



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

- DIECA -

**RESULTADO DE LAS INVESTIGACIONES EJECUTADAS POR EL
PROGRAMA DE AGRONOMÍA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE
AZÚCAR EN COSTA RICA DURANTE EL AÑO 2014**



Grecia, Costa Rica

Mayo 2015

ÍNDICE

	Página
PRESENTACIÓN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
PRUEBA COMPARATIVA DE DIFERENTES FERTILIZANTES CON SILICIO SOBRE LOS RENDIMIENTOS AGROINDUSTRIALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR, EN UN SUELO ULTISOL Cuarta Cosecha 2014.....	7
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE LA PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN DIFERENTES REGIONES DE COSTA RICA.....	15
EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN CAÑAS, GUANACASTE. Tercera Cosecha	20
EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN LA REGIÓN SUR, Tercera Cosecha	23
EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN TURRIALBA, CARTAGO .Segunda Cosecha.....	26
EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN LA REGIÓN NORTE. Tercera cosecha.....	29
RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LA INTERACCIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO Y POTASIO EN LA REGIÓN SUR. Primera Cosecha.....	33
EVALUACIÓN DE DOSIS CRECIENTES DE FÓSFORO EN DOS VARIEDADES COMERCIALES DE LA ZONA SUR. Caña Planta	38
RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZUCAR A DIFERENTES DOSIS DE ABONO ORGÁNICO Y FERTILIZANTE QUÍMICO EN LA REGIÓN NORTE. FINCA “LA OLGA” DE CUTRIS (Segunda Cosecha).....	44

ESTUDIO DE DOSIS CRECIENTES DE ABONO ORGÁNICO EN INTERACCIÓN CON DOSIS CRECIENTES DE FERTILIZANTE QUÍMICO EN LA REGIÓN NORTE FINCA SANTA TERESA, LOS CHILES ALAJUELA. (Segunda Cosecha)	50
EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR A SEIS MEZCLAS DE HERBICIDAS POST EMERGENTES EN LA REGIÓN SUR (Cuarta Cosecha)	55
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA TOLERANCIA DE TRES VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A SEIS HERBICIDAS POST EMERGENTES EN LA REGIÓN NORTE. (Tercera Cosecha)	60
RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE FÓSFORO FOLIAR CON DIFERENTES COADYUVANTES EN CONDICIONES DE INVERNADERO.....	64
ESTUDIO DE DIFERENTES PRODUCTOS BIOESTIMULANTES DEL SISTEMA RADICULAR DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CONDICIONES DE INVERNADERO	70
EFFECTO DE DIFERENTES PRODUCTOS FOLIARES Y DE SUELO RECOMENDADOS POR DIFERENTES CASAS COMERCIALES EN TURRIALBA, CARTAGO. (Primera Cosecha)	75
RESPUESTA PRODUCTIVA DE DIFERENTES MADURANTES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGIÓN SUR.	81
EVALUACIÓN DE DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGIÓN SUR.	86

Presentación

El estudio del balance y optimización productiva agroindustrial del cultivo, forma parte fundamental de la gestión institucional desarrollada por el **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, como segmento tecnológico del sector azucarero.

Por este motivo, el componente de manejo agronómico resulta incuestionablemente de vital relevancia para el éxito productivo, económico y competitivo de las plantaciones comerciales, virtud de estar directamente implicados asuntos vinculados con la obtención y el aprovechamiento pleno de la capacidad potencial agroindustrial inherente del cultivo. Las nuevas variedades de caña que de manera sistemática y permanente se liberan para uso comercial, deben ser necesariamente optimizadas en diversos aspectos vinculados con la reproducción vegetativa, la germinación, la nutrición, la relación suelo-agua-planta, el efecto competitivo inducido por las malezas y su control, la maduración de tallos, la cosecha y el uso de derivados, entre muchos otros, todo en asocio y armonía con el ambiente. Esto implica necesariamente tener que estudiar y validar su capacidad de adaptación y respuesta a entornos productivos muy diversos y particulares.

El Programa de Agronomía de DIECA, encargado de dicha área, presenta seguidamente los principales resultados logrados durante el año 2014, en los numerosos estudios de investigación atinentes a diferentes tópicos declarados como prioritarios, realizados en las principales zonas productoras de caña de azúcar. Tan trascendentes resultados han sido posibles gracias al trabajo constante, profesional y de calidad de los funcionarios a cargo de los proyectos y, también, de los referentes regionales que han contribuido con la labor de campo y laboratorio. El apoyo técnico, logístico y económico de Ingenios, Cámaras de Productores de Caña, empresas privadas y colaboradores ha sido fundamental para la ejecución de los estudios de investigación y validación desarrollados. A todos ellos nuestro reconocimiento y sincero agradecimiento.

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

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 las diferentes etapas de desarrollo del cultivo.

Después de la siembra, se deben evaluar diferentes aspectos básicos de manejo, como son: métodos apropiados de preparación del suelo, distancias de siembra, fertilización y enmiendas, control de malezas, y 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 previamente establecidos que cuentan con el rigor científico necesario para garantizar al usuario, que la información presentada en este documento es confiable, profesional y segura.

Los funcionarios responsables de ejecutar las investigaciones se presentan a continuación.

Ing. Agr. Roberto A. Alfaro Portugal Coordinador Programa de Agronomía

Ing. Agr. Randall Ocampo Chinchilla Funcionario Programa de Agronomía

Ing. Agr. Julio Cesar 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 Villalobos Méndez Coordinador Valle Central-Puntarenas

**PRUEBA COMPARATIVA DE DIFERENTES FERTILIZANTES CON SILICIO SOBRE LOS
RENDIMIENTOS AGROINDUSTRIALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN UN SUELO ULTISOL
Cuarta Cosecha 2014**

El Silicio, es un nutrimento que recientemente se ha incrementado su uso y aplicación en diversos cultivos, y en la caña de azúcar no ha sido la excepción. Sin embargo, este elemento, a pesar de ser el segundo más abundante de la corteza terrestre, en su mayoría no se encuentra disponible para la plantas, ya que este para ser absorbido debe estar presente en forma de ácido orto silícico.

La disponibilidad de este ácido en el suelo, es limitada, al depender de diferentes factores, como la presencia de materia orgánica y microorganismos, que limitan la formación de este ácido, por lo que se hace necesaria la fertilización complementaria de este elemento en los programas de fertilización.

También los suelos muy meteorizados, altamente lixiviados y ácidos como los Ultisoles, son considerados pobres en Silicio, por lo que es de esperar en los mismos una alta respuesta a la aplicación de este nutrimento como tal, además contribuye con la liberación y solubilización del fosforo adsorbido a los coloides del suelo, por lo que se obtiene una respuesta muy positiva de este elemento tan crucial en estos suelos.

Dentro de la planta, el silicio acelera el movimiento de los carbohidratos hacia los puntos de crecimiento en la etapa vegetativa y de maduración, donde por su acumulación bajo la cutícula y en conjunto con el calcio, logra reforzar la pared celular de las células epidérmicas de las hojas, tallos y raíces, formando con ello una pared resistente al ataque de plagas y enfermedades.

En la Región Sur, el ataque de la enfermedad conocida como Roya Naranja (*Puccinia kuheni*) ha provocado pérdidas económicas importantes, por lo que esta alternativa podría disminuir conjuntamente con otras medidas, los daños que provoca esta enfermedad en esta y otras regiones cañeras del país.

Como objetivo principal, se planteó el valorar la respuesta de la aplicación del silicio en la fertilización de la caña de azúcar, sobre los rendimientos agroindustriales de la caña de azúcar. Se procedió a establecer este ensayo en la finca El Porvenir, con suelos del orden Ultisol perteneciente a CoopeAgri R.L. y ubicada en el distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón a una altitud 560 msnm, una temperatura media de 23,3°C y una precipitación media anual de 2.581 mm.

El diseño experimental utilizado, fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, con un tamaño de parcela de 4 surcos de 6 metros (36 m²), y donde, se aleatorizaron un total de 12 tratamientos, los cuales se describen en el Cuadro 1. La variedad cultivada fue Q 96, ampliamente difundida en esta región y en el país. Como se observa en dicho cuadro, los diferentes tratamientos con Silicio fueron aplicados cada año (socas) en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, la primera se realizó con la fertilización posterior a la cosecha, al inicio de las lluvias y la segunda fertilización se efectuó aproximadamente tres meses después.

Las cantidades del fertilizante convencional, se redujeron en algunos tratamientos hasta en un 20% por petición de la casa comercial distribuidora de estos productos en el país. También fueron reducidas las dosis de MAGNESIL PXA en un 36% y por causas ajenas a nuestro control los tratamientos de este fertilizante identificados como: 4, 5, 10 y 11 fueron repetidos en las socas.

En esta tercera soca y al igual que las anteriores no se efectuó la aplicación de abono orgánico como ocurrió después de la siembra, sin embargo los tratamientos que fueron aplicados en caña planta fueron los tratamientos del 1 al 6 por lo que es de esperar algún efecto benéfico adicional respecto al resto de los tratamientos señalados en dicho cuadro.

