		21,31		19,22		90,19		14,15		127		106,83		13,55	
50 kg Nitrogeno		21,73		19,6		90,18		14,41		127,72		110,59		14,16	
100 kg Nitrogeno		21,24		19,32		90,96		14,09		127,52		114,57		14,59	
150 kg Nitrogeno		21,55		19,39		89,93		14,34		126,87		115		14,61	
Dosis / ha		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 kg Potasio (K ₂ O)		21,38		19,4		90,74		14,35		128,3		101,03	b	12,98	b
100 kg Potasio(K ₂ O)		21,52		19,48		90,48		14,23		127,79		110,02	ab	14,07	ab
150 kg Potasio(K ₂ O)		21,55		19,44		90,19		14,49		126,38		117,46	a	14,84	a
200 kg Potasio(K ₂ O)		21,37		19,2		89,85		13,92		126,65		118,48	a	15,02	a
Interacción(kg/ha)		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
0 N, 0 K ₂ O		21,69		19,66		90,65		14,63		131,01		101,4		13,3	
0 N, 100 K ₂ O		20,67		18,62		90,1		13,91		122,97		110,03		13,52	
0 N, 150 K ₂ O		21,58		19,53		90,45		13,95		129,05		115,43		14,86	
0 N, 200 K ₂ O		21,29		19,07		89,58		14,09		124,97		100,45		12,53	
50 N, 0 K ₂ O		21,59		19,67		91,1		14,49		128,53		99,05		12,78	
50 N, 100 K ₂ O		21,69		19,43		89,53		14,62		125,42		109,27		13,75	
50 N, 150 K ₂ O		21,89		19,88		90,75		14,96		127,9		109,71		14,05	
50 N, 200 K ₂ O		21,73		19,42		89,36		13,57		129,01		124,32		16,05	
100 N, 0 K ₂ O		21,26		19,66		92,54		13,93		131,34		99,17		13	
100 N, 100 K ₂ O		21,81		19,86		91,04		14,25		130,52		111,81		14,6	
100 N, 150 K ₂ O		21,17		19,22		90,77		14,23		126,24		122,92		15,55	
100 N, 200 K ₂ O		20,72		18,54		89,48		13,93		121,99		124,38		15,21	
150 N, 0 K ₂ O		20,98		18,62		88,68		14,35		122,31		104,51		12,81	
150 N, 100 K ₂ O		21,93		20,01		91,24		14,13		132,23		108,95		14,41	
150 N, 150 K ₂ O		21,55		19,14		88,8		14,81		122,33		121,78		14,9	
150 N, 200 K ₂ O		21,73		19,78		91		14,07		130,63		124,76		16,31	

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

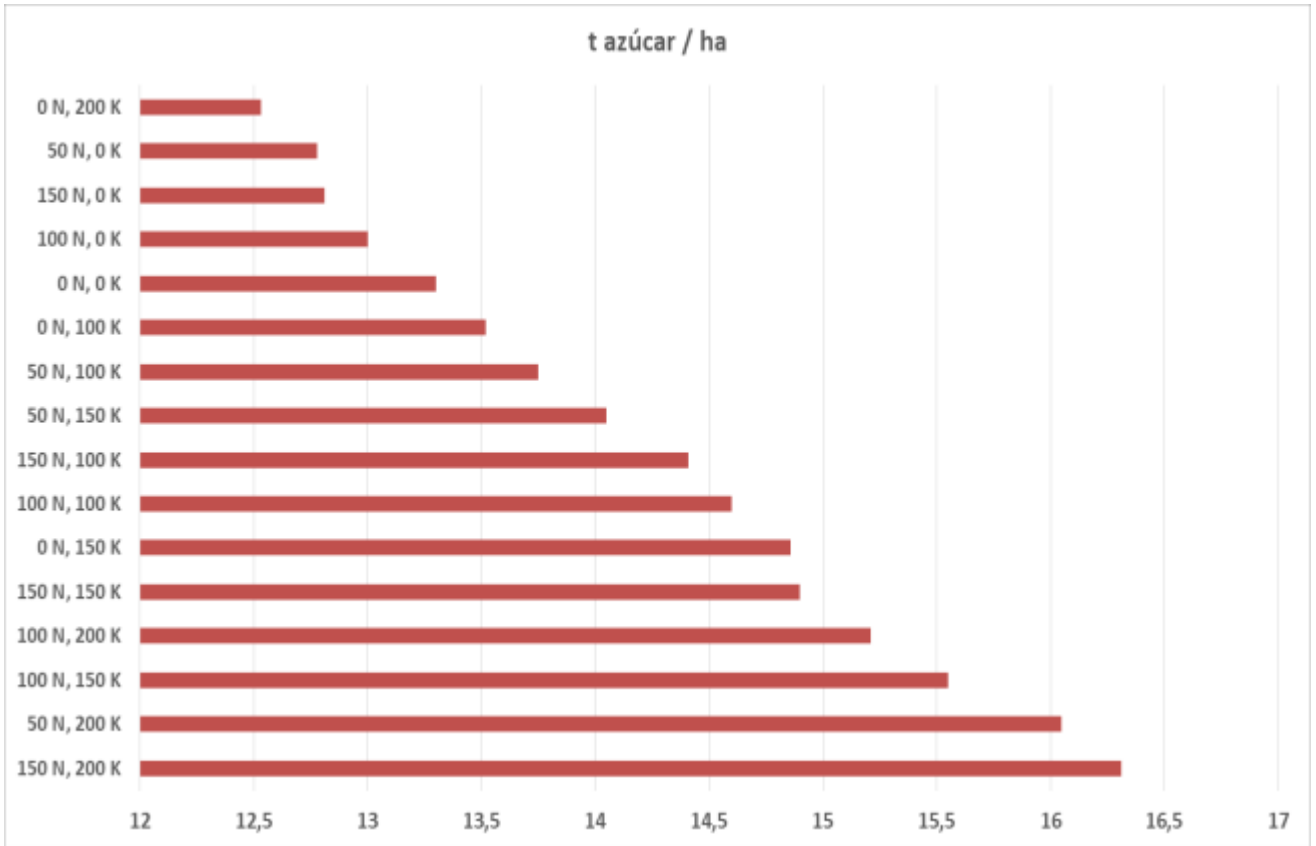


Figura 9. Resultados en la producción de azúcar (t/ha) en la evaluación de diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio en la Región Sur.



EVALUACIÓN DE DOSIS CRECIENTES DE FÓSFORO EN DOS VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR DE LA ZONA SUR. SEGUNDA 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.
Variedades utilizadas y sus respectivas dosis de Fósforo aplicadas.

Tratamientos	Variedades	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 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, 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

En el Cuadro 18 se presenta el resultado del Análisis de Varianza de la segunda cosecha efectuada a los diferentes tratamientos y variables agroindustriales del estudio. En el mismo se observa la ausencia de diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables evaluadas, 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 segunda cosecha.

		% 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	1,9	0,11	1,12	0,37	3	1	0,17	1	115,81	0,21	23,95	1	1,72	1
Variedades	1	1,9	0,13	1,13	0,32	0,61	1	0	1	0,07	1	628,93	0,02	9,93	0,04
Fosforo	4	1,06	0,27	2,14	0,14	9,85	0,28	0,11	1	90,82	0,3	140,62	0,26	2,78	0,3
VAR * Fosf	4	0,62	1	0,47	1	1,46	1	0,14	1	28,32	1	88,03	1	2,83	0,29
Error	18	0,76		1,06		7,1		0,35		68,24		98,05		2,09	
Total	29	26,02		32,99		179,61		7,58		1.936,63		3.356,32		73,46	
% CV		4,02		5,3		2,96		4,19		6,49		8,8		10,11	
Variedades															
LAICA 04-825		21,35		19,28		90,3		14,03		127,14		117,14	a	14,89	a
LAICA 05-805		21,85		19,67		90,02		14,05		127,24		107,98	b	13,74	b
Dosis Fosforo /ha															
0 kg P2O5		21,57		19,33		89,55		14,17		125,62		107,79		13,57	
50 kg P2O5		20,99		18,68		88,97		13,93		122,47		112,45		13,78	
100 kg P2O5		22,14		20,1		90,75		14,17		132,85		107,85		14,32	
150 kg P2O5		21,52		19,24		89,4		14,05		126,17		116,16		14,63	
200 kg P2O5		21,78		20,04		92,12		13,87		128,85		118,55		15,27	
Interacción var.dosis Fósforo															
LAICAS 04825 0 kg P2O5		21,73		19,58		90,12		14,17		126,85		110,41		13,98	
LAICA 04825 50 kg P2O5		20,44		18,24		89,21		13,91		119,9		112,58		13,47	
LAICA 04 825 100 kg P2O5		21,64		19,7		91,05		14,04		132,04		110,92		14,67	
LAICA 04825 150 kg P2O5		21,14		18,97		89,71		13,9		125,09		123,88		15,5	
LAICA 04825 200 kg P2O5		21,79		19,93		91,41		14,11		131,84		127,91		16,82	
LAICA 05805 0 kg P2O5		21,41		19,07		88,98		14,16		124,39		105,17		13,16	
LAICA 05805 50 kg P2O5		21,54		19,11		88,74		13,96		125,04		112,32		14,08	
LAICA05805 100 kg P2O5		22,65		20,5		90,45		14,29		133,66		104,79		13,96	
LAICA05805 150 kg P2O5		21,89		19,52		89,08		14,19		127,25		108,43		13,75	
LAICA05805 200 kg P2O5		21,76		20,15		92,83		13,63		125,86		109,19		13,72	

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

En la Figura 10 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 de nuevo una respuesta productiva diferenciada entre ambas variedades a la aplicación del fósforo, ya que por ejemplo la variedad LAICA 04-825 responde en forma más positiva al incremento de este elemento que la variedad LAICA 05-805 la cual

aparentemente requiere de menos Fósforo para sus necesidades al presentar menores rendimientos .

Como se observa la tendencia en la variedad LAICA 04-825 fue creciente y en esta segunda cosecha el mejor tratamiento se alcanzó también con la dosis de 200 kg de P_2O_5 /ha.

Con la variedad LAICA 05-805 la mayor producción al igual que en la primera cosecha se logró con la dosis de 100 kg de P_2O_5 /ha. En esta cosecha al igual que en el primer corte, se concluye que no todas las variedades requieren de las mismas cantidades de Fósforo y que sus necesidades están necesariamente vinculadas a su capacidad productiva. Comercialmente la variedad LAICA 04-825 requiere de 100 kg más de fósforo, que la variedad LAICA 05-805, posiblemente por requerir de un mayor encepamiento, el cual se ve reflejado en su mayor productividad.

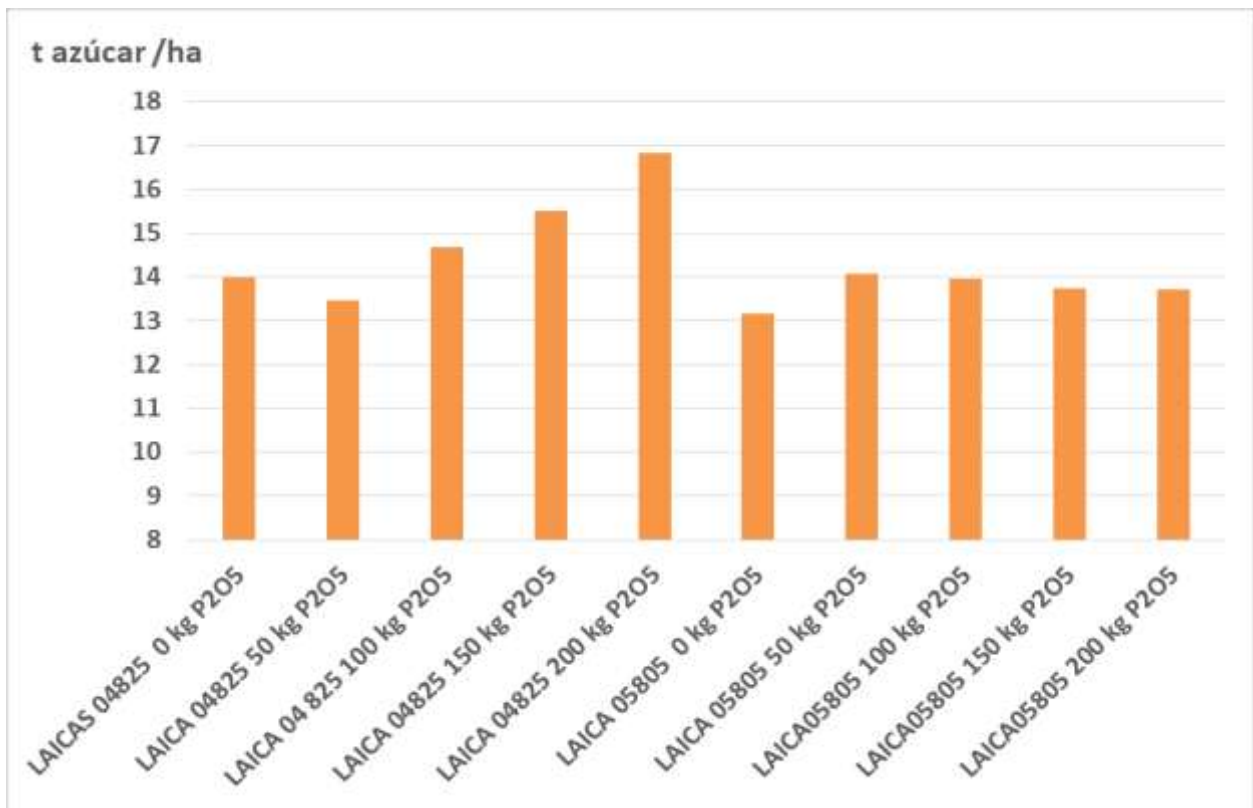


Figura 10. Producción de azúcar por hectárea en la evaluación de diferentes dosis de fósforo en dos variedades de la Región Sur. Segunda cosecha.

**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, TERCERA 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 19 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 cambiables (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 19.
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 20 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 21.

Cuadro 20.
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 21.
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 22 se presentan los tratamientos utilizados en el ensayo en esta tercera 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 la 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 22.
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 tercera cosecha y tres años después de la aplicación del abono orgánico, se analiza el comportamiento productivo del cultivo, y en el Cuadro 23 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 23.
Resultado del Análisis de Varianza realizado a las variables agroindustriales obtenidas en la
tercera cosecha.

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	4,85	0	3,81	0,02	2,08	1	1,64	0,09	161,13	0,02	231,27	0,1	4,9	0,03
Abono Organico	4	1,27	0,2	1,79	0,19	3,7	0,31	0,23	1	46,37	0,41	107,13	0,27	0,89	1
Fertilizante Químico	4	1,2	0,23	1,51	0,27	1,79	1	0,86	0,33	45,75	0,41	340,81	0,11	2,44	0,18
Interacción	16	0,5	1	0,64	1	2,1	1	0,72	1	27,77	1	63,21	1	1,06	1
Error	72	0,83		1,14		3,06		0,73		45,65		103,12		1,53	
Total	99	92,29		116,79		282,17		73,35		4.582,78		10.921,27		155,27	
% CV		4,51		5,95		1,98		6,27		7,11		11,75		14,98	
Tratamientos		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
0 t orgánico		20,41		18,08		88,57		13,69		95,68		82,63		7,9	
10 t orgánico		20,46		18,21		88,9		13,71		96,47		85,88		8,28	
20 t orgánico		20,19		17,95		88,88		13,63		95,27		88,22		8,41	
30 t orgánico		20,31		17,99		88,59		13,65		95,3		87,67		8,37	
40 t orgánico		19,83		17,43		87,84		13,44		92,45		87,83		8,38	
Tratamientos		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 % fert químico		20,25		17,93		88,5		13,96		94,12		82,23	a	7,98	
25 % fert químico		20,4		18,11		88,72		13,64		96		81,64	a	7,84	
50 % fert químico		19,84		17,49		88,12		13,41		93,04		89,73	a	8,35	
75 % fert químico		20,23		17,92		88,51		13,55		95,14		89,14	a	8,49	
100 % fert químico		20,47		18,21		88,93		13,55		96,88		89,48	a	8,67	
Tratamientos		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
0 t org - 0 % químico		20,38		18,13		88,95		13,23		97,34		79,63		7,75	
0 t org - 25 % químico		20,47		18,08		88,31		14,01		94,73		76,67		7,28	
0 t org - 50 % químico		20,16		17,8		88,26		13,15		95,43		87,33		8,34	
0 t org - 75 % químico		20,83		18,49		88,77		14,17		96,68		80,19		7,77	
0 t org - 100 % químico		20,22		17,91		88,58		13,9		94,25		89,34		8,37	
10 t org - 0 % químico		20,57		18,47		89,7		13,64		98,31		86		8,37	
10 t org - 25 % químico		20,81		18,39		88,26		13,56		97,49		80,37		7,86	
10 t org - 50 % químico		19,41		17,03		87,68		13,92		89,15		84,78		7,55	
10 t org - 75 % químico		20,63		18,4		89,12		13,9		97,02		87,41		8,48	
10 t org - 100 % químico		20,89		18,76		89,73		13,51		100,4		90,86		9,15	
20 t org - 0 % químico		19,99		17,47		87,4		14,34		90,16		83,34		7,51	
20 t org - 25 % químico		20,43		18,21		89,11		13,61		96,81		85,19		8,24	
20 t org - 50 % químico		20,45		18,25		89,23		13,58		97,18		89,78		8,74	
20 t org - 75 % químico		19,95		17,77		89,1		13,12		95,87		93,89		9,02	
20 t org - 100 % químico		20,12		18,03		89,58		13,52		96,32		88,89		8,54	
30 t org - 0 % químico		20,6		18,27		88,65		14,55		94,58		77,96		7,46	
30 t org - 25 % químico		20,32		18,07		88,87		13,3		96,79		81,85		7,89	
30 t org - 50 % químico		19,92		17,69		88,8		13,54		94,07		94,93		8,93	
30 t org - 75 % químico		20,06		17,69		88,18		13,32		94,27		97,67		9,23	
30 t org - 100 % químico		20,64		18,26		88,44		13,56		96,82		85,93		8,34	
40 t org - 0 % químico		19,73		17,33		87,79		14,07		90,23		84,2		8,81	
40 t org - 25 % químico		19,97		17,79		89,05		13,75		94,17		84,15		7,93	
40 t org - 75 % químico		19,27		16,7		86,63		12,87		89,39		91,85		8,22	
40 t org - 50 % químico		19,68		17,22		87,41		13,22		91,85		86,56		7,98	
40 t org - 100 % químico		20,5		18,1		88,3		13,28		96,63		92,41		8,94	

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

En la Figura 11 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 20 t/ha el cual supero al tratamiento TESTIGO en poco más de un 6% en esta variable.