El Abono Orgánico aplicado en caña planta fue "EL SEMBRADOR", el cual es procesado por CoopeAgri y está compuesto por broza de café y cachaza de caña de azúcar. Por lo que contiene Nitrógeno 1,25%, fósforo 0,39%, Calcio 0,98%, Magnesio 0,18%, Potasio 0,87% y

Azufre 0,14%, además de varios micro elementos importantes para los cultivos. La dosis utilizada para este material fue de 10 tm / ha, aportadas en una sola aplicación al fondo del surco al momento de la siembra.

Cuadro 1
Programa de Fertilización en tercera soca incluyendo las fuentes comerciales de Silicio

TRATAMIENTO	Primera FERTILIZACIÓN				Segunda FERTILIZACIÓN			
	Fuente Silicio		Fertilizante Convencional		Fuente Silicio		Fertilizante Convencional	
	Producto	kg/ha	Fórmula	kg/ha	Producto	kg/ha	Fórmula	kg/ha
1	Agrosil Zeo	100	17-2-25	350	Llanero Zeo	100	17-2-25	350
2	Agrosil Zeo	100	17-2-25	280	Llanero Zeo	100	17-2-25	280
3	Magnesil P	100	17-2-25	350	Magnesil P	100	17-2-25	350
4	Magnesil PXA	64	17-2-25	350	Magnesil PXA	64	17-2-25	350
5	Magnesil PXA	64	17-2-25	350	Magnesil PXA	64	17-2-25	350
6	Testigo	-	17-2-25	350	Testigo	-	17-2-25	350
7	Agrosil Zeo	100	17-2-25	350	Llanero Zeo	100	17-2-25	350
8	Agrosil Zeo	100	17-2-25	280	Llanero Zeo	100	17-2-25	280
9	Magnesil P	100	17-2-25	350	Magnesil P	100	17-2-25	350
10	Magnesil PXA	64	17-2-25	350	Magnesil PXA	64	17-2-25	350
11	Magnesil PXA	64	17-2-25	350	Magnesil PXA	64	17-2-25	350
12	Testigo	-	17-2-25	350	Testigo	-	17-2-25	350
tratamientos aplicados con 10 Tm /ha de Abono Organico en caña planta								

Los diferentes fertilizantes utilizados como fuente de Silicio en este estudio se presentan en el Cuadro 2, y como se observa en el mismo, los tratamientos contribuyeron con una amplia gama y cantidad de nutrimentos importantes para el cultivo; al no poder separar o unificar el posible beneficio proporcionado por algunos de estos nutrimentos, se consideró obviar el mismo, al considerarse como una cualidad particular de cada fertilizante.

En el Cuadro 3, se presenta el total de Silicio aplicado con cada uno de los tratamientos evaluados y su interacción con la fertilización normal, la cual se redujo como se indicó en

algunos casos hasta en un 20% por solicitud de la casa comercial distribuidora del fertilizante, sobresalieron los Tratamientos 3, 4 y 5 con abono orgánico y sus respectivas replicas sin abono orgánico 9, 10 y 11 al presentar valores iguales de Silicio en sus tratamientos.

También sobresalieron los tratamientos 3 y 9, donde se aplicó MAGNESIL P sobresalieron por presentar un alto contenido de Magnesio (37,39%), valor muy superior a los demás tratamientos del estudio. Ante esta situación, resulta interesante observar en la respuesta productiva del cultivo si este contenido de Magnesio acumulado en el tiempo influyo positivamente en esta cuarta cosecha.

Cuadro 2
Aplicación total de nutrimentos (kg /ha) en los diferentes tratamientos evaluados

TRATAMIENTO	SiO ₂	P ₂ O ₅	N	K	Ca	Mg	S	B	Zn
1	145	25	119	175	6,435	0	10	0,6	1
2	145	22,2	95,2	140	6,435	0	10	0,6	1
3	64	20	119	175	0	37,4	0,12	0,36	0
4	64	17,84	119	175	5,491	3,09	6	0,24	0,1
5	64	17,84	119	175	5,491	3,09	6	0,12	0,05
6	145	25	119	175	6,435	0	5	0,6	1
7	145	22,2	95,2	140	6,435	0	5	0,6	1
8	64	20	119	175	0	37,4	0,12	0,36	0
9	64	17,84	119	175	5,491	3,09	6	0,24	0,1
10	64	17,84	119	175	5,491	3,09	6	0,12	0,05
11	0	14	119	175	0	0	0	0	0
12	0	14	119	175	0	0	0	0	0

Cuadro 3

Tratamientos aplicados en tercera soca en la evaluación de diferentes tratamientos de Silicio

#	Tratamientos Caña Soca	Kg SiO ₂ /ha
1	Agrosil Zeo 100 kg / ha + Llanero Zeo 100 kg / ha + Abono Orgánico + 100 % Fert.	145
2	Agrosil Zeo 100 kg / ha + Llanero Zeo 100 kg / ha + Abono Orgánico + 80 % Fert.	145
3	Magnesil P 200 kg / ha + Abono Organico + 100 % Fert.	64
4	Magnesil PXA 128 kg / ha + Abono Organico + 100 % Fert.	64
5	Magnesil PXA 128 kg /ha + Abono Orgánico + 100 % Fert.	64
6	Testigo	0
7	Agrosil Zeo 100 kg / ha + Llanero 100 kg / ha + 100 % Fert.	145
8	Agrosil Zeo 100 kg / ha + Llanero Zeo 100 kg / ha + 80 % Fert.	145
9	Magnesil P 200 kg / ha + 100 % Fert.	64
10	Magnesil PXA 128 kg / ha + 100 % Fert.	64
11	Magnesil PXA 128 kg / ha + 100 % Fert.	64
12	Testigo	0

En el Cuadro 4 se presentan los contenidos nutricionales del suelo donde se estableció el ensayo y claramente se observa que dicho suelo es bastante deficiente nutricionalmente, por lo que es de esperar una buena respuesta a la aplicación de estas fuentes de Silicio. Es un suelo ácido, con alto contenido de Aluminio Intercambiable y sumamente bajo en Bases Cambiables como son el Magnesio, el Calcio y el Potasio, este último elemento indispensable en la caña de azúcar para obtener altos rendimientos industriales. También presenta este suelo muy bajo contenido de Fósforo necesario para un buen desarrollo radicular.

Cuadro 4

Análisis Químico del suelo donde se efectuó este estudio

		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
optimo	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 5 se presenta el Análisis de Varianza obtenido en las variables agroindustriales en la cuarta cosecha por cada uno de los tratamientos evaluados. No se presentaron diferencias significativas entre los fertilizantes con Silicio, (Tratamientos del 7 al 12) ni en los tratamientos a los que se les aplicó abono orgánico en el momento de la siembra, o sea, el beneficio de esta práctica no se manifestó en esta cosecha.

Cuadro 5
Análisis de varianza aplicado a las variables Agroindustriales en su cuarta cosecha

Fuente variacion	G.L.	%Brix	P(f)	%Sacarosa	P(f)	%Pureza	P(f)	%Fibra	P(f)	Rend Ind	P(f)	Tm Caña	P(f)	Tm Azúcar	PF
Bloques	2	0,33	0,14	0,69	0,36	2,74	1	1,92	0,23	126,66	0,09	260,36	0,16	9,11	0,03
Fertilizantes Silicio	5	0,11	1	0,98	0,22	12,31	0,23	0,78	1	47,25	1	147,6	0,38	2,77	0,34
Abono Organico	1	0,25	0,22	1,87	0,1	18,08	0,15	0,31	1	177,76	0,07	108,19	1	7,13	0,09
Silicio vs Abono Org	5	0,24	0,21	1	0,21	7,19	1	0,68	1	66	0,28	198,49	0,23	2,86	0,32
ERROR	22	0,15		0,64		8,13		1,22		48,55		131,25		2,31	
TOTAL (SC)	35	6,08		27,31		299,99		38,21		2.065,46		5.246,84		104,31	
CV %		1,8		3,99		3,11		6,77		5,55		12,30		12,99	
MEDIAS		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
7		21,71		19,32		88,93		15,81		120,41		92,36		11,05	
8		22		20,43		92,82		16,08		128,84		93,1		12,04	
9		21,92		20,25		92,36		16,36		126,44		97,27		12,29	
10		21,8		20,14		92,39		16,52		125,19		91,67		11,48	
11		22,09		20,38		92,25		16,83		125,57		99,35		12,48	
12		21,86		20,15		92,15		16,11		126,65		85,1		10,83	
MEDIAS		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
Con Abono Orgánico		21,98		20,34		92,53		16,19		127,74		94,88		12,14	
Sin Abono Orgánico		21,82		19,88		91,11		16,38		123,3		91,41		11,25	
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
1		21,93		19,95		90,96		16,16		124,41		90,46		11,3	
2		21,49		18,7		86,9		15,46		116,42		94,26		10,8	
3		21,84		20,14		92,22		15,76		127,87		102,32		13,09	
4		22,16		20,71		93,42		16,41		129,81		83,89		10,98	
5		21,8		20,18		92,55		16,36		126,1		97,04		12,22	
6		22,05		20,32		92,18		16,36		126,78		97,5		12,37	
7		21,9		20,39		93,08		16,73		126,41		86,02		10,9	
8		21,7		19,9		91,7		16,31		123,98		97,32		12,06	
9		22,45		21,16		94,25		16,31		133,57		100,46		13,42	
10		21,72		19,6		90,24		17,35		117,56		98,24		11,55	
11		21,96		20,22		92,09		15,84		128,08		92,96		11,91	
12		21,77		20,08		92,21		16,38		125,22		77,24		9,74	

En la interacción entre los fertilizantes con Silicio y el abono orgánico (Tratamientos del 1 al 12) tampoco presentaron diferencias significativas. Pareciera ser que las diferencias estadísticas obtenidas en las primeras cosechas se van perdiendo al envejecer el cultivo.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados agroindustriales de la cuarta cosecha y como se observa en el mismo, en la variable producción de azúcar el tratamiento compuesto por el **Magnesil P** con un 100% de la fertilización química y sin abono orgánico, supero a todos los tratamientos, y sobre todo, al tratamiento Testigo en más de tres toneladas de azúcar por hectárea. Esta respuesta resulta positiva, ya que pareciera que este tratamiento tiene la virtud de incrementar la productividad del cultivo en una etapa crítica, y sobre todo sin haber sido aplicado con abono orgánico. Es importante también, resaltar como, con en el tratamiento Testigo la aplicación del abono orgánico a la siembra, mantuvo una producción muy satisfactoria durante varias socas.