Los tratamientos con dosis mayores de abono orgánico también ofrecieron toneladas de caña aceptables, sin embargo por los costos de transporte y aplicación no son económicamente viables.

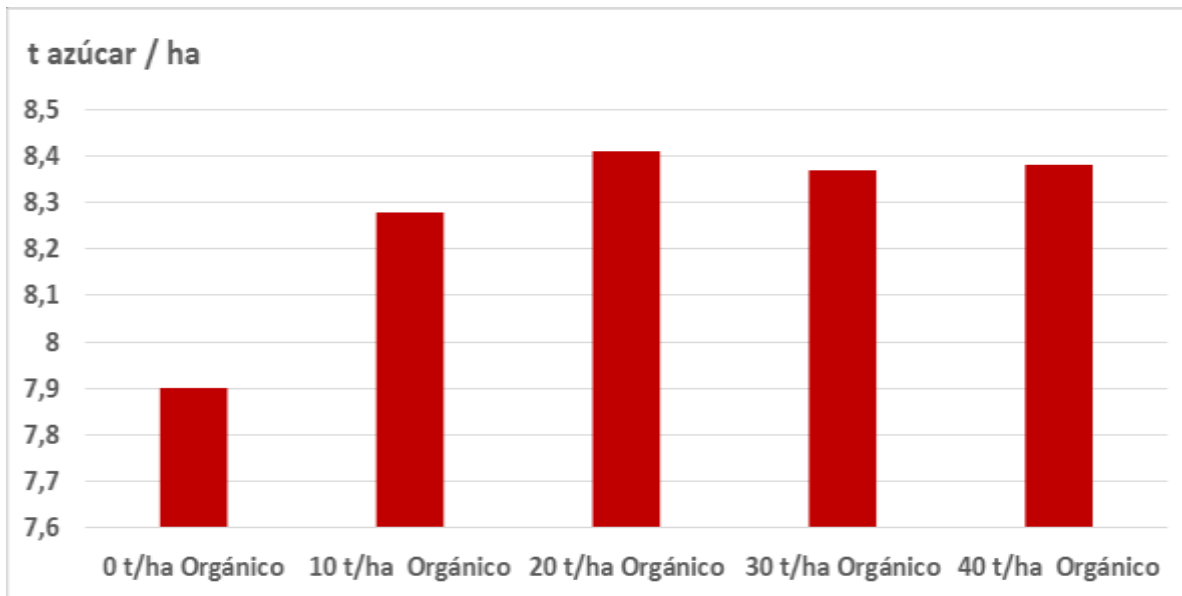


Figura 11. Producción de azúcar por hectárea en respuesta a dosis crecientes del abono orgánico en Cutris, San Carlos, Alajuela.

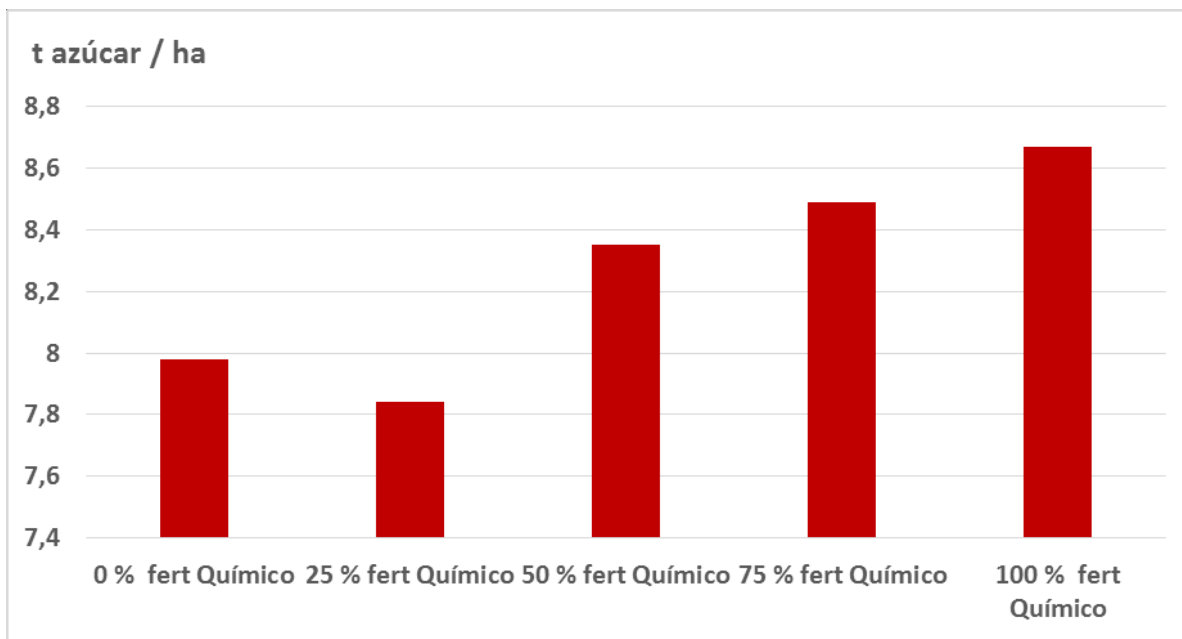


Figura 12. Producción de azúcar por hectárea en respuesta a las cantidades de fertilizante químico.

En la Figura 12 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 50% del fertilizante químico y aplicando abono orgánico, es suficiente lograr incrementos en la producción de azúcar (t/ha) superiores al 8%.

Confirmando lo expuesto, al analizar la interacción entre ambos tipos de fertilizantes en el promedio de las tres cosechas, se observa en la Figura 13 como con las dosis de 30 toneladas de abono orgánico y entre un 50 y 75 % de la fertilización química son suficientes para lograr la mayor producción de caña en esta cosecha.

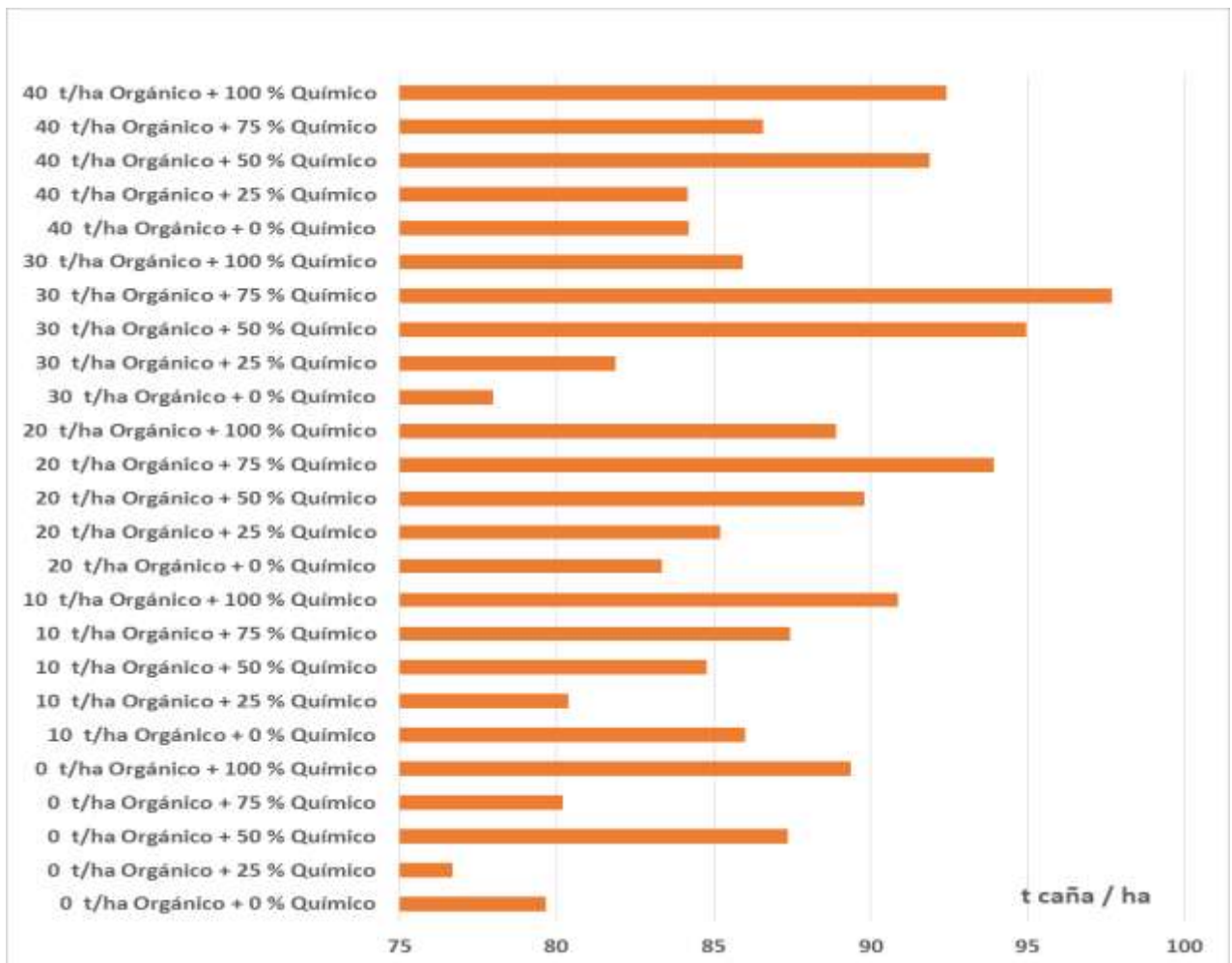


Figura 13. Producción de caña (t/ha) obtenidas en el promedio de tres cosecha de la evaluación de dosis crecientes del abono orgánico en Cutris, San Carlos, Alajuela.

**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. TERCERA 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 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 24 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 25.

Cuadro 24.
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 25.
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 26 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 dosificó 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 las socas se aplicó en forma general en todos los tratamientos la fórmula 19 -9-20 en la cantidad de 500 kg/ha.

Cuadro 26.

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 27 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 no se presentaron diferencias estadísticas significativas en la producción de caña (t/ha) y producción de azúcar (t/ha), únicamente en el porcentaje de Pureza de los jugos, los tratamientos influyeron en esta variable sin repercutir finalmente en el rendimiento industrial (kg azúcar /t caña).



Cuadro 27.
Análisis de Varianza aplicado a las diferentes variables agroindustriales analizadas en el ensayo de abono orgánico establecido en Los Chiles, Alajuela. Tercera 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	0,18	1	0,32	1	0,97	1	0,09	0,41	18,39	1	178,95	0,23	0,68	1
tratamientos (SC)	7	0,44	1	0,37	1	3,73	0,05	0,13	0,22	18,26	1	43,6	1	1,57	0,34
Error	21	0,71		0,88		1,52		0,09		29,64		114,63		1,29	
Total	31	18,52		22,09		60,85		2,96		805,52		3.249,13		40,17	
%CV		4,03		5,11		1,4		2,38		5,39		8,91		9,38	
DMS		0		0		2,94		2,94		2,94		0		0	
Tratamientos		Medias	Sep	Medias	Sep	Medias	Sep	Medias	Sep	Medias	Sep	Medias	Sep	Medias	Sep
1		20,75		18,52		89,22	ab	12,51		101,52		119,65		12,05	
2		21,54		18,56		86,86	ab	12,11		101,31		116,49		11,89	
3		20,52		17,81		86,72	ab	12,35		96,71		119,93		11,82	
4		20,79		18,55		89,25	a	12,03		103,01		121,35		13,19	
5		21,03		18,62		88,54	ab	12,14		102,69		126,95		12,44	
6		21,04		18,64		88,63	ab	12,21		102,65		116,32		11,8	
7		20,54		18,08		87,95	ab	12,24		99,11		120,48		11,16	
8		21,07		18,55		87,99	ab	12,51		100,97		119,69		12,67	

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

La Figura 14 expone la interacción de ambos fertilizantes y su efecto en la producción de azúcar (t/ha), donde el mejor tratamiento se alcanzó con 15 t /ha de abono orgánico y con un 85 % de la fertilización química (102 kg/ha de Nitrógeno y 126 kg/ha de Potasio (K₂O)).

En las dos cosechas anteriores este mismo tratamiento resulto ser el mejor, tanto productiva como económicamente por lo que es de esperar, que bajo las condiciones edafológicas imperantes de la zona de Los Chiles esta práctica resulta ser una buena alternativa para dar uso a los efluentes de la Industria Azucarera, evitando así la contaminación del medio ambiente e incrementando la productividad del cultivo. En la Figura 15 se presenta el resultado del promedio de las tres cosechas anteriores en la producción de caña, para simplificar los costos variables se realizó el siguiente ejercicio económico y cuyos resultados se presentan en los siguientes Cuadros 28 y 29.

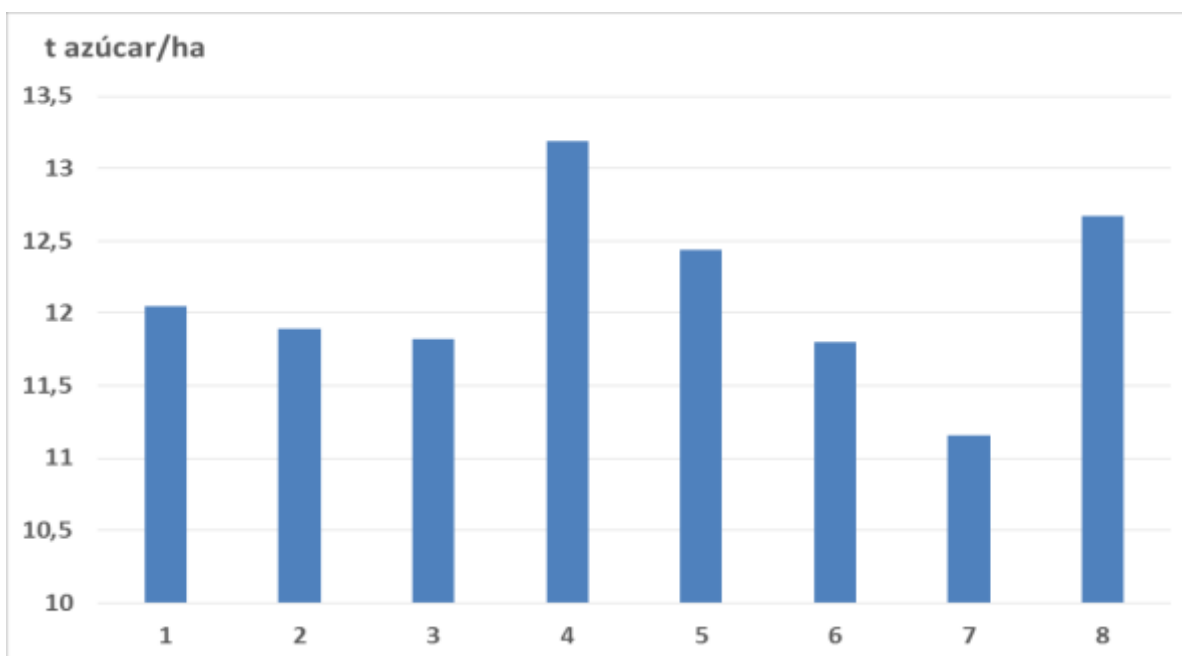


Figura 14. Efecto de la interacción de las diferentes cantidades de abono orgánico y químico evaluado en este ensayo en Los Chiles, Alajuela. Tercera cosecha.