Cuadro 6
Resultados agroindustriales de los tratamientos evaluados en cuarta cosecha

	Rendimiento Industrial (kg / TM)	
Tratamientos	Con Abono Organico	Sin Abono Organico
1	124,41	126,41
2	116,42	123,98
3	127,87	133,57
4	129,81	117,56
5	126,1	128,08
6	126,78	125,22
	TONELADAS DE CAÑA / HA	
Tratamientos	Con Abono Organico	Sin Abono Organico
1	90,46	86,02
2	94,26	97,32
3	102,32	100,46
4	83,89	98,24
5	97,04	92,96
6	97,5	77,24
	TONELADAS DE AZUCAR / HA	
Tratamientos	Con Abono Organico	Sin Abono Organico
1	11,3	10,9
2	10,8	12,06
3	13,09	13,42
4	10,98	11,55
5	12,22	11,91
6	12,37	9,74

En la Figura 1 se observa, como los tratamientos que contienen Silicio, mejoraron la productividad del cultivo en todos los ámbitos, y como, dichas diferencias fueron atenuadas por el uso (una sola aplicación) del abono orgánico.

Con los resultados obtenidos en este estudio, y otros donde ha mediado la fertilización orgánica, es posible concluir sobre la importancia de acompañar a las aplicaciones de abono orgánico con una fertilización complementaria balanceada, que contribuya con nutrientes adicionales como el Silicio, Magnesio y Calcio a sustentar en el tiempo los incrementos de producción obtenidos en el cultivo.

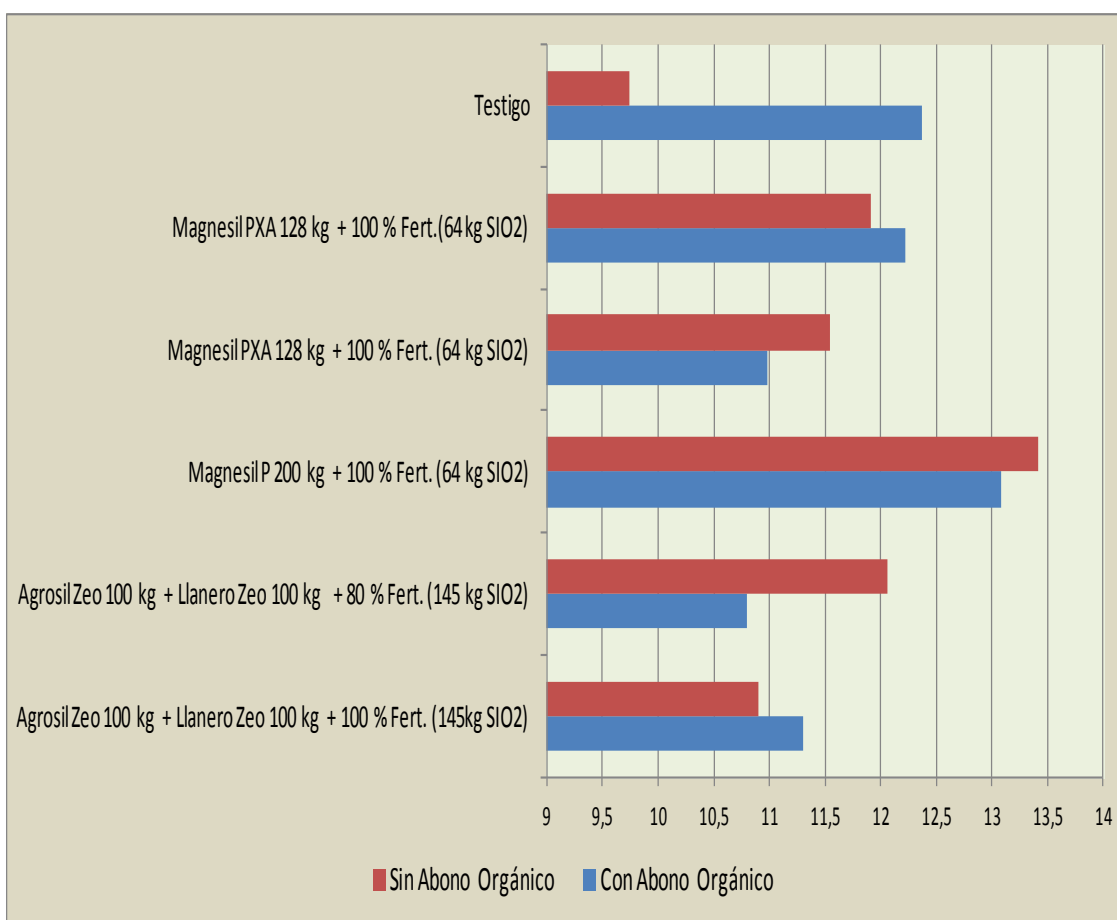


Figura 1. Producción de azúcar (tm/ha) según tratamiento en cuarta cosecha.

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 del Nitrógeno 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, por 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 agroclimáticas donde se cultiva la caña de azúcar; 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 7. Los tratamientos (dosis y épocas de aplicación) se presentan en el Cuadro 8, la fertilización en las socas se restringe a dos fertilizaciones como se observa en dicho cuadro.

La cantidad de Nitrógeno total a aplicar por año en cada uno de los ensayos fue de 140 kg/hectárea para las fuentes convencionales y fraccionadas en 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 7
Productos Comerciales evaluados en los ensayos de Fuentes
de Fertilizantes Nitrogenados de lenta liberación

PRODUCTO	COMPOSICIÓN QUIMICA	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 + S	40 % Nitrógeno Total 6 % Azufre como Sulfato	El recubrimiento de S disminuye las pérdidas por volatilización en más de un 35%	ABOPAC (Linea YaraVera)
PERLKA	19,8 % Nitrógeno Total (más de 15 % Nitrógeno Cianamídico y menos 2 % Nitrógeno Nítrico) Óxido de Calcio 50 %	Fertilizante nitrogenado de liberación lenta. Por procesos químicos el nitrógeno va progresivamente haciéndose disponible para la planta.	AGROCOSTA
LAST N	43 % Nitrógeno	Fertilizante nitrogenado de liberación controlada	ABOPAC
N-FORCE	Nitrógeno Total 30%: N Orgánico 1% N Amoniacal 3% N Ureico 24 % Urea como formaldehido 2% Azufre (SO3) 9 % Carbono Orgánico 7,5% Ácidos Húmicos 3% Boro (B) soluble agua 0,01 % Zinc (Zn) soluble agua 0,01 %	El Nitrógeno del N-FORCE se divide en 4 formas para dar una mejor nutrición evitando las pérdidas por volatilización y lixiviación en el perfil del suelo. Reduce la lixiviación de Nitrógeno (hasta 110 días dependiendo de la Precipitación y Temperatura.	AGRIAL
AGROCOTE 37-0-0	37% Nitrógeno	Fertilizante de liberación controlada recubierto por capa interna de azufre y capa externa de polímeros.	SCOTTS
NUTRAN	33.5 % Nitrógeno		
UREA	46 % Nitrógeno		
	21 % Nitrógeno		
SULFATO AMONIO	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 8
Tratamientos a evaluar considerando dosis y épocas de aplicación en los ensayos 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 únicamente 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 porcentaje de Brix, porcentaje de Pol en Caña, porcentaje de Pureza % del Jugo, porcentaje de Fibra % en Caña, y el Rendimiento Industrial dado en kilogramos de azúcar por tonelada de caña molida.

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

EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN CAÑAS, GUANACASTE, Tercera Cosecha

El 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 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 9 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 9
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento sobre
las fuentes nitrogenadas de Cañas. Guanacaste

Profundidad muestreo	PH	Acidez	% SA	Cmoles / L			Mg / L					CICE
				Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	
20 cm	5,9	0,2	1	12,2	3,9	0,63	12	1,8	10	9	47	17,56
40 cm	6,1	0,15	0,67	16,7	5	0,52	9	2,4	15	7	39	22,37

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza de las diferentes variables agroindustriales analizadas, y se observa en el mismo la ausencia de diferencias significativas en todas las variables analizadas.