Considerando la producción de caña promedio obtenida en los tres años del estudio, un rendimiento industrial general de 95 kg de azúcar/t caña, un precio de ₡181/kg azúcar, originará un precio por tonelada de caña de ₡17.200.

En el Cuadro 28 se presentan los costos del abono orgánico, desglosado en su precio por tonelada, transporte y aplicación para cada uno de los tratamientos evaluados. El costo del fertilizante se dividió por año, por lo tanto si la cosecha se extiende un año más dicho costo disminuirá considerablemente.

En el Cuadro 29 se presenta la diferencia obtenida en la producción de caña respecto al tratamiento testigo y con ello el ingreso, el cual al restarle los costos señalados en el cuadro anterior se obtiene el beneficio neto que podría obtener un productor aplicando al momento de la siembra el abono orgánico.

El tratamiento que más beneficio económico ofreció hasta esta tercer cosecha fue el tratamiento # 4 con ₡137.560,62 compuesto por 15 t/ha de abono orgánico, sin contemplar la ganancia en la reducción anual de un 15% de la fertilización química convencional.

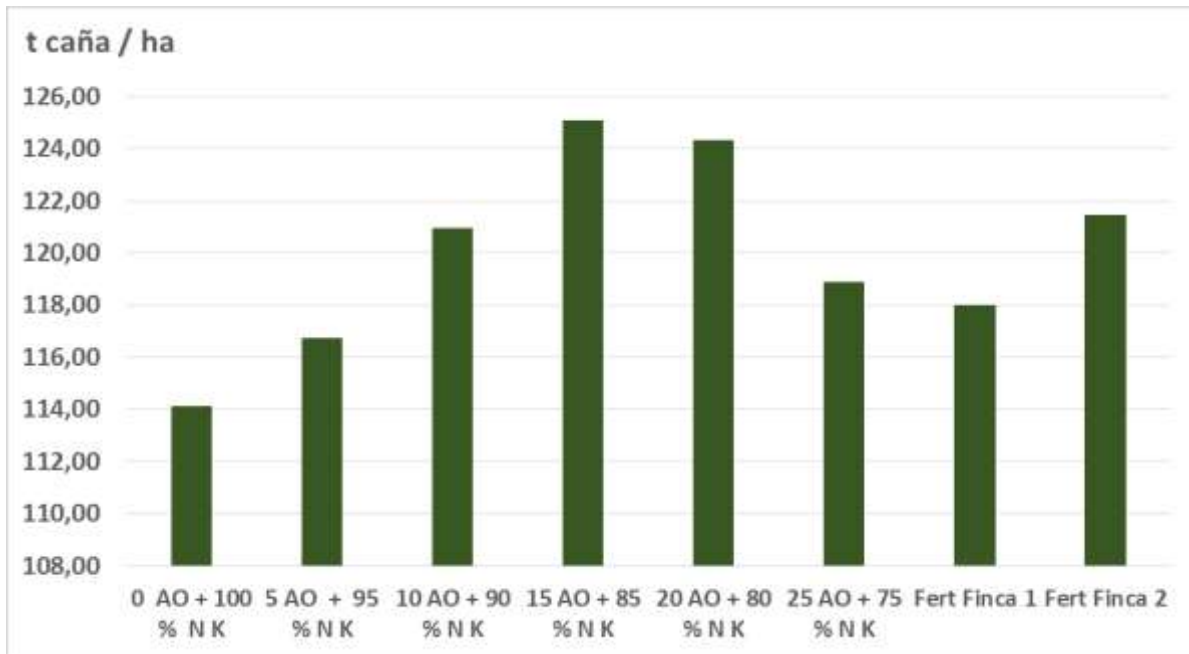


Figura 15. Producción de azúcar (t/ha) de los diferentes tratamientos del ensayo de abono orgánico establecido en Los Chiles, Alajuela. Promedio tres cosechas.



Cuadro 28.
Costos finales del abono orgánico aplicado al momento
de la siembra para cada uno de los tratamientos del ensayo.

Tratamientos	Costo / t			Costo total
	¢6.280,00	¢2.000,00	¢1.864,35	
t/ha Abono Orgánico	costo/ Abono organico	costo Transporte org.	costo Aplicación. org	
0	¢0,00	¢0,00	¢0,00	¢0,00
5	¢10.466,67	¢3.333,33	¢3.107,25	¢16.907,25
10	¢20.933,33	¢6.666,67	¢6.214,50	¢33.814,50
15	¢31.400,00	¢10.000,00	¢9.321,75	¢50.721,75
20	¢41.866,67	¢13.333,33	¢12.429,00	¢67.629,00
25	¢52.333,33	¢16.666,67	¢15.536,25	¢84.536,25
12 Fert Finca 1	¢25.126,67	¢8.000,00	¢7.457,40	¢40.584,07
12 Fert Finca 2	¢25.126,67	¢8.000,00	¢7.457,40	¢40.584,07

Cuadro 29.
Beneficio económico obtenido por cada uno de los diferentes tratamientos.

t /ha Abono Orgánico	Costo total	t/ha caña	Diferencia t caña respecto testigo	Ingreso Respecto testigo	Ingreso Neto
0	¢0,00	114,13	0,00	¢0,00	¢0,00
5	¢16.907,25	116,75	2,62	¢45.006,67	¢28.099,42
10	¢33.814,50	120,96	6,83	¢117.533,33	¢83.718,83
15	¢50.721,75	125,08	10,95	¢188.282,67	¢137.560,92
20	¢67.629,00	124,32	10,19	¢175.268,00	¢107.639,00
25	¢84.536,25	118,89	4,76	¢81.872,00	-¢2.664,25
12 Fert Finca 1	¢40.584,07	118,00	3,87	¢66.506,67	¢25.922,60
12 Fert Finca 2	¢40.584,07	121,46	7,33	¢126.076,00	¢85.491,93

ESTUDIO DE DIFERENTES PRODUCTOS BIOESTIMULANTES DEL SISTEMA RADICULAR DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Mejorar la condición del sistema radicular de la caña de azúcar es uno de los principales objetivos, si se desea lograr obtener mayores rendimientos agroindustriales del cultivo y sobre todo también una mayor longevidad de este a través de las socas.

Bajo esta premisa se ha desarrollado una gran cantidad de productos Bio-estimulantes con características orientadas a mejorar la actividad microbial del suelo y así proveer un mejor desarrollo radicular, permitiendo a las plantas con ello una mayor capacidad de absorción y aprovechamiento de los nutrientes y del recurso hídrico disponible. Por este motivo el objetivo principal de este estudio consistió en estudiar la respuesta a la aplicación de catorce productos al suelo en una etapa inicial de desarrollo del cultivo en condiciones de invernadero.

El experimento se estableció en un invernadero de 102 m² ubicado en las instalaciones de DIECA en Santa Gertrudis Sur del cantón de Grecia, Alajuela. El mismo se encuentra ubicado a 10° 05' 18' Latitud Norte y 84° 17' 09' Longitud Oeste, a una altitud de 1.000 msnm, una temperatura media 23,08 °C y una precipitación media anual de 2.463 mm

Cada unidad experimental estuvo constituida por una maceta plástica con capacidad de almacenar aproximadamente 5 kg de suelo y a los cuales se les sembraron plántulas en edad de trasplante de la variedad CP 72-2086 provenientes de cultivo in vitro. Las plántulas fueron previamente seleccionadas en cuanto a apariencia y desarrollo para disminuir diferencias en su crecimiento. El suelo utilizado en este estudio preliminar es un suelo de orden Ultisol y cuyas características se presentan en el Cuadro 30, donde se evidencia que es un suelo nutricionalmente pobre. Todos los potes recibieron una dosis equivalente de 10 toneladas de abono orgánico, con el fin de mejorar la actividad microbial del suelo, luego de la aplicación de los productos a evaluar (Cuadro 32) se dejaron en reposo durante un mes para proceder posteriormente a la siembra.

Se usó un diseño experimental Irrestricto al Azar con tres repeticiones. Antes de la siembra se aplicaron los tratamientos cuyas características se presentan en el Cuadro 31. Todos los potes se fertilizaron con la fórmula 10-30-10 en una dosis equivalente de 500 kg/ha aplicado al suelo e incorporado antes del trasplante

Las plántulas se evaluaron cuando presentaron al menos 6 hojas completamente extendidas y se midió su altura en cm de la base de la planta al punto de la primera hoja verdadera en su unión con el tallo, y en este mismo punto se midió el grosor del tallo (cm) y se pesaron (g) las plántulas (peso seco).



Figura 16. Desarrollo de las plántulas en el invernadero tratadas con los diferentes Bio estimulantes

Cuadro 30.
Análisis químico del suelo utilizado en el llenado de los potes.

Ph	% SA	cmol(+) / l					mg / l				
		Acidez	Ca	Mg	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn	% MO
5,4	9,37	0,3	2,5	0,2	0,2	3,3	60	3	2,8	1,7	3,64

Cuadro 31.
Características de los Productos Bioestimulantes evaluados en el ensayo.

Producto	Dosis Recomendada	Función	Composición	Representante
ALGA SOIL	70 kg / ha	Extracto de Algas Marinas	Nitrógeno total 2% + Fósforo (P ₂ O ₅) 2 % + Potasio (K ₂ O) 2 % + 70 %Materia Organica.	AGROCOSTA
TRIMAT	2 - 3 / l / ha	Promotor fitoalexinas y proteínas estimulador microorganismos suelo mejora cond físicas y intercambio cationico	Nitrógeno 6% + Fósforo (P ₂ O ₅) 9 % + Potasio (K ₂ O) 10 % + Magnesio (MgO) 0,06 % + Boro 0,10 % + Azufre 0,12 % + Zinc 0,05 % + Manganeso 0,02 % + Molibdeno 0,002 % + Citoquininas 0,015 % + Auxinas 0,015 % + Giberelinas 0,015 % + Aminoácidos 2% + Extrac org 6 %+ Quelatos e inertes 66,60 %	ASADA SA
ABIMGRA	585 kg / ha	Abono Organico y mineral	N Total 2 % , P2 O5 3 % , K2O 2 % , MO 24 % , Acidos Humicos 16 % , acidos Fulvicos 4 %.	Inversiones Moreno Victor Moreno
RADIX 35 %	2 tabletas / ha	Regulador Crecimiento e inductor raíces	Acido indol 3 butírico 35 % + Inertes 65 %	Delta Imp Alajuela
ERGO SET 20 G	50 - 90 kg / ha	Biocatalizador Activado para fertilizantes solidos	N Total 2,71 %, P ₂ O ₅ 8,14 % , K ₂ O 2,71 % , CaO 8,54 , MgO 1,13 % , S 3,39 % , B 0,34 % , Co 0,11 % , Cu 0,68 % , Fe 1,36% , Mo 0,14 % , Mn 2,034 % , Zn 2,71 % , inertes 64,04 %	
SINERGIPRON	2 l / ha	Enmienda Húmica - Fúlvica con oligoelementos	Acidos Húmicos 21-22 %, Fúlvicos 3-4 %, Boro 0,02 % , Cu 0,05 % , Fe 0,01 % , Mn 0,05 % , Mo 0,025 % , Zn 0,05 %	AGRIAL
NUTRI HUMUS 90	1 kg / ha	mejorador suelo	Acidos húmicos 47,38 %, Acidos fúlvicos 42 62 % Potasio K ₂ O 9 %, inertes 1 %	Quimicas Sagal
AGROSUELO	15 l / ha		Extractos Fermentación 90 % + Nitrogeno 2,5 % + Acidos Húmicos 3,6 % + Acidos Fúlvicos 3,15 %	Quimica Casagri
BIOYODAL	100 kg / ha	Mejorador suelo	N 2 % , P ₂ O ₅ 0,02 % , Ca 2,40 % , S 11,30 % , K ₂ O 7,05 % , Mg 5,40 % , Mn 0,035 % , Zn 0,0074 % , Mo 0,0008 % , CL 3,40 % , Fe 2,14 % , I 11,30 % , B 0,22 %	Eurosemillas
NOVAG	300 kg / ha	Acondicionador	Mat org 30,93 % (Leonardita 95 %) , SiO ₂ 40,76 % , inertes 28,31 %	Servanex
FERTIENMIENDA	460 kg / ha	Corrector acidez y otros	CaO 44,96 % , MgO 6,86 % , S 4,50 % , SiO ₂ 12 %	COEORSA
AGROPLANT CALCIO 60	20 - 40 l / ha	Enmienda	Calcio 60 % , inertes 40 %	Organicos Ecogren
PENAC P	500 g / ha	bioestimulante Regenerativo		Poderco
HUMITA 40	100 kg / ha			El Colono
HUMITA 40	300 kg / ha	Acidos húmicos y fúlvicos	Mt Org 55 %, acidos húmicos 30 %, acidos fúlvicos 10 % , N 2 % , azufre (SO ₃) 5 % , Fe 2 % , Zn 0,020 % , Cu 0,001 % , SiO ₂ 24 %	El Colono

Cuadro 32.
Productos y dosis utilizadas en el ensayo.

#	tratamientos (dosis / ha)
1	ALGASOIL (100 kg) + RADIX (20 g)
2	TRIMAT (5 l) + ALGASOIL (100 kg)
3	ABINGRA (585 kg)
4	ABINGRA (585 kg) + RADIX (20 g)
5	ERGOSET (150 kg) + RADIX (20 g)
6	NUTRI HUMUS 2 kg
7	TESTIGO 1
8	SINERGIPRON (4 l)
9	AGROSUELO (30 l) + BIOYODAL (150 kg)
10	CARBONATO CALCIO (1.500 kg)
11	NOVAG (300 kg)
12	FERTIENMIENDA (460 kg)
13	PENAC P 500 g / ha
14	VIVA (8l/ha)
15	TESTIGO 2
16	HUMITA 1.500 kg
17	CALCIO 60

En el Cuadro 33 se presentan los resultados obtenidos en la medición de las variables biométricas, observándose en el mismo que se presentaron diferencias estadísticas significativas en las tres variables evaluadas. En el caso del peso de la raíz (g), las diferencias no fueron determinantes para señalar alguno de los tratamientos como un buen desarrollador de la raíz de la caña. En la Figura 17 se observa el comportamiento en el desarrollo radicular de las plantas ante los diversos tratamientos y donde el PENAC P fue el mejor superando al tratamiento TESTIGO en un 41,5% el peso de las raíces.

En el peso de los hijos estadísticamente se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con los productos FERTIENMIENDA y CALCIO 60, los demás tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas entre si según la prueba de medias de Tukey al 5%.

Cuadro 33.

Resultado del Análisis de Varianza de los diferentes tratamientos Bio estimulantes aplicados al cultivo de la caña de azúcar en condiciones de invernadero.

Andeva		Peso Raiz g		Peso Hijo g		# hijos	
fuentes de variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Tratamientos	16	47,77	0,01	69,66	0,02	7,55	0
Error	34	17,67		29,53		2,61	
total	50	1.365,08		2.118,72		209,41	
Cv %		20,15		32,17		27,73	
DMS		14,94		19,31		5,74	
Tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Algasoil (100 kg) + Radix (20 g)		16,97	a	18,53	ab	4,67	ab
Trimat (5 L) + Algasoil (100 kg)		14,37	a	12,55	ab	4,33	ab
Abingra (585 kg)		20,63	a	13,62	ab	5,33	ab
Abingra (585 kg) + Radix (20 g)		19,7	a	16,35	ab	5,67	ab
Ergoset (150 kg) + Radix (20 g)		26,2	a	17,8	ab	7	ab
Nutri humus 2kg		22,77	a	21,73	ab	4,33	ab
Testigo		16,57	a	14,66	ab	6	ab
SINERGIPRON (4 L)		25,93	a	16,26	ab	6,33	ab
AGROSUELO (30 L) + BIOYODAL (150 kg)		20,43	a	14,29	ab	8,33	ab
Carbonato Calcio (1500 kg)		19,57	a	18,7	ab	4,67	ab
NOVAG (300 kg)		21,37	a	18,24	ab	4,67	ab
FERTIENMIENDA (460 kg)		16,53	a	31,06	a	3,67	b
Penac 500 g / ha		28,33	a	12,53	ab	7,67	ab
Viva (8 L/ha)		16,8	a	19,38	ab	5	ab
Testigo		23,5	a	16,83	ab	6	ab
Humita 1500 kg		19,83	a	16,22	ab	5,67	ab
Calcio 60		25,17	a	8,45	b	9,67	a

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

En la Figura 18 se presenta la respuesta de los diferentes tratamientos a esta variable, observándose que el tratamiento con FERTIENMIENDA fue superior a todos y en especial al testigo el cual fue superado en más de un 52 % en el peso de los hijos, previendo con ello un mayor desarrollo inicial de los hijos de caña.