Cuadro 10
Análisis de varianza de la tercera cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Cañas, Guanacaste .Tercera cosecha

Fuente variacion	G.L.	% Brix	P(f)	% Fibra	P(f)	% Sac	P(f)	% PUREZA	P(f)	REND IND	P(f)	Tm Caña / ha	P(f)	Tm azúcar /ha	P(f)
Bloques	2	1,22	0,16	0,26	1	0,61	0,31	1,24	1	24,59	0,38	1.020,92	0	22,11	0
tratamientos	9	0,3	1	0,24	1	0,48	1	2,77	0,09	35,62	0,22	181,11	0,07	3,43	0,26
Error	18	0,61		0,31		0,49		1,35		23,81		79,87		2,44	
Total	29	16,05		8,19		14,3		51,67		798,39		5.109,55		119,05	
% CV		3,48		3,99		3,31		1,23		3,38		9,68		11,71	
tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Sulfato Amonio		22,4		13,47		21,28		94,97		148,04		95,6		14,25	
Agrocote 37 - 0		21,87		13,64		20,19		92,32		138,08		90,84		12,55	
Perlka		22,33		13,81		21,25		95,15		146,66		95,82		14,07	
Nitro Xtend		22,27		14,32		20,96		94,14		142,13		98,31		13,94	
Urea + S		22,83		13,93		21,46		93,97		146,85		93,87		13,75	
Nutran		22,47		14,23		20,95		93,37		141,75		100,09		14,19	
Urea		23		14,07		21,6		93,91		147,23		86		12,7	
Testigo		22,33		13,83		21,28		95,29		146,9		73,55		10,8	
N Force		22,27		14,17		20,8		93,39		140,97		97,51		13,77	
Last N		22,27		13,65		21,16		95,02		146,52		91,65		13,42	

En la Figura 2 se presenta la producción de azúcar (t/ha) obtenida por los diferentes tratamientos analizados en este estudio y se observa en la misma, como todos los tratamientos superaron al tratamiento Testigo; además, sobresalieron algunos tratamientos convencionales como el SULFATO DE AMONIO y NUTRÁN. En la cosecha anterior el SULFATO DE AMONIO, se mantuvo entre los primeros lugares posiblemente en respuesta a la aplicación de Azufre por parte de este fertilizante.

Las parcelas tratadas con el fertilizante NITROXTEND, en esta cosecha fueron superadas por otros tratamientos respecto a la cosecha anterior. El fertilizante PERLKA, por el contrario respecto a las cosechas anteriores ha mejorado productivamente y la UREA no ha brindado sostenibilidad, situación que impide indudablemente a obtener resultados concluyentes antes del término de dicho estudio.

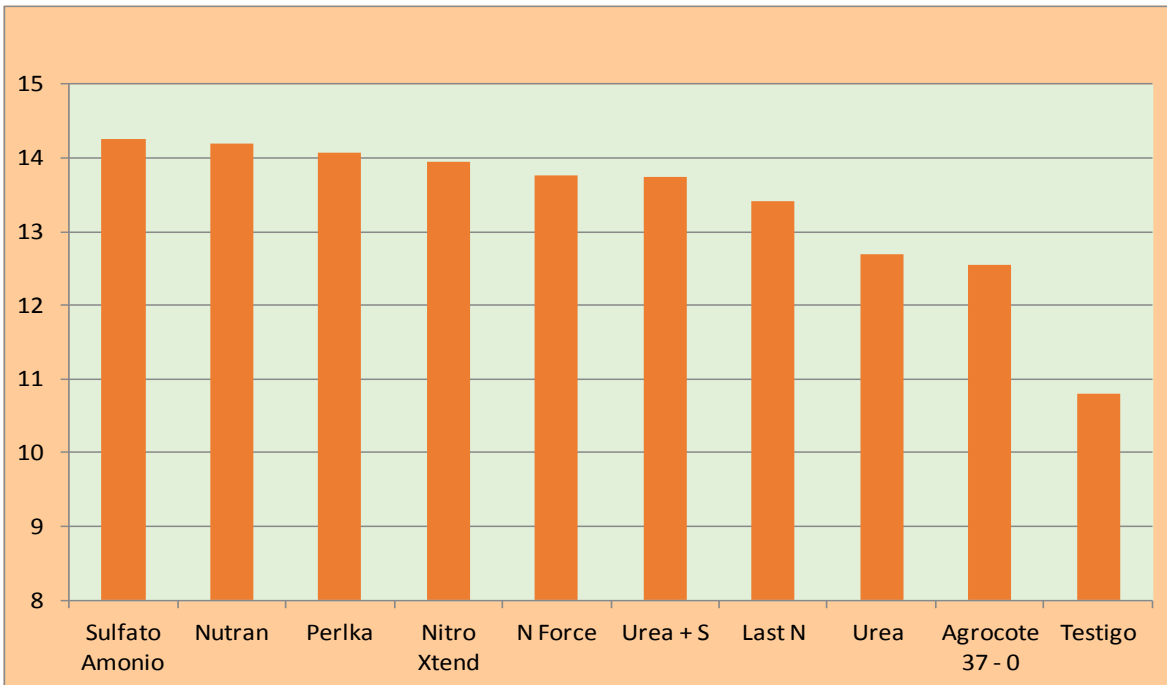


Figura 2. Resultado de la producción de Azúcar (t/ha) de la tercer cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Cañas, Guanacaste.



EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN LA REGIÓN SUR Tercera Cosecha

Este ensayo se estableció en 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 fue 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 11.

Cuadro 11
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento de la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Sur. Tercera cosecha

Profundidad	PH	Acidez	% SA	Cmoles / L			Mg / L					CICE	M.O
				Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe		
20 cm	5,4	0,25	8,41	2,4	0,2	0,12	9	2,1	2	4	387	2,97	3,64
40 cm	5,1	0,5	20,92	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 desarrollan 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.

Cuadro 12
Análisis de varianza del resultado de la tercera cosecha de la evaluación
de diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Sur

variables		% Brix		% Sac		% Pureza		% Fibra		Rend . Ind		Tm Caña		Tm Azúcar	
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)
Bloques	3	0,48	0,08	0,51	0,12	2,72	1	1,5	0,04	60,87	0,08	363,8	0	6,76	0
Tratamientos	9	0,29	0,21	0,6	0,03	4,03	0,23	0,45	1	37,05	0,2	156,51	0,04	2,86	0,03
Error	27	0,2		0,24		2,86		0,48		24,66		66,8		1,14	
Total	39	9,31		13,45		121,61		21,47		1.181,83		4.303,66		76,89	
% CV		2,05		2,46		1,83		4,36		3,91		8,28		8,53	
Tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
AGROCOTE		21,63		20,11	ab	92,95		15,57		128,85		102,72	ab	13,22	ab
LAST-N		21,81		19,81	ab	90,84		16,08		123,78		90,15	ab	11,17	ab
N-FORCE		22,05		20,84	a	94,57		15,96		132,94		101,53	ab	13,5	ab
NITROXTEND		21,66		20,01	ab	92,36		15,44		128,5		98,45	ab	12,61	ab
NUTRAN		21,24		19,72	ab	92,86		15,34		127,26		106,92	a	13,57	a
PERLKA		21,7		20,23	ab	93,22		16,26		127,25		92,56	ab	11,8	ab
SULFATO AMONIO		21,33		19,65	ab	92,14		16,29		122,89		99,48	ab	12,22	ab
TESTIGO		21,85		20,34	ab	93,1		16,09		128,52		89,19	ab	11,49	ab
UREA		21,31		19,76	ab	92,71		15,77		125,79		100,56	ab	12,66	ab
UREA+S		21,42		19,6	b	91,6		15,88		123,65		106,12	ab	13,12	ab

En el Cuadro 12 se presentan los resultados agroindustriales de las variables estudiadas así como el Análisis de Varianza aplicado a dichos resultados, en el mismo se observa que se presentaron diferencias significativas en las variables producción de caña y azúcar (tm/ha). En la prueba de medias (Tuckey 5%) el mejor tratamiento fue NUTRÁN para ambas variables, sin llegar a presentar diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos incluyendo al Testigo

En la Figura 3 se presenta este resultado, observándose además que el tratamiento con LAST N presentó en la producción de azúcar valores similares al tratamiento Testigo. Contrariamente, los tratamientos NUTRÁN, N FORCE y AGROCOTE superaron al

tratamiento Testigo en más de un 14% en esta misma variable. Estos resultados son concordantes con los obtenidos en la segunda cosecha donde estos tratamientos también superaron al Testigo y demás tratamientos evaluados. Pareciera que en esta cosecha, a diferencia de la anterior, se obtuvo una mayor respuesta de los fertilizantes evaluados al ser el fertilizante LAST N el único que no supero al tratamiento Testigo.