En la variable número de hijos Figura 19, se presentó una correlación negativa con los resultados obtenidos con el peso de los hijos, ya que FERTIENMIENDA en esta variable fue el que menor cantidad de hijos presento y el CALCIO 60 logro el mayor número de hijos aunque con menor peso.

Con los resultados obtenidos en estos estudios tomando en cuenta tratamientos y dosis es posible programar con los mejores tratamientos un ensayo de campo.

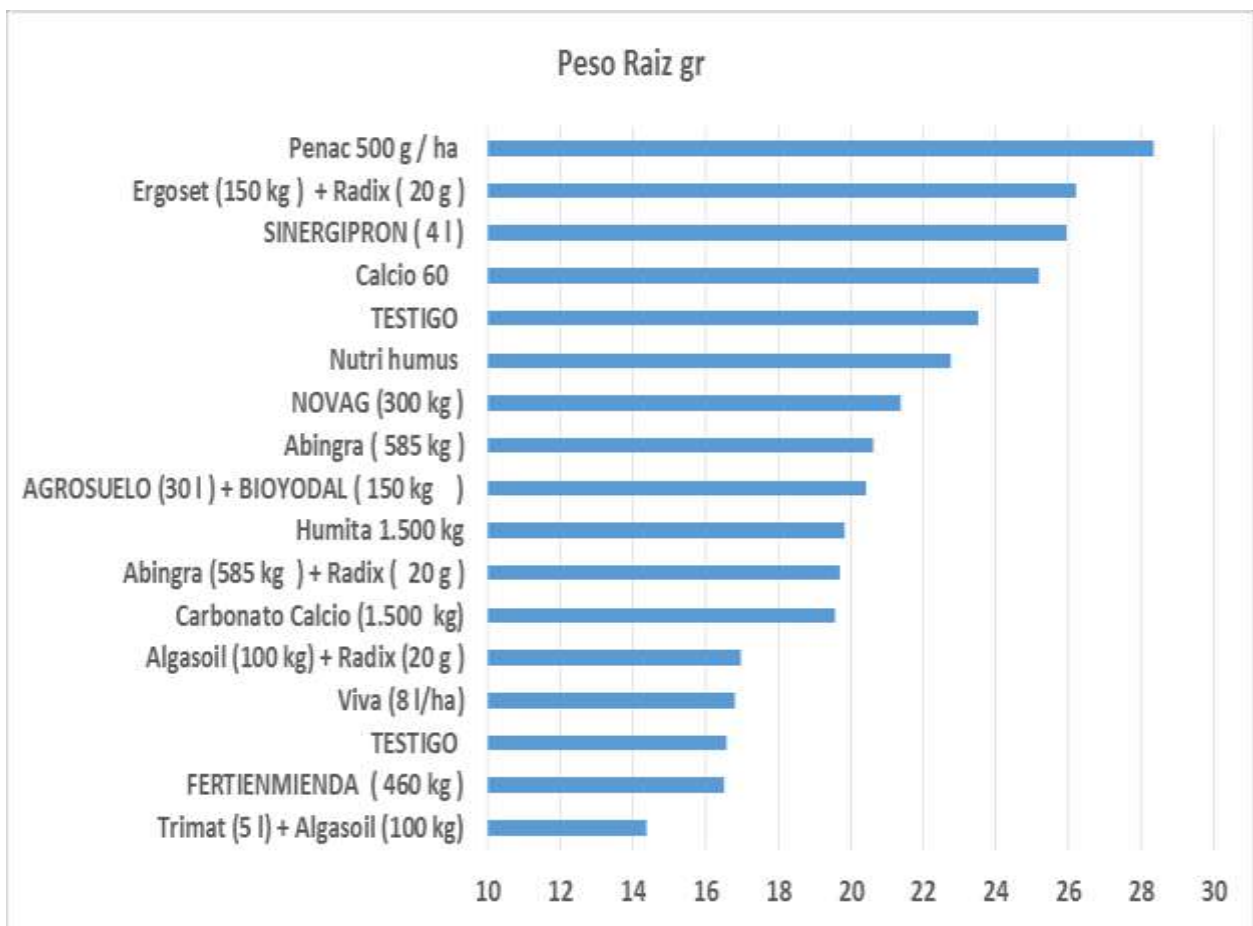


Figura 17. Peso seco (gr) de las raíces de las plantas de caña de azúcar con los diferentes productos estimulantes radicales en condiciones de invernadero.

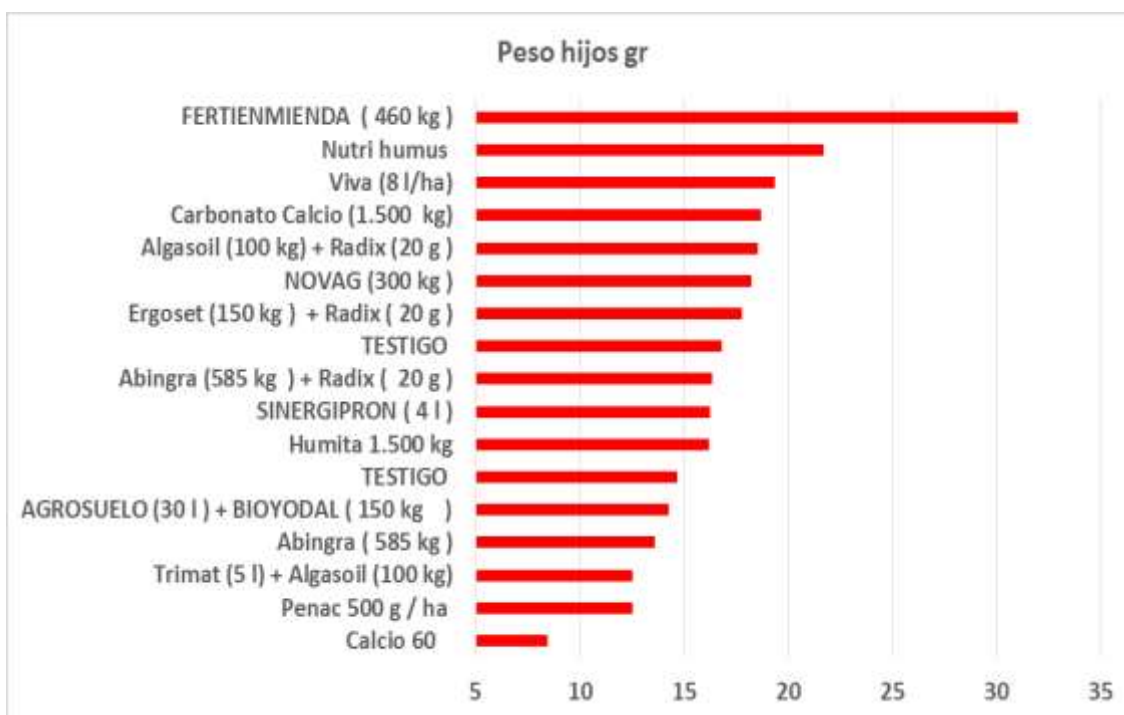


Figura 18. Peso seco de los hijos (gr) de caña de azúcar con los diferentes productos Bio estimulantes radiculares en condiciones de invernadero.

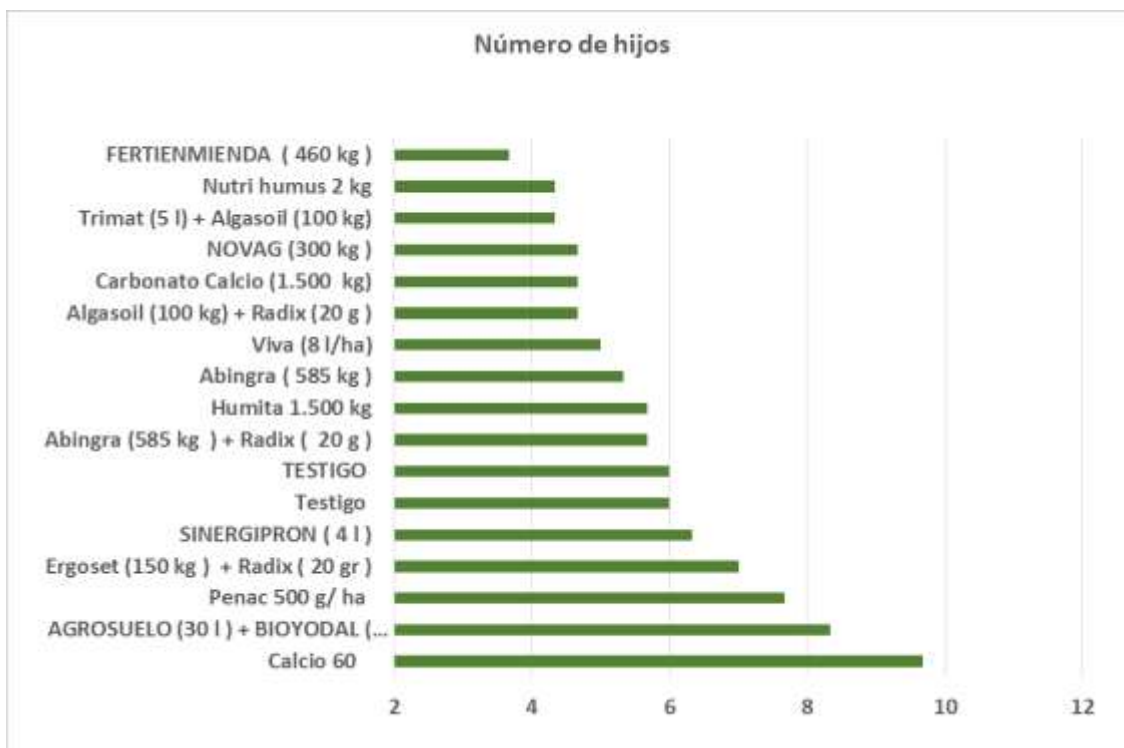


Figura 19. Número de hijos emergidos de caña de azúcar con los diferentes productos estimulantes radiculares en condiciones de invernadero.

EFFECTO DE DIFERENTES PRODUCTOS FOLIARES Y DE SUELO RECOMENDADOS POR DIFERENTES CASAS COMERCIALES EN TURRIALBA, CARTAGO. SEGUNDA 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 34, 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 se mantendrá en el resto de las socas.

Cuadro 34.
Resultado del análisis químico del suelo utilizado en el ensayo
y tomado de dos extractos del perfil del suelo.

Profundidad	Ph	% S.A	Acidez	cmoles / l			mg / l					
				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 35 se presentan las casas comerciales, así como los productos foliares y al suelo recomendados 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 35.
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 dias 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 dias 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 siguiente Cuadro 36 se presenta el análisis de varianza, observándose diferencias significativas solamente entre las dos variedades evaluadas, y donde la variedad B 76-259 supero a la variedad B 77-95 en el rendimiento industrial y en las toneladas de caña por hectárea.

Cuadro 36.
Análisis de Varianza aplicado a la evaluación de diferentes
productos foliares recomendados por diferentes casas comerciales.

Fuente variacion	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	2,06	0	1,4	0	2,11	0,37	0,05	1	64,78	0,03	61,64	1	1,59	1
Variedades	1	0,56	0,11	0,17	1	3,76	0,17	0,96	0,11	6,27	1	9.069,78	0	139,16	0
Foliares	5	0,24	0,35	0,38	0,17	2,6	0,27	0,12	1	16,46	1	219,19	0,15	3,63	0,19
VAR * Foliares	5	0,13	1	0,16	1	1,12	1	0,37	0,43	11,71	1	169,02	0,26	2,05	1
Error	33	0,21		0,23		1,94		0,37		18,8		124,2		2,29	
Total	47	15,54		14,56		92,66		15,61		961,86		15.294,31		247,83	
% CV		2,18		2,54		1,56		4,68		3,4		9,79		10,44	
Tratamientos															
B76259		18,86		89,11		13,07		127,01		127,53	a	16,19	a		
B 77 95		18,74		89,67		12,79		127,74		100,04	b	12,78	b		
Paquetes Recomendación															
1 FERBA		21,18		19,15		89,84		12,93		129,27		117,86		15,23	
2 AGROCOSTA		20,73		18,55		89,47		13,05		125,4		115,71		14,51	
3 AGRIAL		21,09		18,62		88,29		12,76		126,4		111,67		14,07	
4 MASADA		20,86		18,73		89,77		13,07		126,76		118,67		15,03	
5 PCD		21,09		18,85		89,38		12,83		128,12		104,41		13,39	
6 TESTIGO		21,11		18,92		89,63		12,95		128,32		114,41		14,68	
Variedad / Paq Recomendado															
1 B 76259 / FERBA		21,28		19,23		89,22		13,04		128,15		132,14		16,95	
2 B 76259 / AGROCOSTA		20,78		18,56		89,31		13,05		125,37		123,57		15,51	
3 B 76259 / AGRIAL		21,05		18,45		87,63		12,73		125,23		128,57		16,05	
4 B 76259 / MASADA		21		18,78		89,39		13,58		125,06		135,91		17,01	
5 B 76259 / PCD		21,43		19,1		89,15		12,81		129,71		112,62		14,61	
6 B 76259 / TESTIGO		21,18		19,06		90		13,24		128,57		132,38		17,01	
1 B 77 95 / FERBA		21,08		19,07		90,46		12,83		130,4		103,57		13,51	
2 B 77 95 / AGROCOSTA		20,68		18,54		89,64		13,05		125,42		107,86		13,52	
3 B 77 95 / AGRIAL		21,13		18,79		88,94		12,8		127,56		94,76		12,09	
4 B 77 95 / MASADA		20,73		18,69		90,15		12,56		128,46		101,43		13,06	
5 B 77 95 / PCD		20,75		18,6		89,61		12,84		126,53		96,19		12,17	
6 B 77 95 / TESTIGO		21,05		18,78		89,26		12,66		128,06		96,43		12,35	

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

Al comparar los resultados de esta cosecha con la anterior (primera cosecha) pareciera que las diferencias obtenidas anteriormente desaparecieron, al no presentarse diferencias importantes como se mencionó entre los diferentes tratamientos a pesar de que todos los años se realizaron las aplicaciones correspondientes de los productos por las casas comerciales representadas en este estudio.

En la Figura 21 se presenta el rendimiento industrial (kg az/t caña), observándose que únicamente el tratamiento aplicado por la compañía FERBA superó al tratamiento TESTIGO, algunos tratamientos como los de las compañías MASADA, AGRIAL y AGROCOSTA, la respuesta en esta variable fue muy baja. Esta respuesta positiva del tratamiento de FERBA se debe posiblemente a la aplicación de dos nutrimentos importantes en la concentración de azúcar como son el Potasio y el Boro, los demás tratamientos a pesar de aportar Potasio las cantidades fueron posiblemente pequeñas a las necesidades del cultivo.

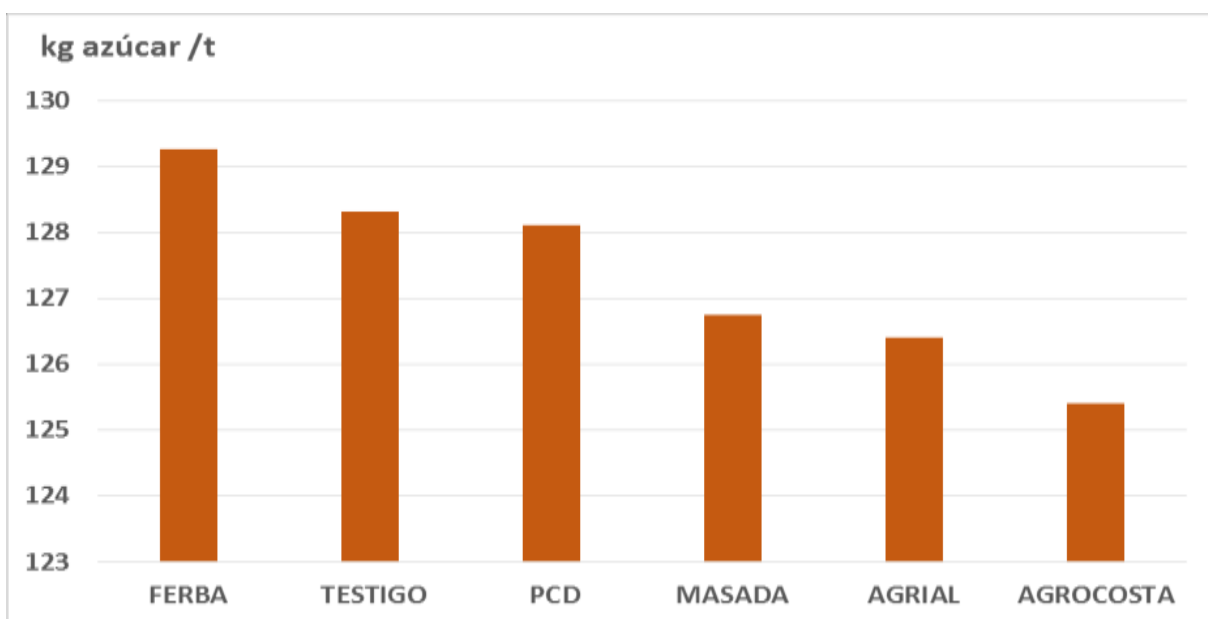


Figura 21. Rendimiento industrial (kg azúcar/t caña) obtenido en ambas variedades en el estudio en la segunda cosecha.

En la producción de caña (t/ha), la respuesta con los diferentes tratamientos fue muy leve tanto así que la diferencia con el TRIMAT de la empresa MASADA, fue como se observa en la Figura 22 de solamente un 3%.

En la producción de azúcar (t/ha), Figura 23 el comportamiento productivo de los diferentes tratamientos tampoco fue determinante por lo que las diferencias logradas respecto al TESTIGO no pagan la aplicación y posiblemente se dieron en respuesta a otros factores. Se debe realizar otra cosecha para concertar las conclusiones de este estudio considerando ante todo el aspecto económico.

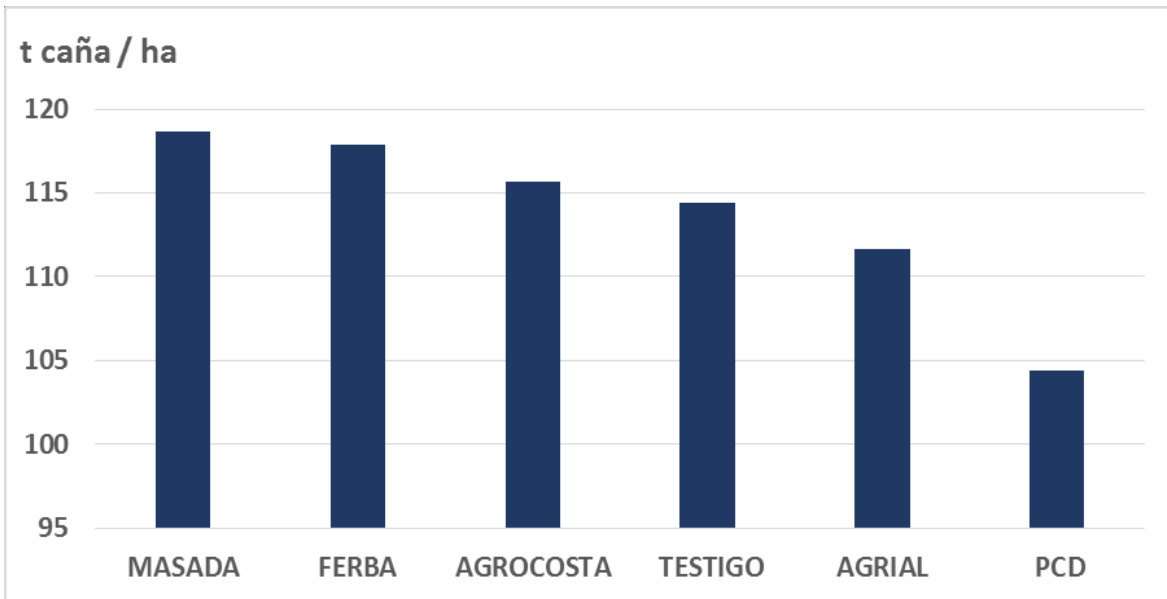


Figura 22. Producción de caña (t/ha) obtenidas en ambas variedades en el estudio en la segunda cosecha.

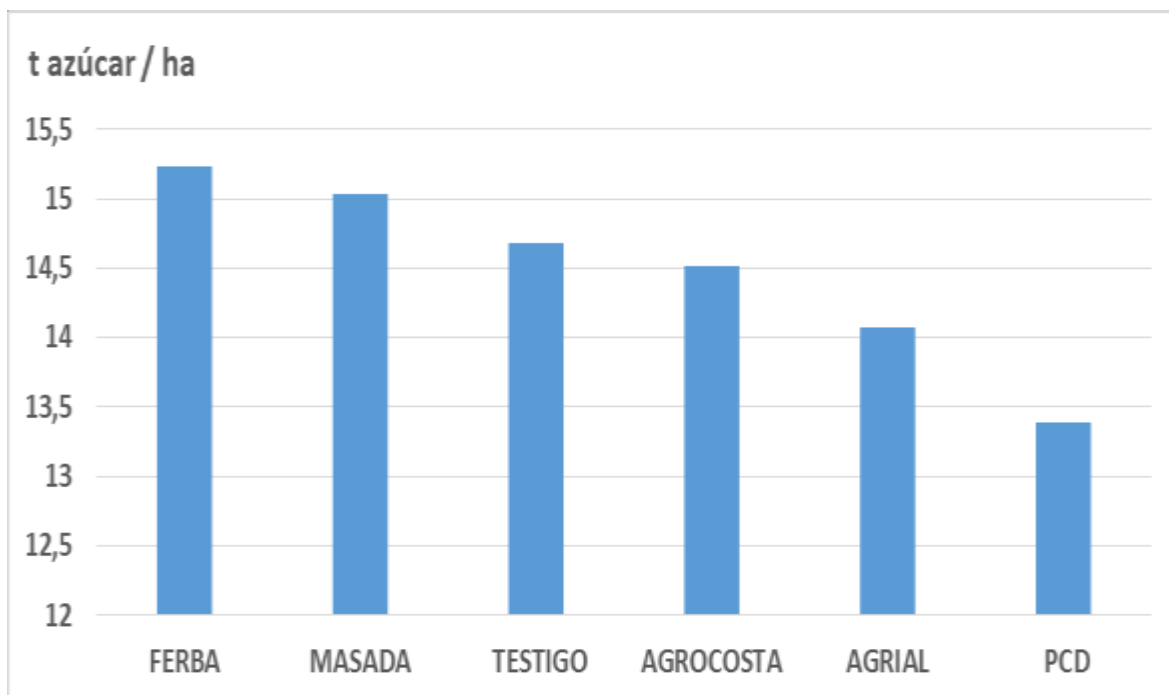


Figura 23. Producción de azúcar obtenida con los diferentes tratamientos.

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ZINC EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN HIGUITO, SAN MATEO, ALAJUELA. PRIMERA COSECHA.

El Zinc es uno de los micro elementos más importantes en el cultivo de la caña de azúcar ya que es el promotor más importante en la síntesis de hormonas responsables del crecimiento y desarrollo del cultivo. En ausencia del Zinc la planta es incapaz de sintetizar el Triptófano que es el aminoácido de donde se deriva el ácido Indol Acético, el cual es considerado la auxina de la caña.

La concentración total de Zinc en los suelos varía desde 10 hasta 300 ppm, y este se encuentra presente en forma combinada o en complejos orgánicos como catión, y en varios compuestos minerales. Como las plantas solo pueden absorber las formas solubles de este nutrimento, la mayoría de este elemento en la tierra no se encuentra disponibles para ellas. Se ha demostrado que las tierras varían extensamente en su capacidad de proveer el Zinc a las plantas, a pesar de la cantidad total que ellas contienen.

Las deficiencias de este elemento se observan comúnmente en tierras calcáreas y también en aquellas que contienen mucha Materia Orgánica, aunque en este caso es posible que la inmovilización del Zinc no sea a causa de la propia Materia Orgánica, sino debido a los organismos vivientes y al Fósforo que se encuentran en ella.

El objetivo del presente estudio radicó en evaluar la respuesta productiva de la caña de azúcar a la aplicación del Zinc por dos vías de penetración foliar y raíz.

El ensayo se ubicó en una finca administrada por Coopevictoria en la localidad de Higuito de San Mateo, provincia de Alajuela, a una altitud de 265 msnm, con una temperatura promedio anual de 23°C y una precipitación anual de 1.580 mm.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones y la variedad sembrada fue RB 86-7515, después de regada la semilla se fertilizó al fondo del surco con la fórmula 10-30-10 en la cantidad de 300 kg / ha, a los 3 meses se llevó a cabo la segunda fertilización con la fórmula 17-6-18-2,5 (CaO)-5 (MgO), aplicando 400 kg/ha.

Cuando la caña cumplió los 4 meses de edad, se hizo la aplicación al suelo y foliar de los tratamientos con Zinc como se indica el Cuadro 37, el tratamiento TESTIGO no se le aplicó Zinc pero sí la fertilización comercial aplicada a los demás tratamientos. En el Cuadro 38 se presenta el resultado del análisis de varianza efectuado a los tratamientos y variables agroindustriales, y donde se observa que se presentaron diferencias significativas en las variables porcentaje de Sacarosa, porcentaje de Fibra, Rendimiento Industrial (kg azúcar/t caña) y producción de azúcar (t/ha).

Cuadro 37.
Tratamientos evaluados en el ensayo de Zinc en San Mateo, Alajuela.

Fertilizante	fuelle	Dosis comercial	Dosis ZnO	Aplicación
Zinc granulado	Sulfato de Zinc 35,5 %	14,9 kg /ha	5 kg /ha	Suelo
Zinc foliar	Zinctrac 70 %	1 l / ha	0,7 kg / ha	Foliar
Zinc foliar	Zinctrac 70 %	2 l / ha	1,4 kg / ha	Foliar
Testigo				

Cuadro 38.
Análisis de varianza de los tratamientos evaluados en el estudio.

Fuente		% Brix		% Sac		% Pureza		% Fibra		Rend Ind		t caña/ ha		t azúcar / ha	
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	0,03	1	0,68	0,28	17,1	0,43	0,02	1	51,84	0,3	6,29	1	0,44	0,35
Tratamientos	3	0,57	0,13	1,76	0,05	15,26	1	2,63	0,07	202,98	0,02	22,92	1	1,25	0,06
Error	9	0,24		0,46		16,64		0,78		36,77		25,67		0,36	
Total	15	3,91		11,45		246,79		14,98		1.095,35		318,63		8,31	
% CV		2,25		3,71		4,82		6,1		5,83		6,41		7,28	
DMS		0		1,5		1,5		1,95		13,4		13,4		1,32	
Tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Testigo		21,13		17,43	a	82,5		15,63	a	94,8	b	79,47		7,53	b
Zinc 1 L /ha		21,66		18,04	a	83,36		14,5	a	101,74	ab	79,87		8,13	ab
Zinc 2 L/ha		22,05		18,87	a	85,59		13,87	a	109,71	a	75,67		8,29	ab
Zinc granulado		21,6		18,73	a	86,73		13,95	a	109,47	a	81,27		8,9	a

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

En el Rendimiento industrial (Kg azúcar/t caña) los mejores tratamientos fueron tanto el Zinc granulado aplicado al suelo y el Zinc foliar en la dosis de 2 l/ha, superando en forma significativa al tratamiento TESTIGO (sin aplicación de Zinc). A pesar de no existir diferencias estadísticas con el tratamiento de Zinc foliar en la dosis de 1 l/ha, estos dos tratamientos lograron obtener 8 kg de azúcar por tonelada de caña de más, por lo que lo que no deja de ser un valor despreciable desde el punto de vista económico.

En la variable producción de azúcar (t/ha), (Figura 24) todos los tratamientos superaron al TESTIGO, siendo el mejor tratamiento la aplicación al suelo de Zinc granulado en la dosis de 5 kg/ha, superando al tratamiento testigo en casi 2 toneladas de azúcar por hectárea

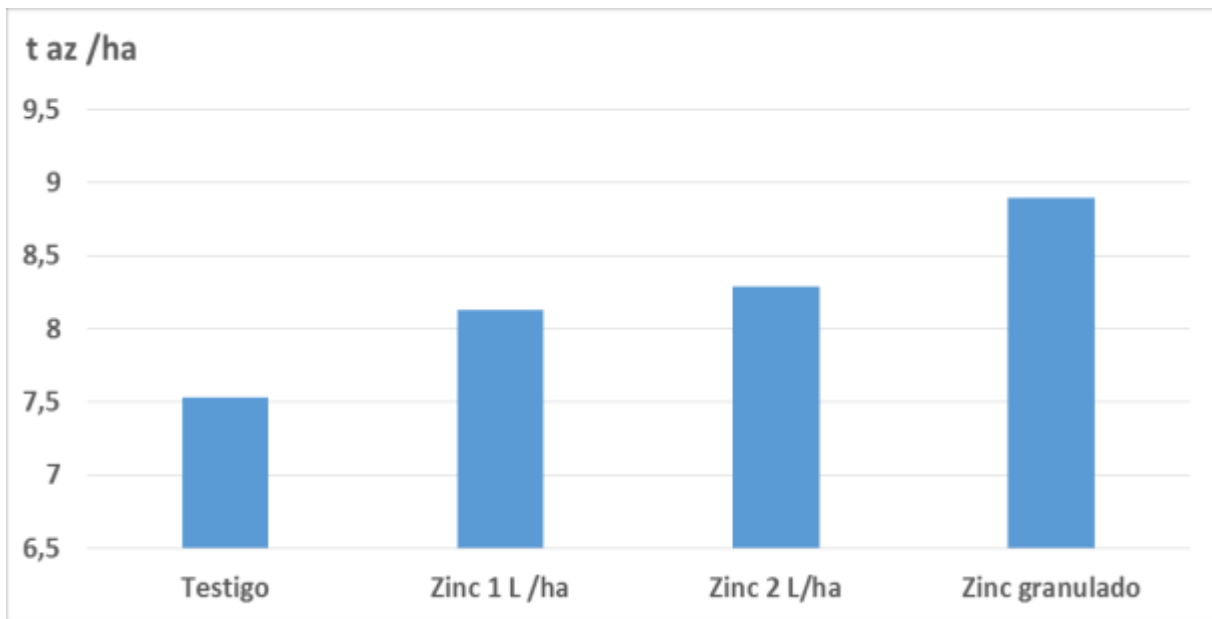


Figura 24. Producción de azúcar por hectárea obtenida en los diferentes tratamientos evaluados en el estudio.

Esta respuesta positiva del Zinc en la caña de azúcar, motiva a investigar más sobre este importante nutrimento, por lo que las cosechas sucesivas y aplicaciones constantes serán suficientes para determinar épocas, dosis y formas de aplicación tomando en cuenta el aspecto económico indudablemente.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA HORMONA CITOQUININA EN LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL DE DOS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGIÓN SUR. PRIMERA 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 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 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, 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 39 y 40. 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.

Cuadro 39.
Características y dosis de los productos evaluados en el estudio.

PRODUCTOS	DOSIS/HA	DESCRIPCIÓN	COMPOSICIÓN
TRICLOPYR 48 EC (TRIGGER)	1 l	Herbicida de acción hormonal	ÁCIDO 3,5,6 TRICLORO-2 PYRIDIN OXIACÉTICO: 48 %
ENERGER 30	10 gr	Concentrado de Bioactivadores Fisiológicos, Promotores de Crecimiento, Aminoácidos, ácidos Carboxílicos	NIACINA: 10000 PPM TIAMINA 10000 PPM GIBERELINAS: 10000 PPM CITOCININAS: 20000 PPM AUXINAS: 20000 PPM GLICINA: 20000 PPM ÁCIDO GLUTÁMICO: 10000 PPM ÁCIDOS CARBOXÍLICOS: 10%
MAXIM 800	225 ml	Biorregulador de Crecimiento natural	CITOQUININAS: 800 PPM AUXINAS: 35 PPM VITAMINAS 30 PPM ÁCIDO FÓLICO: 300 PPM AMINOÁCIDOS: 10% GIBERELINAS: 35 PPM N 1,76 %, P ₂ O ₅ 1,52 %, Boro 0,12 %, K ₂ O 1,57 %, MgO 0,73 %, Azufre 2 %, Fe 2,12 %, Zn 3,34 %, Mn 0,12 %, Co 0,39 %, Inertes 76 %

Cuadro 40.
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 41 se presenta el Análisis de Varianza sobre las variables evaluadas en el ensayo, observándose en el mismo que se presentaron diferencias significativas en las variables producción de caña y azúcar (t/ha) entre las variedades, destacando la variedad LAICA 05-805 respecto a la variedad LAICA 04-825, según la prueba de medias de Tukey 5%. Por otra parte no se obtuvo diferencias estadísticas significativas entre los productos Bio estimulantes en ninguna de las variables agroindustriales. En la interacción entre las variedades y los bioestimulantes se presentaron diferencias significativas solamente en las variables industriales porcentaje de Brix, porcentaje de Pol, porcentaje de Pureza y porcentaje de Fibra. En la Figura 25 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, variedad más afectada por el herbicida TRICLOPIR. Por otra parte con la variedad LAICA 05-805 su respuesta a los tratamientos fue totalmente nula desde el punto de vista productivo.