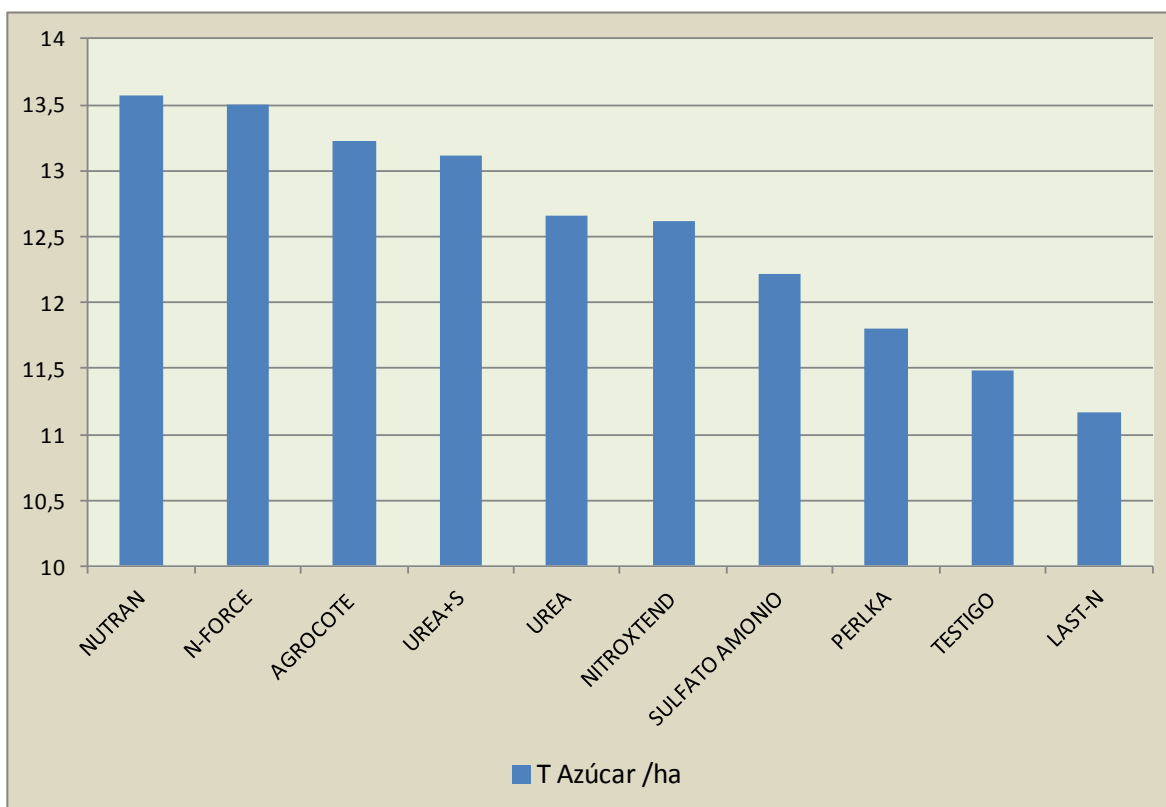


Figura 3. Resultado de la producción de Azúcar (tm/ha) en la tercera cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Sur.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN TURRIALBA, CARTAGO. Segunda Cosecha

Este ensayo se estableció en finca 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 aplicó 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 13, 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 13
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento de evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba, Cartago. Segunda cosecha

Profundidad	PH	Acidez	% SA	Cmoles / L			Mg / L					CICE
				Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	
20 cm	5,6	0,2	2,17	6,8	1,9	0,29	10	3,6	20	16	147	9,19
40 cm	5,6	0,25	3,6	5,3	1,3	0,08	5	3	18	21	102	6,93

En el siguiente Cuadro 14 se presenta el Análisis de Varianza aplicado a las variables agroindustriales, observándose en el mismo la presencia de diferencias significativas en las variables producción de caña y azúcar (t/ha). Según la prueba de medias (Tuckey 5%) el tratamiento Testigo fue superado en forma significativa por la UREA en más de un 12 % en la variable producción de azúcar (t/ha), pero sin presentar diferencias significativas con el resto de los tratamientos. En la Figura 4 se pueden observar las diferencias en la variable producción de azúcar, por lo que cabe señalar que el tratamiento con UREA mejoro la productividad con respecto a la cosecha anterior; mientras que el N FORCE por el contrario perdió posición en esta variable. Con estos resultados se hace imperiosa la necesidad de dar continuidad al estudio para obtener mejores conclusiones al respecto.

Cuadro 14
Análisis de varianza de la segunda cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba, Cartago. Segunda cosecha

Andeva		% Brix		% Sac		% Pureza		Rend Ind		TM caña / ha		TM Azúcar / 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	0,03	1	0,11	1	1,03	0,21	19,39	0,18	470,35	0,04	8,09	0,08
Tratamientos	9	0,06	1	0,13	1	1,01	0,17	16	0,22	587	0	13,81	0
Error	27	0,1		0,15		0,64		11,11		149,16		3,29	
Total	39	3,42		5,56		29,51		502,99		10.727,32		237,41	
%CV		1,45		1,86		0,85		2		11,98		12,28	
		0		0		0		0		30,04		4,46	
tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
UREA		22,25		20,97		94,25		147		113,3	ab	16,63	a
PERLKA		21,95		20		92,94		143		105,11	ab	15,08	ab
SULFATO AMONIO		22		20,7		94,07		143,31		96,78	ab	13,84	ab
NITRO XTEND		22,03		20,69		93,94		145,46		114,22	a	16	ab
LAST-N		22,2		20,84		93,87		142,85		100,74	ab	14,4	ab
TESTIGO		22		20,57		93,46		141,69		72,22	b	10,27	b
AGROCOTE		22,08		20,95		94,88		147,35		98,86	ab	14,58	ab
UREA+S		22,08		20,75		93,98		144,69		106	ab	15,34	ab
NUTRAN		22,28		20,92		93,87		146		111,56	ab	16	ab
N-FORCE		22,28		20,89		93,78		146		100,33	ab	14,69	ab

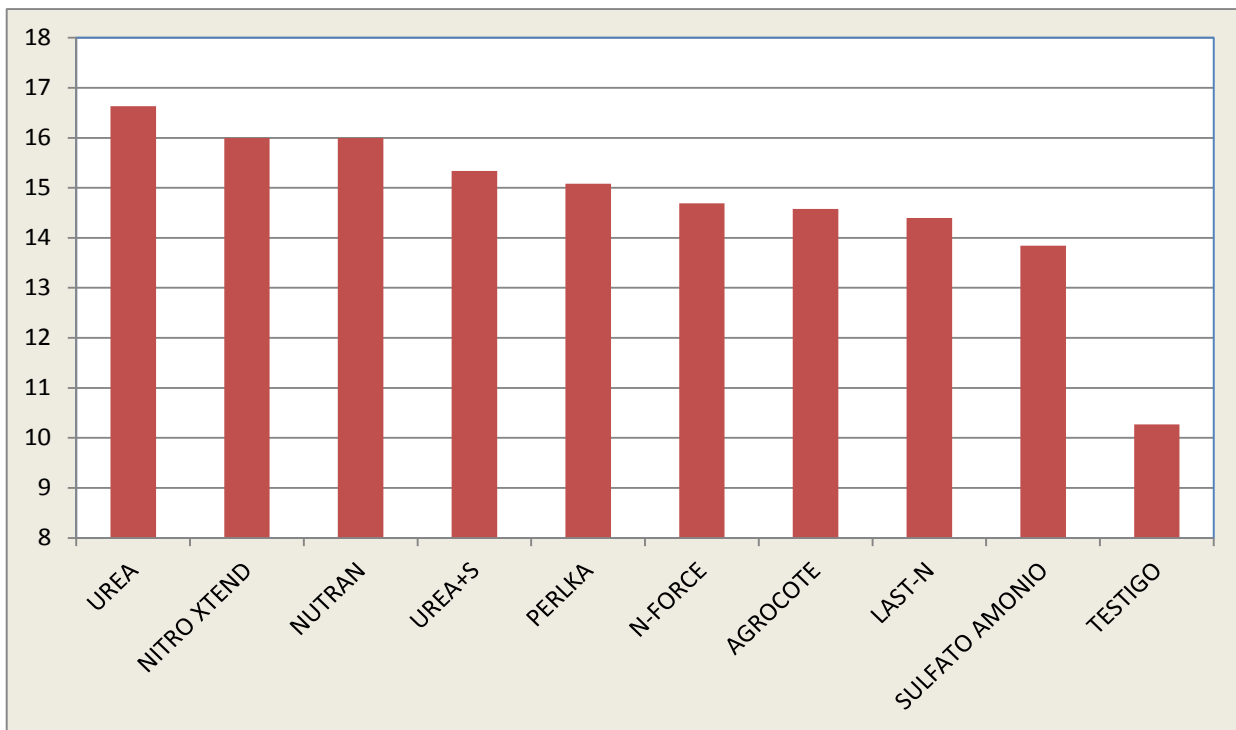


Figura 4. Resultados de la producción de Azúcar (t/ha) de la segunda cosecha en la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en Turrialba.



EVALUACIÓN DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS EN LA REGION NORTE. Tercera Cosecha

Este ensayo se estableció en el cantón de San Carlos, Alajuela, en la localidad de Coopevega, propiedad del Ingenio Quebrada Azul, con una temperatura media de 23,6 C⁰ 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 será evaluada y cosechada 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 15, 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 bajos en ambos perfiles.

Cuadro 15
Análisis químico del suelo utilizado en el experimento de evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la región norte. Tercera cosecha

Profundidad	PH	Acidez	% SA	Cmoles / L			Mg / L					CICE
				Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	
20 cm	5,6	0,3	4	5,6	1,4	0,2	6	1,4	22	6	121	7,5
40 cm	5,7	0,2	5,6	2,4	0,8	0,17	5	1,4	18	7	1,29	3,57

En el Cuadro 16 se presenta el Análisis de Varianza aplicado a las variables agroindustriales del ensayo y donde se observa que no se presentaron diferencias significativas en ninguna de las variables agroindustriales evaluadas. En la producción de azúcar (Figura 5) los tratamientos con SULFATO DE AMONIO, NITROSTEND y NFORCE, fueron los de mayor producción en esta variable, superando algunos de ellos en más de un 8% al tratamiento Testigo.

En la primera y segunda cosecha el fertilizante PERLKA fue el responsable de la mayor producción de azúcar y en esta nueva cosecha paso a ser uno de los tratamientos con una menor producción de azúcar.

También en estas cosechas sobresalió el tratamiento con SULFATO DE AMONIO, condición repetitiva en estos ensayos y en otras regiones.

Cuadro 16
Análisis de varianza del resultado de la segunda cosecha de la tercera cosecha
de la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Norte

Fuente Variación	G.L.	% BRIX	P(f)	% SAC	P(f)	% PZA	P(f)	% FIBRA	P(f)	REND IND	P(f)	TM CAÑA	P(f)	TM Azúcar	P(f)
Bloques	3	0,71	0,03	0,53	0,32	1,01	1	2,41	0,04	98,22	0,08	470,29	0	11,73	0
Tratamientos	9	0,23	0,41	0,33	1	1,97	1	0,82	0,4	25	1	84,23	0,1	0,77	1
Error	27	0,21		0,43		2,45		0,75		39,63		44,43		1,49	
Total	39	9,98		16,07		86,84		34,83		1.589,62		3.368,47		82,33	
% CV		2,12		3,33		1,74		5,65		5,03		6,1		8,91	
		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
AGROCOTE 37-0-0		21,75		19,67		90,42		15		126,58		108,38		13,71	
LAST-N		21,63		19,46		90		14,59		126,46		108,42		13,73	
N-FORCE		22,18		19,94		89,91		16,06		124,05		113,6		14,1	
NITROXTEND		22,1		20,07		90,78		15,41		127,84		110,81		14,15	
NUTRAN		21,78		19,48		89,46		14,79		125,53		105,66		13,27	
PERLKA		21,83		19,45		89,13		15,58		122,18		107,83		13,16	
SULFATO AMONIO		21,45		19,14		89,24		15,74		119,94		118,68		14,23	
TESTIGO		21,6		19,76		91,39		15,6		125,87		101,58		12,96	
UREA		21,9		19,75		90,19		15,14		126,46		110,22		13,94	
UREA+S		22,1		19,96		90,29		15,24		127,54		107,47		13,73	

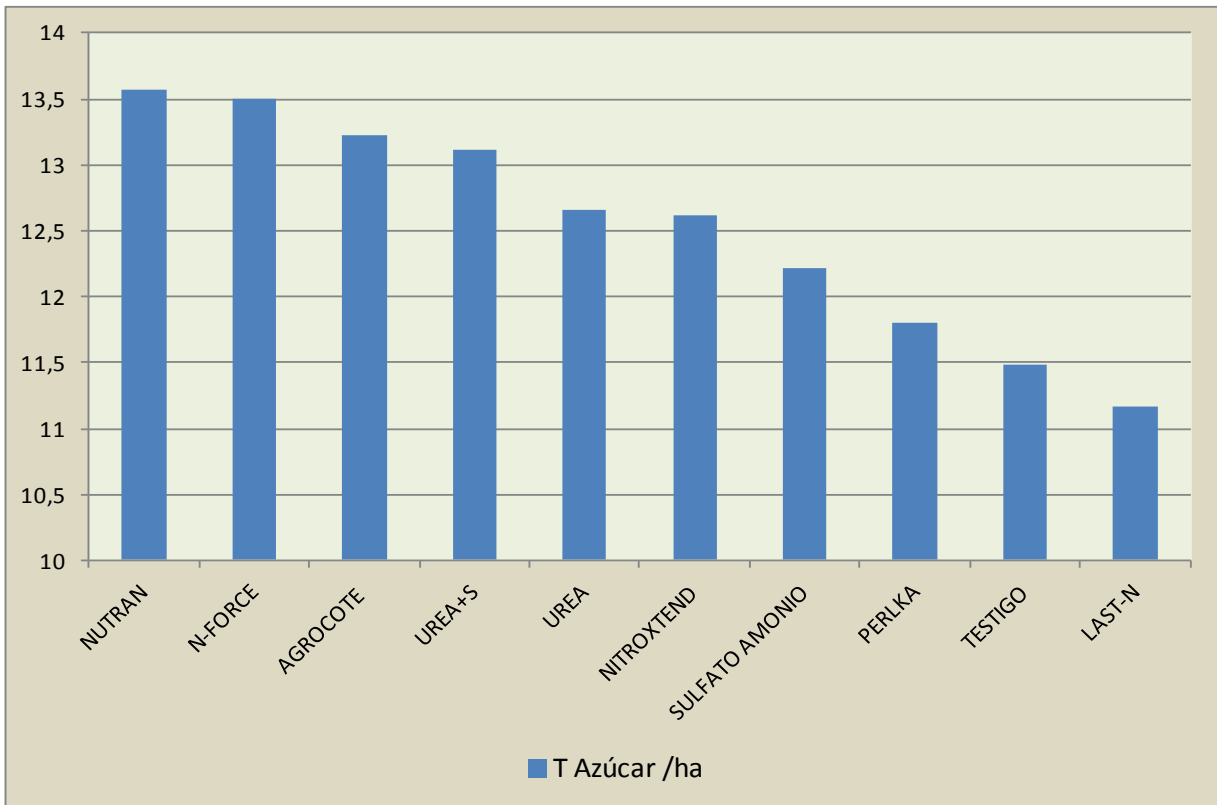


Figura 5. Resultado de La producción de Azúcar (t/ha) de la tercera cosecha de la evaluación de diferentes fertilizantes nitrogenados en la Región Norte.



RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LA INTERACCIÓN DE DIFERENTES DÓSIS DE NITRÓGENO Y POTASIO EN LA REGION SUR. Primera 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 ante los principales nutrimentos, es técnicamente un asunto de alta prioridad.

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

El ensayo se estableció en finca El Porvenir en San Pedro de Pérez Zeledón, y el diseño utilizado fue de un Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Las parcelas utilizadas fueron de 5 surcos de 7 metros de largo para un área total por parcela de 52,5 m². Las dosis de Nitrógeno utilizando NUTRÁN como fuente y, en el caso del Potasio utilizando como fuente K₂O se presenta en el Cuadro 17.

Cuadro 17

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 las dosis de 288,46 kg/ha para suplir al cultivo el equivalente a 150 kg de P_2O_5 /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. La mitad de la dosis a evaluar de Potasio, se aplicó también 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.

Es importante aclarar, que en esta primera cosecha, el tratamiento Testigo sin Nitrógeno en realidad cuenta con 31 kg de Nitrógeno como base, aportados por la fórmula 11-52-0 al momento de la siembra, ante la imposibilidad de disponer de Triple Superfosfato.

En el Cuadro 18 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 entre ellas el Potasio, por lo que es de esperar un respuesta positiva a la aplicación de este nutrimento.

Cuadro 18
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
optimo	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 19 se presenta el resultado del Análisis de Varianza de la primera cosecha efectuada a este estudio, observándose en dicho cuadro la ausencia de diferencias estadísticas significativas en todos los tratamientos evaluados y sus variables agroindustriales. Las diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio por separado, así como su interacción, mostraron indicios suficientes en la producción como para señalar algún tratamiento en especial. En la Figura 6 se presenta el resultado en la producción de azúcar, observándose en la misma como el tratamiento Testigo ocupó una de las últimas posiciones en la producción de azúcar (t/ha); evidenciando con ello la necesidad e importancia de estos elementos en la fertilidad del cultivo. En términos generales se evidencia la respuesta productiva a dosis altas de Potasio, aunque el Nitrógeno si es muy variante en su comportamiento al menos en esta primera cosecha.