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



Cuadro 41.
Análisis de varianza aplicado a las variables y tratamientos del estudio.

		% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Rend Ind		t caña /ha		t az /ha	
F de Variacion	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	1,05	0,38	2,08	0,28	7,93	0,21	0,41	0,12	94,84	0,36	16,14	1	0,76	1
Variedades	1	0,19	1	0,01	1	2,27	1	0,4	0,16	2,72	1	316,89	0,01	3,35	0,06
Productos	3	0,51	1	0,67	1	2,07	1	0,35	0,17	38,53	1	0,38	1	0,31	1
Interaccion	3	2,89	0,05	4,6	0,05	12,09	0,08	1	0,01	207,15	0,09	90,88	0,14	1,51	0,2
Error	21	0,97		1,54		4,79		0,19		84,21		44,12		0,9	
Total	31	33,83		54,31		169,25		9,73		2792,66		1.565,57		29,93	
% CV		5,07		7,21		2,48		3,05		8,24		6,9		8,84	
Variedades		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
LAICA 04-825		19,31		17,16		88,74		14,29		111,69		93,17	b	10,38	a
LAICA 05-805		19,47		17,19		88,21		14,52		111,1		99,46	a	11,03	a
Productos		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
ENERGER 30		19,66		17,45		88,63		14,61		112,42		96,13		10,81	
MAXIM 800 + ENERGER		19,35		17,25		89,05		14,24		112,8		96,25		10,81	
TESTIGO		19,48		17,24		88,38		14,21		112,25		96,63		10,8	
TRICLOPYR		19,06		16,76		87,83		14,56		108,12		96,25		10,41	
Interacción (var x Prod)		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 04-825 x ENERGER 30		20,01	Aa	18	Aa	89,94	Aa	14,59	Aa	116,9		94,69		11,08	
LAICA 04-825 x Maxim 800 + ENERGER 30		19,71	Aa	17,75	Aa	90,04	Aa	14,12	Aa	116,9		88,06		10,29	
LAICA 04-825 x TESTIGO		19,38	Aa	17,19	Aa	88,6	Aa	14,48	Aa	111,13		94,93		10,5	
LAICA 04-825 x TRICLOPYR		18,14	Aa	15,69	Aa	86,39	Aa	13,98	Ba	101,81		95		9,67	
LAICA 05-805 x ENERGER 30		19,31	Aa	16,89	Aa	87,32	Aa	14,63	Aab	107,93		97,57		10,54	
LAICA 05-805 x Maxim 800 + ENERGER 30		18,99	Aa	16,74	Aa	88,07	Aa	14,37	Aab	108,69		104,45		11,33	
LAICA 05-805 x TESTIGO		19,58	Aa	17,3	Aa	88,17	Aa	13,93	Ab	113,37		98,33		11,1	
LAICA 05-805 x TRICLOPYR		19,98	Aa	17,84	Aa	89,28	Aa	15,14	Aa	114,43		97,5		11,16	

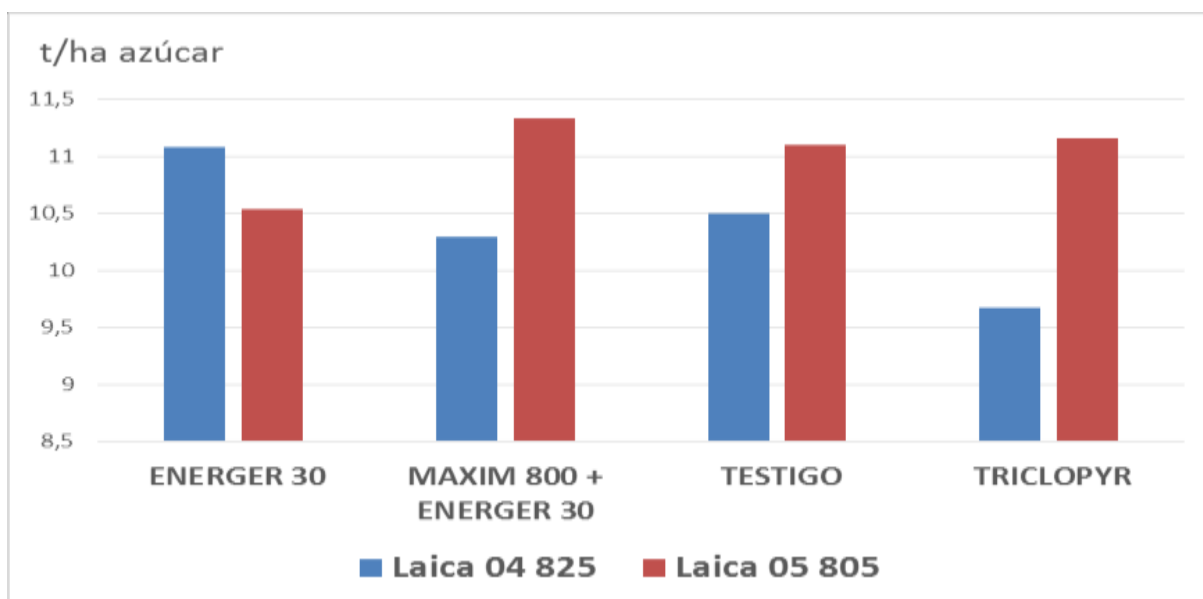


Figura 25. Respuesta productiva de los diferentes tratamientos en ambas variedades.

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

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

Tradicionalmente se ha utilizado el herbicida Glifosato, el cual al ser un gramínicida 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 este de degradarla. Los daños que provoca este herbicida se traduce en pérdidas de las cepas, comprometiendo la longevidad de la plantación.

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 42, donde hay 2 Fosfitos de Potasio, 3 Fosfatos de Potasio, 2 reguladores de crecimiento y un herbicida, el resto de los tratamientos son mezclas de estos productos con el herbicida Glifosato. 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 26 se presenta la estructura utilizada con éxito para la aplicación de los diferentes productos madurantes.



Figura 26. 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 se presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos madurantes ,en las variables , rendimiento industrial (kg azúcar/t caña),en la producción de caña y azúcar (t/ha).

Con la aplicación de la prueba de medias según Tukey al 5%, en el rendimiento industrial significativamente fue superior el tratamiento con Glifosato sobre los madurantes NUTRIPHITE, OPTILUX, COSMOMADURADOR, TECHSPRAY y el TESTIGO, respecto a los demás tratamientos no se presentaron diferencias importantes. En la variable producción de caña las diferencias se presentaron entre los productos MODDUS y POTAFOS no así entre los demás madurantes.

Finalmente en la producción de azúcar (t/ha) el mejor tratamiento fue la mezcla NUTRI PHITE + GLIFOSATO el cual fue superior estadísticamente a los tratamientos con COSMOMADURADOR, NUTRI PHITE+ FUSILADE, OPTILUX, POTAFOS y TECH SPRAY, con los demás tratamientos no se presentaron diferencias significativas.

Cuadro 43.
Resultados del Análisis de Varianza realizado a los tratamientos evaluados en caña soca.

Variables		% 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	0,28	1	0,11	1	0,44	1	1,52	0,01	36,67	0,14	108,67	0,06	2,82	0,01
Tratamientos	13	1,95	0	1,73	0	1,29	0,29	0,47	0,09	97,32	0	85,88	0,03	2,26	0
Error	26	0,29		0,39		1,02		0,26		17,4		35,72		0,5	
Total	41	33,29		32,69		44,27		15,91		1.790,77		2.262,48		48,05	
DMS		2,49		3,24		1,13		3,31		3,43		7,62		7,43	
% CV		1,62		1,88		1,88		1,88		12,64		18,12		2,15	
Tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
COSMO MADURADOR		20,76	b	18,45	b	88,89		15,54		115,94	b	76,67	ab	8,9	b
DP 98		21,32	ab	19,12	ab	89,65		15,77		121,99	ab	77,33	ab	9,39	ab
GLIFOSATO		22,81	a	20,6	a	90,29		15,31		131,27	a	73	ab	9,58	ab
GLIFOSATO + DP 98		21,86	ab	19,3	ab	88,29		15,83		121,71	ab	79,33	ab	9,63	ab
GLIFOSATO + MODDUS		22,46	ab	20,08	ab	89,35		15,22		126	ab	77,67	ab	9,77	ab
GLIFOSATO + NUTRIPHITE		22,28	ab	19,94	ab	89,47		14,51		129,51	ab	87,67	ab	11,3	a
MODDUS		20,98	b	18,84	ab	89,78		15,16		120,25	ab	89,67	a	10,76	ab
NUTRIPHITE		21,15	b	18,85	ab	89,13		15,83		117,58	b	80	ab	9,44	ab
NUTRIPHITE + FUSILADE		21,68	ab	19,11	ab	88,15		15,14		121,62	ab	75,33	ab	9,13	b
OPTILUX		20,59	b	18,5	b	89,88		15,56		116,83	b	76,67	ab	8,95	b
OROFOS (PERDIDO)		22,49	ab	20,23	ab	89,96		14,94		130,11	ab	82	ab	10,66	ab
POTAFOS		21	b	18,75	ab	89,24		15,05		118,9	ab	70,33	b	8,34	b
TECH SPRAY		20,4	b	18,1	b	88,65		15,51		114,03	b	73	ab	8,36	b
TESTIGO		20,6	b	18,56	b	90,03		15,84		115,58	b	80	ab	9,26	ab

En la Figura 27 se presenta gráficamente las diferencias mencionadas en la variable rendimiento industrial, el mejor tratamiento como se indicó fue con el herbicida GLIFOSATO utilizado comercialmente para madurar la caña de azúcar, induciendo con un incremento sobre el TESTIGO de más de 15 kg de azúcar por tonelada de caña. Otros tratamientos como el OROFOS y las mezclas de GLIFOSATO con productos no herbicidas como NUTRI PHITE y MODDUS presentaron incrementos similares al TESTIGO (sin madurante) en esta variable. Es importante indicar que estos tratamientos también superaron al tratamiento testigo en 15 kg de azúcar por tonelada de caña.

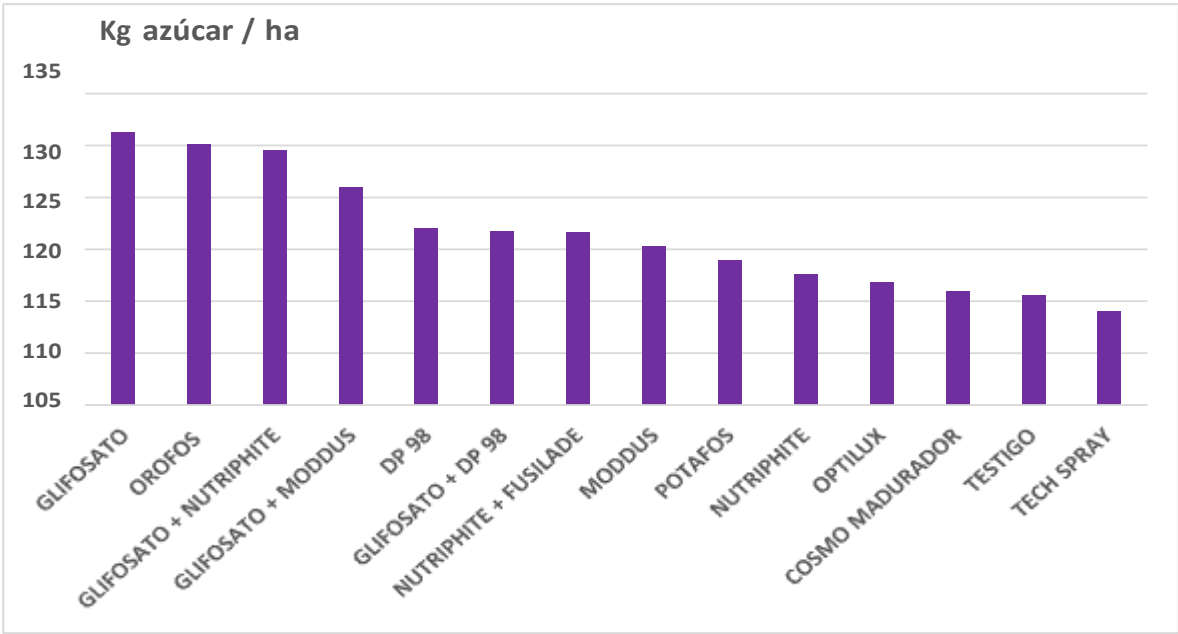


Figura 27. Rendimiento industrial (kg azúcar/ t caña) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes.

En la Figura 28 se presenta las diferencias entre los diferentes madurantes sobre la producción de caña(t/ha), sobresaliendo positivamente como se mencionó el madurante MODDUS, el cual supero al tratamiento TESTIGO en más de 9 toneladas de caña/ha, y respecto al madurante POTAFOS el incremento fue de más de 20 toneladas de caña/ha. El 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 zafras, es necesario e ineludible continuar aplicando los mismos tratamientos y valorando las cosechas.

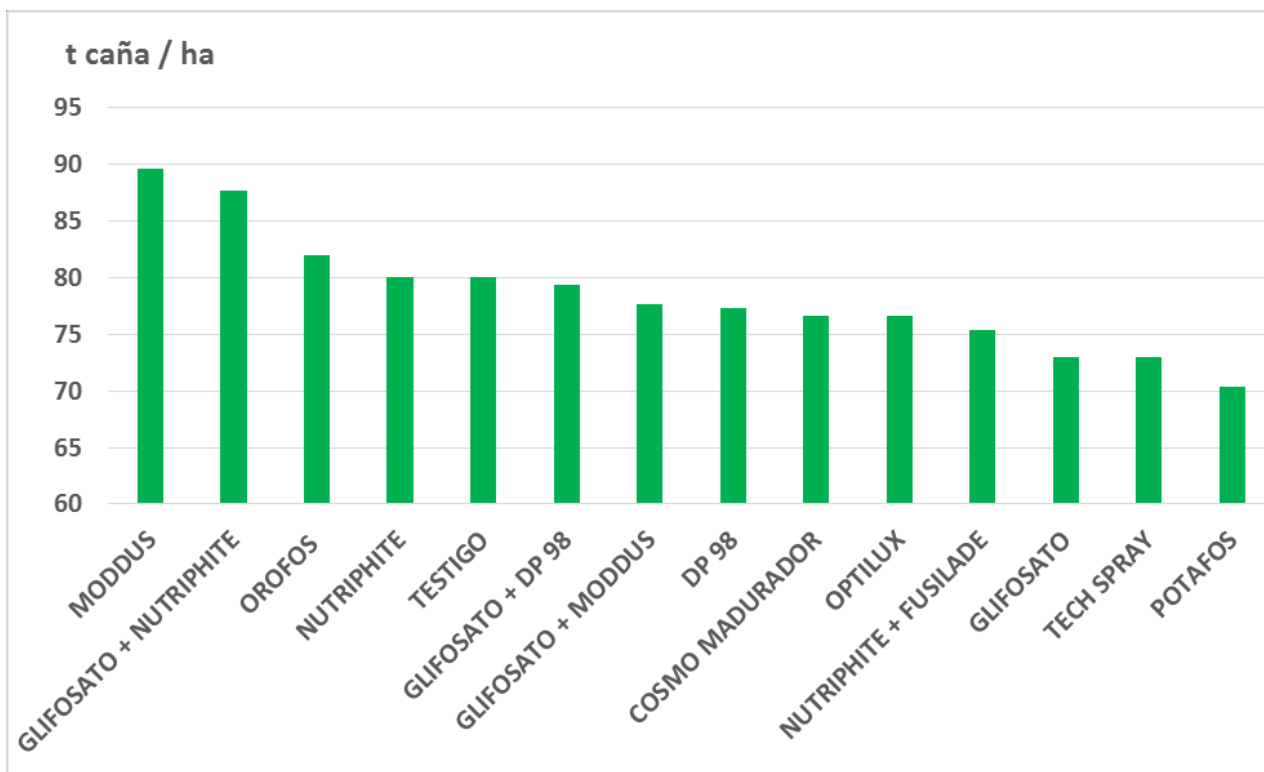


Figura 28. Producción de caña por hectárea obtenida en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos de madurantes.



EVALUACIÓN DE DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGION SUR. SEGUNDA 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 de 1,8 metros entre 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 de la Región Sur, 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, no así entre las distancias de siembra ni en la

Interacción entre ambas como sucedió en la primera cosecha. Entre las variedades las diferencias se presentaron en todas las variables excepto en el porcentaje de Pureza. La variedad LAICA 04-825, superó a las variedades LAICA 01- 804 y LAICA 05-805 en más de 2 toneladas de azúcar /ha. En las distancias de siembra evaluadas la distancia más productiva fue con la distancia de 1,4 m a pesar de no presentar diferencias con las otras distancias estudiadas como se mencionó.

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

		% 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	0,29	1	0,62	0,37	8,86	1	0,92	0,04	60,38	0,13	134,53	0,16	0,69	1
Distancia	3	0,87	0,08	0,34	1	2,68	1	0,45	0,16	35,92	0,29	131,20	0,15	2,41	0,2
Variedad	2	5,1	0	6,48	0	30,5	0,09	2,05	0	419,95	0	1.387,20	0	13,7	0
Distancia - Variedad	6	0,22	1	0,63	0,42	7,23	1	0,64	0,04	14,85	1	117,01	0,16	2,04	0,25
Error	22	0,35		0,6		11,45		0,24		26,93		66,93		1,42	
Total	35	22,3		32,19		382,11		16,41		1.750,07		5.611,67		79,51	
CV %		2,7		3,93		3,74		3,34		4,1		7,95		9,17	
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		21,85	a	19,66		89,98		14,98		126,2		107,66		13,55	
Dist.1,5 m		22,13	a	19,95		90,11		14,57		129,43		102,86		13,29	
Dist.1,6 m		21,41	a	19,51		91,17		14,56		126,3		98,31		12,39	
Dist.1,8 m		21,6	a	19,57		90,63		14,48		124,67		102,91		12,79	
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		22,47	a	20,5	a	91,29		14,69	ab	133,01	a	91,83	c	12,22	b
Laica 04 825		21,21	b	19,41	b	91,49		14,21	b	125,63	b	113,29	a	14,22	a
Laica 05 805		21,56	b	19,11	b	88,64		15,04	a	121,31	b	103,68	b	12,57	b
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		22,27		19,96		89,68		14,46	Aa	130,26		96,43		12,56	
Dist.1,4 Laica 04 825		21,44		19,53		91,1		14,94	Aa	126,04		111,07		13,96	
Dist.1,4 Laica 05 805		21,85		19,49		89,15		15,53	Aa	122,3		115,47		14,13	
Dist 1,5 laica 01 604		23,2		21,15		91,1		14,48	Aa	138,24		95,56		13,23	
Dist 1,5 Laica 04 825		21,5		19,37		90,05		13,97	Aa	127,7		115,95		14,81	
Dist. 1,5 Laica 05 805		21,68		19,34		89,18		15,27	Aa	122,34		97,06		11,82	
Dist.1,6 laica 01 604		22,2		20,82		93,99		15,21	Aa	133,24		87,12		11,6	
Dist 1,6 Laica 04 825		20,95		19,18		91,57		14,01	Aa	126,51		106,49		13,48	
Dist.1,6 Laica 05 805		21,09		18,53		87,96		14,46	Aa	119,16		101,3		12,08	
Dist.1,8 laica 01 604		22,22		20,09		90,41		14,62	Aa	130,3		88,19		11,49	
Dist.1,8 Laica 04 825		20,96		19,55		93,23		13,94	Aa	122,26		119,64		14,63	
Dist.1,8 Laica 05 805		21,61		19,08		88,25		14,89	Aa	121,45		100,89		12,25	

En la Figura 29 se presenta el comportamiento productivo en las toneladas de azúcar por hectárea referente a la interacción entre las distancias de siembra y las variedades, observándose que en 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. En la variedad LAICA 05-805 al igual que en la primera cosecha la mejor distancia fue 1,4 m y en la variedad LAICA 01-604 en esta cosecha la mejor distancia fue de 1,5m en surco sencillo.

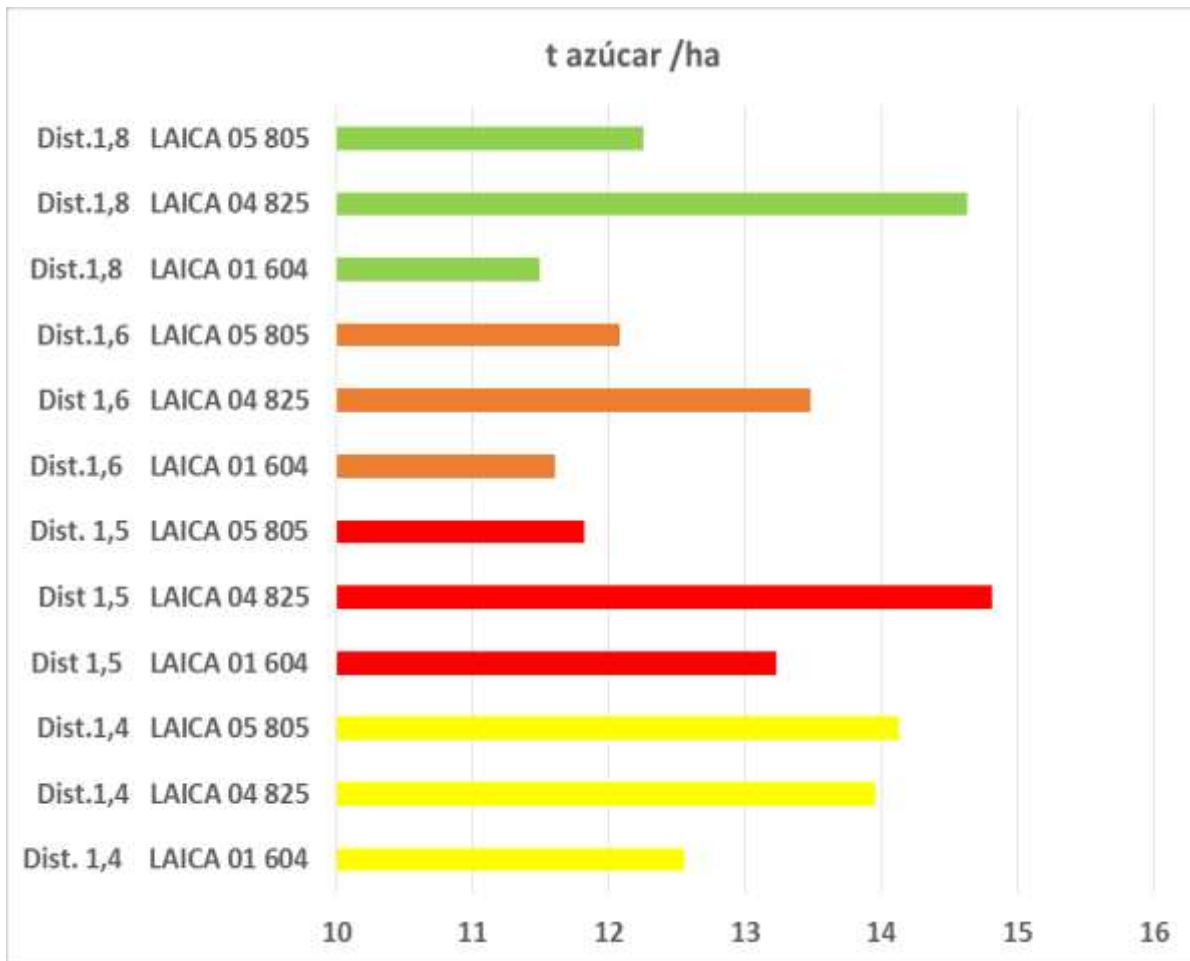


Figura 29. Producción de azúcar obtenida en la interacción entre las distancias de siembra y variedades.

**RESPUESTA DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES
DE CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE CINCO MEZCLAS DE HERBICIDAS POST
EMERGENTES. CAÑAS GUANACASTE. SEGUNDA 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 72-20 86 y las mezclas de herbicidas evaluados (tratamientos) se presentan en el cuadro 46. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones en arreglo factorial de 4⁵ y se les aplicó la prueba de medias Tukey al 5%. Las variedades se sembraron en parcelas de 4 surcos de 6 metros y la aplicación de las mezclas se realizó con una 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.

En el Cuadro 47 se presenta el Análisis de Varianza, observándose que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades estudiadas en todas las variables agroindustriales y donde la variedad NA 85-1602 produjo el mayor rendimiento industrial (kg azúcar/t caña) y la variedad con mayor producción de caña (t/ha) fue RB 86-7515. Entre las mezclas de herbicidas las diferencias no fueron significativas, tampoco entre las interacciones de estas con las variedades.

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 el herbicida, también se observa que la mezcla que más afectó a todas las variedades fue DIURON + HEXAZINONA con una disminución en la producción de caña de un 11,64 % respecto al TESTIGO.

Por otra parte la variedad más afectada por todas las mezclas fue la NA 85-1602 con una disminución promedio de 24,61 % en la producción de caña.

Por otra parte las mezclas que menos afectaron a las variedades fueron las compuestas por DIURON con TERBUTRINA y AMETRINA, los cuales por el contrario incrementaron la producción, así quedó demostrado con la variedad NA 56-42, la cual no se vio afectada por ninguno de los tratamientos y por el contrario produjeron más de un 13,70 % en la producción de caña. Con los resultados de más cosechas se espera lograr resultados más sólidos que ayuden a obtener mejores conclusiones.

Cuadro 46.
Mezclas de herbicidas con sus respectivas dosis aplicadas a las variedades de caña de azúcar.

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 i	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	

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

ANdeVA		% Brix		% Pol		% Pureza		% 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	3	2,00	1,46	0,21	1,91	0,16	3,44	1,00	0,29	1,00	128	0,10	71,73	1,00	5,32
VARIEDAD (A)	3	3,00	8,11	0,00	12,97	0,00	42,1	0,00	5,27	0,00	631,51	0,00	942,01	0,04	6,97
MEZCLAS (B)	5	5,00	0,65	1,00	1,51	0,20	7,91	0,12	0,68	0,22	147,41	0,03	557,97	0,14	6,92
VAR*MEZCLAS (AxB)	15	15,00	0,48	1,00	0,47	1,00	2,21	1,00	0,68	0,16	32,97	1,00	440,36	0,19	8,46
ERROR	69	46,00	0,92		0,99		4,22		0,46		52,09		317,21		5,36
TOTAL [SC]	95	71,00	79,98		102,84		400,1		51,32		5.778,38		26.956,43		439,83
CV%			4,58		5,15		2,22		4,74		5,57		15,3		15,39
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		20,44	bc	19,05	bc	93,15	ab	14,67	a	127,31	b	113,68	ab	14,49	
RB 86 7515		21,2	ab	19,43	b	91,64	bc	14,87	a	128,23	b	124,47	a	15,94	
NA 85 1602		21,72	a	20,42	a	94,07	a	14,38	a	138,25	a	107,79	b	14,83	
NA 56 42		20,28	c	18,39	c	90,65	c	13,64	b	124,77	b	119,61	ab	14,92	
TRATAMIENTOS		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
MEZCLAS (1)		20,83		19,19		92,17		14,49		128,35		119,91	a	15,46	
MEZCLAS (2)		20,68		19,07		92,1		14,78		126,36		118,78	a	14,97	
MEZCLAS (3)		21,18		19,59		92,49		14,23		132,12		122,87	a	16,15	
MEZCLAS (4)		21,08		19,51		92,47		14,14		131,76		105,45	a	13,86	
MEZCLAS (5)		21,08		19,76		93,77		14,22		134,01		110,56	a	14,77	
MEZCLAS (6)		20,62		18,82		91,28		14,48		125,25		120,74	a	15,07	
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		19,63		18,16		92,48		15,16		119,3		98,28		11,74	
CP 722086 / MEZCLA 2		20,53		19,19		93,45		15,2		126,62		111,77		14,09	
CP 722086 / MEZCLA 3		20,57		19,25		93,63		14,52		129,46		129,71		16,8	
CP 722086 / MEZCLA 4		20,47		19,06		93,13		14,79		127		110,15		13,99	
CP 722086 / MEZCLA 5		21,03		19,85		94,4		14,23		135,01		117,3		15,85	
CP 722086 / MEZCLA 6		20,43		18,76		91,83		14,13		126,44		114,85		14,48	
Interacción															
RB 86 7515 / MEZCLA 1		21,23		19,43		91,52		14,73		128,64		126,86		16,33	
RB 86 7515 / MEZCLA 2		21,27		19,53		91,85		15,8		125,79		132,6		16,69	
RB 86 7515 / MEZCLA 3		21,63		19,87		91,83		14,88		131,22		137,69		18,02	
RB 86 7515 / MEZCLA 4		21,37		19,61		91,74		13,85		133,01		112,01		14,96	
RB 86 7515 / MEZCLA 5		21,3		19,56		91,8		14,57		130,03		112,5		14,6	
RB 86 7515 / MEZCLA 6		20,4		18,58		91,09		15,35		120,71		125,15		15,02	
Interacción															
NA 85 1602 / MEZCLA 1		21,57		20,26		94,07		14,23		137,95		112,25		15,48	
NA 85 1602 / MEZCLA 2		21,27		20,03		94,15		14,81		134,08		103,24		13,88	
NA 85 1602 / MEZCLA 3		22,23		20,88		93,86		13,79		143,30		103,28		14,77	
NA 85 1602 / MEZCLA 4		22,03		20,74		94,14		14,44		140,11		92,55		12,95	
NA 85 1602 / MEZCLA 5		21,47		20,75		96,83		14,09		143,17		99,80		14,21	
NA 85 1602 / MEZCLA 6		21,73		19,86		91,39		14,89		130,89		135,59		17,67	
Interacción															
NA 56 42 / MEZCLA 1		20,87		18,90		90,59		13,83		127,51		142,26		18,27	
NA 56 42 / MEZCLA 2		19,67		17,51		88,96		13,28		118,95		127,50		15,2	
NA 56 42 / MEZCLA 3		20,27		18,37		90,63		13,71		124,5		120,78		15,02	
NA 56 42 / MEZCLA 4		20,47		18,62		90,87		13,48		126,91		107,11		13,55	
NA 56 42 / MEZCLA 5		20,5		18,87		92,06		13,97		127,82		112,65		14,40	
NA 56 42 / MEZCLA 6		19,9		18,08		90,78		13,54		122,95		107,35		13,10	

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	1,37	-17,21	32,52	-14,43	0,56
Mezcla 2	5,95	-23,86	18,77	-2,68	-0,45
Mezcla 3	10,02	-23,83	12,51	12,94	2,91
Mezcla 4	-10,50	-31,74	-0,22	-4,09	-11,64
Mezcla 5	-10,11	-26,40	4,94	2,13	-7,36
TESTIGO	125,15	135,59	107,35	114,85	
Promedio %	-0,65	-24,61	13,70	-1,23	



**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DIFERENTES HERBICIDAS CON DIFERENTES
COADYUVANTES UTILIZADOS EN EL CONTROL DE LA MALEZA *Rottboellia
cochinchinensis*. EN CONDICIONES DE INVERNADERO.**

Los tenso activos son compuestos químicos utilizados en la fabricación de una diversa gama de productos industriales utilizados en la fabricación de pinturas, productos de limpieza, alimentación y en la agricultura como adyuvantes en la formulación y aplicación de los plaguicidas en general.

Una de las principales funciones de los adyuvantes es la acción surfactante, la cual consiste en disminuir la tensión superficial de la gota del pulverizado, permitiendo con ello mejorar el cubrimiento sobre el follaje de las plantas. Este efecto se logra gracias a la naturaleza de los tenso activos, que constan en su estructura química de dos porciones, una porción hidrofílica compuesta por Alcoholes Etoxilados soluble en agua, y una porción hidrofóbica compuesta por una cadena hidrocarbonada soluble en aceite

Los tenso activos utilizados en la fabricación de los coadyuvantes al mezclarse con las moléculas de los herbicidas, pueden incrementar o disminuir la capacidad fitotóxica del herbicida, a través de varios mecanismos como son:

- 1) Por la reducción de la tensión superficial entre la superficie (Membranas Biológicas y superficie foliar) y las gotas asperjadas.
- 2) Alterando la permeabilidad de Membranas Biológicas, barreras de difusión o procesos de transporte de membrana
- 3) Por unión a macromoléculas como Péptidos, Proteínas, Fosfolípidos y ADN, generando un mal funcionamiento de las mismas.
- 4) Interactuando directamente con el herbicida y alterando la disposición del mismo.

Hoy día en el mercado de los agroquímicos se dispone de una gran cantidad de coadyuvantes, los cuales son recomendados en forma general, bajo un fin específico de incrementar el accionar de cualquier herbicida sin considerar su compatibilidad química entre ambos. Ante esta diversidad de productos y formulaciones químicas, se planteó el objetivo de evaluar la eficiencia en el accionar de diferentes herbicidas respecto a la adición en el caldo de aplicación de diferentes coadyuvantes.