Cuadro 19
Análisis de varianza aplicado a las variables agroindustriales en la evaluación
de diferentes dosis de Nitrógeno y Potasio en la Región Sur

		BRIX		POL		PUREZA		% FIBRA		KG AZ/ TM		TM caña		TM Azúcar	
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)
tratamientos	2	2,02	0	2,02	0,03	21,52	0,02	0,2	1	197,43	0,01	1.514,25	0	28,58	0
Nitrogeno	3	0,14	1	0,03	1	0,02	1	0,33	1	9,73	1	105,96	0,3	2,04	0,34
Potasio	3	0,21	1	0,47	1	6,74	0,26	1,33	0,31	109,53	0,04	117,49	0,26	2,61	0,23
N*K	9	0,35	0,2	0,56	0,39	3,67	1	0,92	1	14,05	1	166,03	0,08	3,2	0,1
Error	30	0,24		0,51		4,79		1,06		36,32		83,77		1,74	
Total	47	15,36		25,92		239,98		45,51		1.968,79		7.706,31		152,18	
% CV		2,24		3,8		2,48		7,19		4,8		7,79		8,96	
Tratamientos		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
0 kg Nitrogeno		21,78		18,83		88,08		14,1		126,27		114,87		14,51	
50 kg Nitrogeno		21,77		18,75		88,17		14,37		125,2		119,81		15,01	
100 kg Nitrogeno		21,65		18,75		88,17		14,45		124,33		114,95		14,3	
150 kg Nitrogeno		21,91		18,83		88,17		14,45		126,12		120,29		15,17	
		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 kg Potasio		21,87		18,92		88,58		14,31		127,27	ab	113,56		14,47	
100 kg Potasio		21,69		18,58		87,08		14,82		121,39	b	119,41		14,52	
150 kg Potasio		21,64		18,67		88,17		14,17		125,08	ab	116,45		14,55	
200 kg Potasio		21,91		19		88,75		14,07		128,18	a	120,51		15,44	
		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		21,76		18,67		88		14,43		125,5		104,13		13,07	
0 N, 100 K		21,89		18,67		86,33		13,99		123,65		121,71		15,01	
0 N, 150 K		21,48		18,67		89		13,95		126,74		122,92		15,6	
0 N, 200 K		21,97		19,33		89		14,02		129,22		110,73		14,35	
50 N, 0 K		22,06		19		87,67		14,47		125,85		117,78		14,87	
50 N, 100 K		21,87		18,67		87,67		14,69		123,57		123,68		15,3	
50 N, 150 K		21,66		18,67		88		14,27		124,32		113,91		14,16	
50 N, 200 K		21,48		18,67		89,33		14,04		127,07		123,87		15,71	
100 N, 0 K		21,76		19		88,67		13,99		127,47		117,14		14,94	
100 N, 100 K		21,67		19		88,67		16,1		119,29		115,62		13,89	
100 N, 150 K		21,63		18,67		87,33		13,83		124,79		103,24		12,78	
100 N, 200 K		21,54		18,33		88		13,87		125,79		123,81		15,57	
150 N, 0 K		21,9		19		90		14,33		130,28		115,18		15,02	
150 N, 100 K		21,32		18		85,67		14,49		119,06		116,63		13,88	
150 N, 150 K		21,79		18,67		88,33		14,61		124,49		125,72		15,65	
150 N, 200 K		22,65		19,67		88,67		14,34		130,66		123,62		16,14	

Si se considera que los tratamientos sin Nitrógeno en realidad cuentan con 30 kg/ha de este elemento, se podría observar en la Figura 6 que no hay una respuesta determinante de este elemento en la producción de azúcar en caña planta, ya que dosis bajas y altas de este nutriente son muy similares, pero si se incorpora el factor económico resultara evidente que los resultados necesariamente se invertirán. Por este motivo, se requiere realizar varias cosechas en las socas para obtener resultados más contundentes y mejores conclusiones.

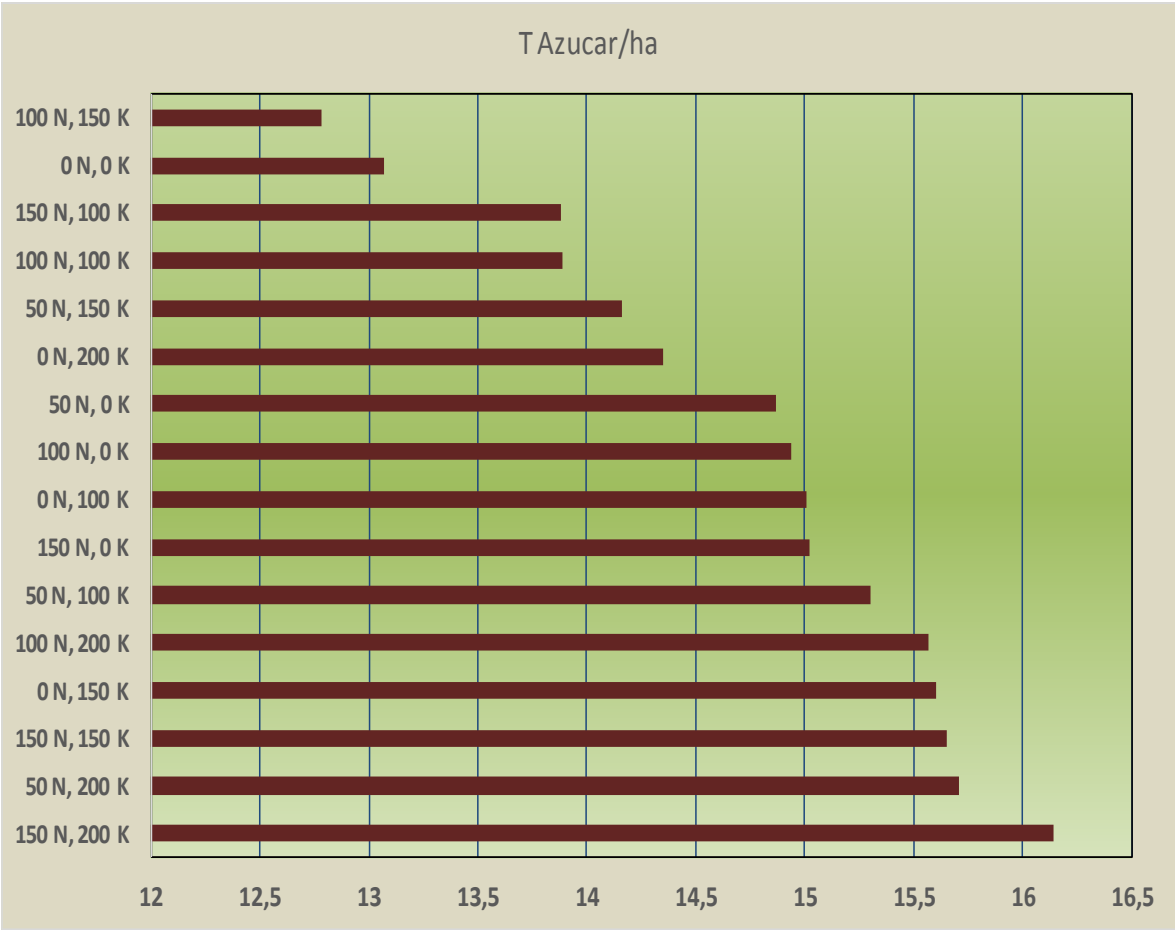


Figura 6. Resultados en la producción de azúcar (T / ha) en la evaluación de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en la Región Sur.

EVALUACIÓN DE DÓISIS CRECIENTES DE FÓSFORO EN DOS VARIEDADES COMERCIALES DE LA ZONA SUR. Caña planta

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 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 de la aplicación de Fósforo al momento de la siembra.

Este ensayo se estableció 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 560 msnm, una temperatura media de 23,3°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.

Cuadro 20
Variedades utilizadas y sus respectivas dosis de fosforo aplicadas a cada una de ellas

Tratamientos	Variedades	dosis P2O5
1	Laica 04825	0 kg /ha
2	Laica 04825	50 kg /ha
3	Laica 04825	100 kg /ha
4	Laica 04825	150 kg /ha
5	Laica 04825	200 kg /ha
6	Laica 05805	0 kg /ha
7	Laica 05805	50 kg /ha
8	Laica 05805	100 kg /ha
9	Laica 05805	150 kg /ha
10	Laica 05805	200 kg /ha

150 kg P2O5 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 P a evaluar. Como en la fórmula de este fertilizante se agregó un 11% de Nitrógeno, 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 21.

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 21
Cantidades compensatorias de fertilizante nitrogenado y potásico
aplicado a las parcelas para equilibrar los nutrimentos

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 22 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 22
Análisis químico de suelo experimental donde se estableció el ensayo

	PH	Cmol(+)/L				P	mg / L			
		Acidez	Ca	Mg	K		Fe	Cu	Zn	Mn
Valores	4,3	1,92	0,89	0,16	0,11	5	262	4	2,4	3
optimo	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 23 se presenta el resultados del Análisis de Varianza de la primera cosecha, observándose en el mismo que se presentaron diferencias significativas en todas las variables evaluadas y todas las variedades estudiadas, y donde fue superior la variedad LAICA 04-825 en más de un 11% en la producción de azúcar (t/ha). Por otro lado, en lo referente a las cantidades de Fósforo aplicadas, no se presentaron diferencias estadísticas significativas como para asegurar o señalar algún tratamiento en especial como sobresaliente.

Sin embargo, en la Figura 7 se observa el comportamiento productivo de las variedades en cuanto a la producción de azúcar (t/ha) donde se evidencia una respuesta productiva diferenciada entre ambas variedades a la aplicación de Fósforo, ya que el mejor tratamiento (100 kg/ha P_2O_5) se mostró en la variedad LAICA 05-805, y el peor tratamiento en la variedad LAICA 04-825.

Estas diferencias en la tendencia productiva de las variedades podrían radicar en que la variedad LAICA 04-825 requiere de mayores cantidades de Fósforo, posiblemente por presentar un mayor encepamiento que la variedad LAICA 05-805, cualidad que se ve reflejada en su mayor productividad.