El experimento se estableció en un invernadero de 102 m² ubicado en las instalaciones de DIECA en Santa Gertrudis Sur del cantón de Grecia, Alajuela. El mismo se encuentra ubicado a 10° 05' 18' Latitud Norte y 84° 17' 09' Longitud Oeste, a una altitud de 1.000 msnm, una temperatura media 23 °C y una precipitación media anual de 2.463 mm.

La semilla de *Rottboellia* fue recolectada del campo y previo a su siembra se realizaron pruebas de germinación para conocer de antemano su viabilidad. Cada unidad experimental estuvo constituida por una caja plástica de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto para un área de 0,2552 m². En cada una de estas cajas se agregó una capa de 2 cm de arena para permitir un mejor drenaje y evitar la sobresaturación.. La aplicación de los herbicidas se realizó, utilizando una bomba de espalda prevista de una boquilla marca Teejet DG 80 03 calibrada para una descarga de agua de 416 litros por hectárea y se le aplicó a la maleza cuando esta se encontraba en estado de prefloración.



Los nombres comerciales de los coadyuvantes y nombres genéricos de los herbicidas utilizados así como las dosis aplicadas, se detallan en el Cuadro 49, donde además se presentan los resultados en el porcentaje de control para cada combinación o tratamiento.

Cuadro 49.
Resultado de la evaluación en control de la maleza *R cochinchinensis* por diferentes herbicidas en mezcla con los diferentes coadyuvantes en condiciones de invernadero.

Tratamientos		Hexazinona 75 WG	Diuron 80 WG	Terbutrina 50 SC	Ametrina 50 SC
N ^o	Coadyuvantes	% Control	% Control	% Control	% Control
1	SINER VEGETAL OIL	0,00	4,00	20,83	46,67
2	SURFACID	41,18	48,00	52,63	35,29
3	PROTEXTIL	70,59	82,00	0,00	43,75
4	MSMA	22,73	0,00	11,11	44,44
5	AGRIFUL	0,00	12,00	73,91	0,00
6	EXIT 100 EC	0,00	24,00	100,00	70,59
7	INDAGRO	0,00	20,00	36,36	26,32
8	DAP PLUS 70 SL	10,53	24,00	69,57	68,75
9	ADHERENTE 810	10,00	95,00	45,83	75,00
10	SURCO COADYUVANTE	21,05	24,00	22,73	90,91
11	LI 700	16,67	15,00	32,00	35,29
12	BREAK THRU 100 SL	0,00	24,00	0,00	30,77
13	Indagro Acido humicos	0,00	96,00	100,00	0,00
14	Drexel Pas 80	0,00	92,00	73,91	0,00
15	Testigo	0,00	0,00	0,00	0,00
Dosis	1 ml / litro agua	0,150 kg / ha	1 kg / ha	3 l / ha	3,5 l / ha

En la Figura 30 se presenta en forma gráfica el resultado del control logrado por el herbicida HEXAZINONA con los coadyuvantes estudiados, observándose que el coadyuvante PROTEXTIL ayudo al herbicida a controlar el 70 % de las plantas presentes de *Rottboellia*, otros productos como SURFACID, MSMA, SURCO COADYUVANTE, LI700, DA PLUS y ADHERENTE 810, también colaboraron con el accionar de este herbicida. Como se observa además un grupo importante de coadyuvantes al igual que el testigo no ejercieron control sobre esta maleza.

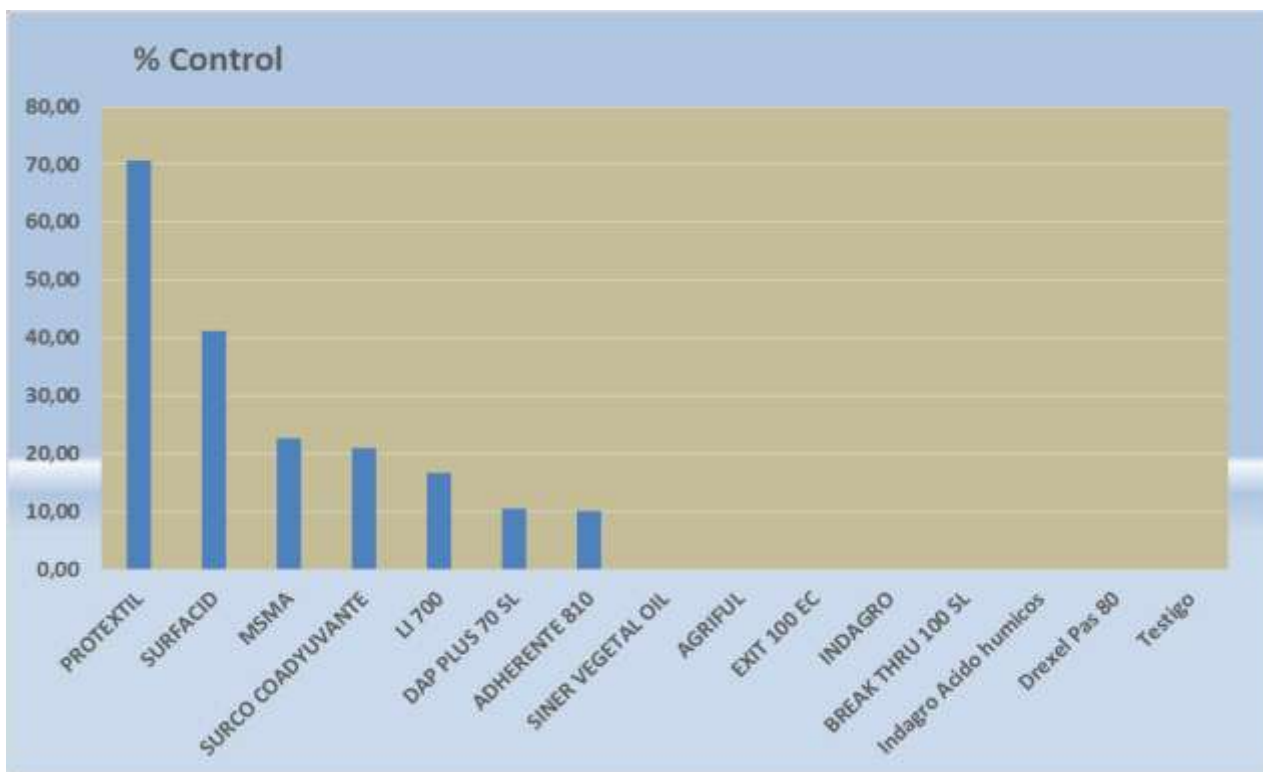


Figura 30. Porcentaje en el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida HEXAZINONA 75 WG con los diferentes coadyuvantes estudiados.

En la Figura 31 se presenta el resultado del control de plantas provocado por el herbicida DIURON 80 WG, el cual presento un control superior al 90 % con los coadyuvantes INDAGRO ACIDOS HUMICOS, ADEHERENTE 810 y DRESEL PAS 80. La mayoría de los coadyuvantes favorecieron el control del herbicida excepto el MSMA y el TESTIGO cuyo control fue inexistente.

Con los resultados obtenidos con estos dos herbicidas comúnmente utilizados en mezcla resulta evidente que un coadyuvante como el PROTEXTIL resulta ser una valiosa alternativa para lograr un mayor y eficiente control de esta maleza y otras gramíneas importantes en la caña de azúcar.

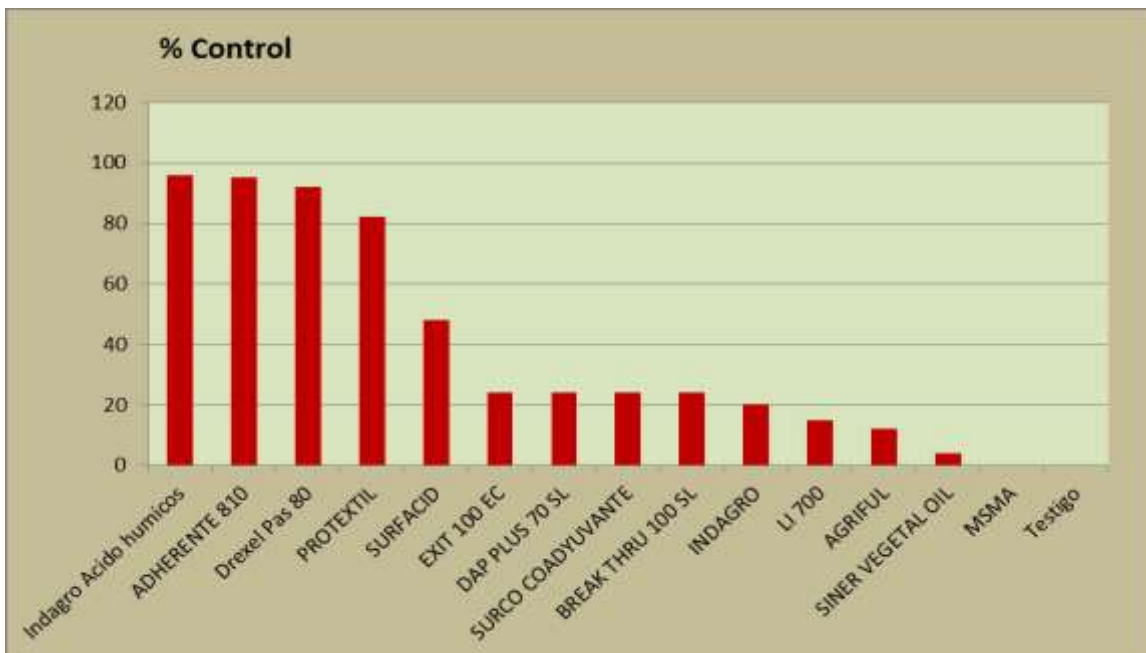


Figura 31. Porcentaje en el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida DIURON 80 WG con los diferentes coadyuvantes estudiados.

En la Figura 32 se observa el resultado del control ejercido por el herbicida TERBUTRINA con los diferentes coadyuvantes, sobresaliendo entre ellos EXIT 100 e INDAGRO-ACIDOS HUMICOS con 100 % en el control de la maleza. Los productos PROTEXTIL y BREAK THRU 100 SL con valores iguales al testigo.

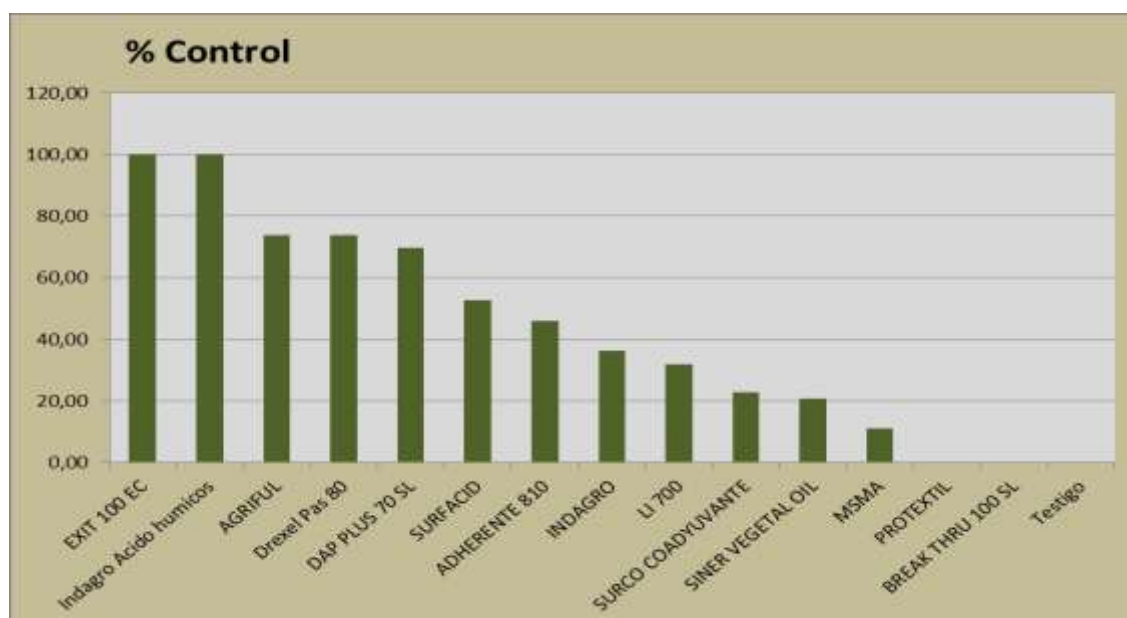


Figura 32. Porcentaje en el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida TERBUTRINA 80 WG con los diferentes coadyuvantes estudiados.

En la Figura 33 se presenta el porcentaje de control ejercido sobre la maleza por el herbicida AMETRINA en combinación con los coadyuvantes evaluados en este estudio y se observa como a pesar de que este herbicida no es muy efectivo para controlar esta maleza, en mezcla con SURCO-COADYUVANTE se logró un 90% de control. Otros coadyuvantes también mejoraron el control de la maleza como se observa en la figura, donde el ADHERENTE 810, EXIT100 EC y DAP PLUS 70 SL lograron un control del 70% de la maleza.

Los demás adyuvantes ejercieron un control inferior al 50% y el tratamiento TESTIGO (sin coadyuvante) al igual que AGRIFUL, INDAGRO ACIDOS HUMICOS y DREXEL PAS no lograron controlar la maleza.

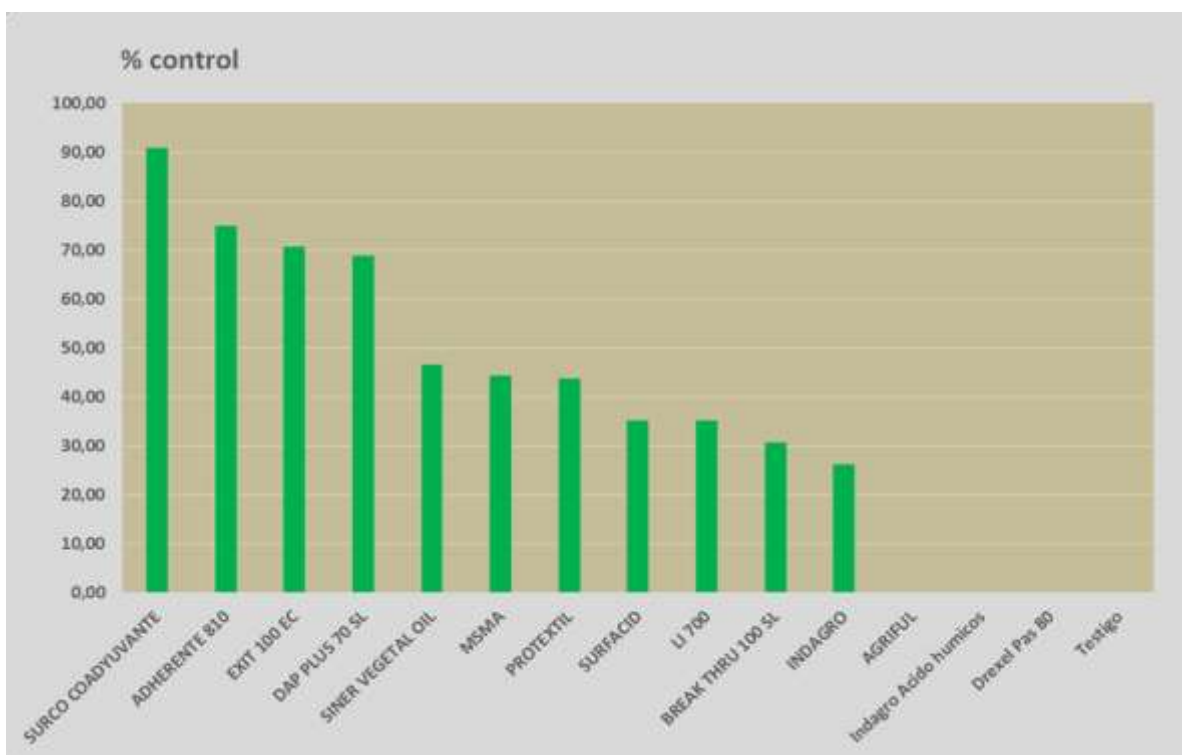


Figura 33. Porcentaje en el control de *R. cochinchinensis* con el herbicida AMETRINA 50 SC con los diferentes coadyuvantes estudiados.

Con los resultados obtenidos en este estudio se comprueba que no se debe generalizar el uso de cualquier coadyuvante para cualquier herbicida, ya que queda claro la presencia de sinergismos y antagonismos entre la diversidad de compuestos químicos que se conjugan en el control de las malezas.

Conociendo los coadyuvantes más adecuados para cada herbicida se debe proceder a evaluarlos con las mezclas en que participan estos herbicidas y así esperar un control más eficiente de las malezas sin tener que incrementar las dosis de los herbicidas y con ello el costo de la aplicación.



Figura 34. Plantas de *R. cochinchinensis* aplicadas con los diferentes herbicidas y los diferentes coadyuvantes.