Cuadro 23
Análisis de varianza aplicado a las variables agroindustriales evaluadas en este estudio

		BRIX		POL		PUREZA		% Fibra		KG AZ/ TM		TM caña		TM Azúcar	
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)
Bloques	2	0,41	0,39	0,69	0,33	6,89	0,14	0,32	1	21,41	1	90,71	0,29	2,96	0,1
Variedades	1	0,26	1	3,37	0,02	41,8	0	0,15	1	325,28	0	258,96	0,06	16,56	0
Fosforo	4	0,46	0,37	0,88	0,23	5,2	0,21	0,1	1	24,68	0,42	87,73	0,31	0,95	1
VAR * Fosf	4	0,07	1	0,06	1	1,65	1	0,43	0,38	12,03	1	64,04	1	1,63	0,26
Error	18	0,41		0,57		3,18		0,39		23,89		68,36		1,12	
Total	29	10,54		18,78		140,15		9,97		945,01		2.277,98		53,06	
% CV		2,98		4,03		2,04		4,4		4		7,03		7,37	
Tratamientos		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
LAICA 04-825		21,54		19,11	a	88,73	a	14,27		125,54	a	120,59	a	15,13	a
LAICA 05-805		21,35		18,44	b	86,37	b	14,13		118,96	b	114,71	a	13,65	b
		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 kg P2O5		21,1		18,41		87,24		13,99		119,66		116,61		13,94	
50 kg P2O5		21,68		19,14		88,28		14,31		124,17		113,89		14,16	
100 kg P2O5		21,78		19,18		88,05		14,29		124,37		115,07		14,31	
150 kg P2O5		21,32		18,79		88,13		14,25		122,02		119,19		14,55	
200 kg P2O5		21,36		18,38		86,05		14,15		121,01		123,5		14,99	
		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
LAICAS 04825 0 kg P2O5		21,35		18,87		88,38		14,47		121,9		122,67		14,95	
LAICA 04825 50 kg P2O5		21,75		19,4		89,22		14,08		127,3		114,49		14,58	
LAICA 04 825 100 kg P2O5		21,91		19,45		88,74		14,36		126,27		113,86		14,38	
LAICA 04825 150 kg P2O5		21,29		19,21		90,19		14,38		125,75		122,29		15,34	
LAICA 04825 200 kg P2O5		21,39		18,65		87,12		14,05		126,48		129,63		16,41	
LAICA 05805 0 kg P2O5		20,85		17,95		86,09		13,52		117,43		110,54		12,94	
LAICA 05805 50 kg P2O5		21,61		18,89		87,35		14,54		121,04		113,28		13,75	
LAICA05805 100 kg P2O5		21,64		18,91		87,37		14,22		122,47		116,28		14,24	
LAICA05805 150 kg P2O5		21,34		18,36		86,07		14,11		118,3		116,09		13,75	
LAICA05805 200 kg		21,32		18,11		84,98		14,25		115,54		117,37		13,56	

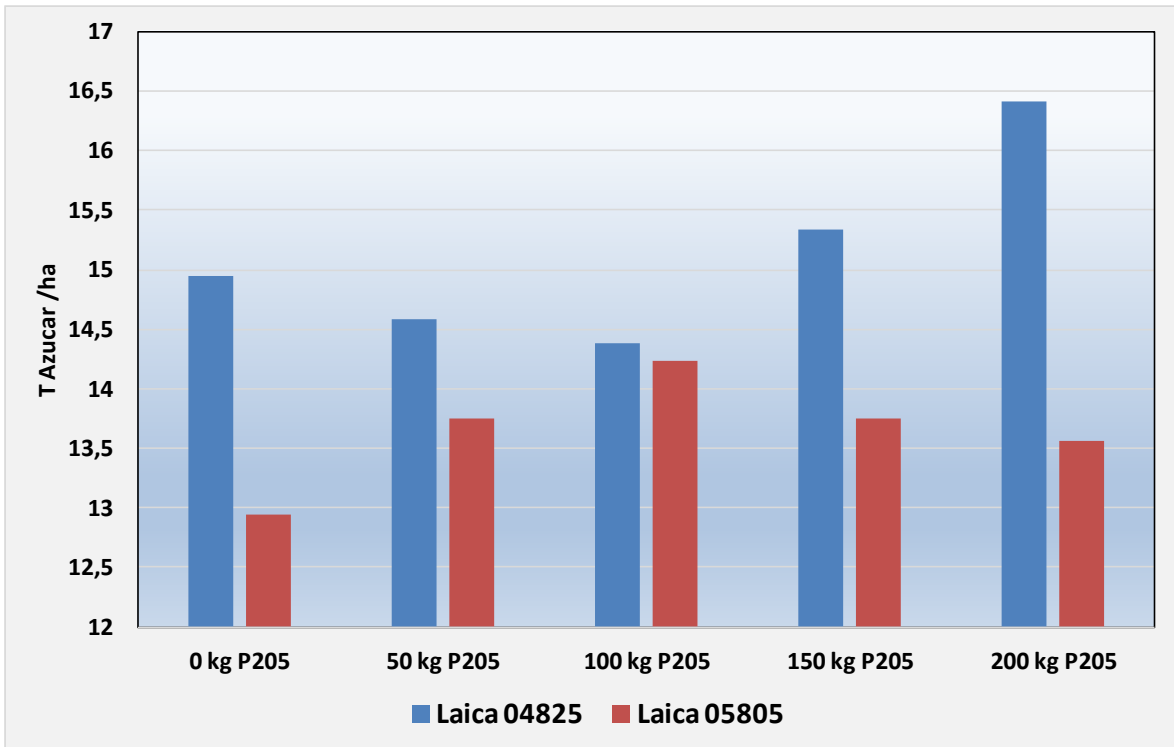


Figura 7. Resultado en la producción de azúcar (t/ha) en la evaluación de diferentes dosis de Fósforo en dos variedades de la Región Sur .Caña Planta.



**RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A DIFERENTES DÓISIS DE ABONO ORGÁNICO Y
FERTILIZANTE QUÍMICO EN LA REGION NORTE. FINCA “LA OLGA” DE CUTRIS
Segunda 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 desde una perspectiva técnico – económica su uso.

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 finca del Ingenio Cutris, San Carlos, provincia de Alajuela, a una altitud de 70 msnm, una temperatura media anual 25,7°C y una precipitación media anual de 2.750,5 mm. En el Cuadro 24 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 se espera una respuesta positiva a la aplicación del abono orgánico.

Cuadro 24
Resultado del análisis químico del suelo extraído del sitio del estudio

pH	Cmoles / L					Mg / L				
	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 25 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 utilizó la disponibilidad de los principales nutrientes presentados en el Cuadro 26.

Cuadro 25
Análisis químico realizado al abono orgánico utilizado como fuente 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	53834	115	215	2044	123

Cuadro 26
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 27 se presentan los tratamientos utilizados en el ensayo en esta segunda soca, combinando dosis crecientes del fertilizante orgánico y a la vez reduciendo las dosis en porcentaje del fertilizante químico convencional aplicado por la compañía en sus fincas.

Cuadro 27
Dosis de abono orgánico y cantidades de fertilizante químico convencionales,
así como sus reducciones aplicadas en este estudio

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

El ensayo se estableció en un lote de una primera soca con la variedad B 59-92; 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 m y de 3 m 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%, la dosis correspondiente 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.

En el Cuadro 28 se presenta el resultado de la segunda cosecha y el Análisis de Varianza aplicado a las variables agroindustriales, observándose en las mismas, que no se presentaron diferencias significativas entre las dosis empleadas de abono orgánico, ni entre las dosis de fertilizante químico, por tal motivo tampoco se presentaron diferencias en la interacción entre ambos.

En la Figura 8 se expone gráficamente el resultado en la producción de caña, observándose en general una respuesta positiva a la aplicación del abono orgánico y donde el tratamiento de mayor producción de esta variable fue el tratamiento compuesto por 40 tm de abono orgánico y un 100% del fertilizante químico. Sin embargo, el tratamiento de 30 toneladas de abono orgánico combinado con un 75% de fertilizante químico resulta de nuevo económicamente más viable.

También es relevante el hecho de que sea por vía química u orgánica estos suelos requieren de cantidades importantes de nutrientes para obtener buenas cosechas, ya que como se observa en la Figura 8 algunos tratamientos con altas dosis de uno u otro fertilizante lograron muy buenos rendimientos.

Cuadro 28

Análisis de Varianza de las variables agroindustriales obtenidas en la segunda cosecha de la evaluación de diferentes dosis de abono orgánico en interacción con diferentes dosis de fertilizantes químicos

Andeva	GL	% Brix	% sacarosa			% Pza	% Fibra			REND	CAÑa / ha	T Azúcar / ha				
Bloques	3	1,47	0,01	2,48	0,01	21,8	0	2,95	0	138,31	0	261,55	0,02	1,61	0,2	
A	4	0,23	1	0,46	1	3,42	0,36	0,3	1	33,36	0,32	391,75	0	4,04	0,01	
B	4	0,14	1	0,91	0,2	8,98	0,03	0,53	0,23	31,35	0,35	219,03	0,03	1	1	
AxB	16	0,25	1	0,61	0,44	3,61	0,31	0,37	1	36,1	0,22	52,64	1	1	1	
Error	72	0,33		0,59		3,07		0,37		27,76		76,32		1,01		
Total	99	33,96		65,1		393,99		44,7		3.249,83		9.565,26		113,79		
% CV		2,68		4,12		2,03		4,55		5,36		9,66		11,36		
Tratamientos	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
0 Tm Organico		21,49		18,48		85,98		13,45		97,04		85,11	b	8,16	b	
10 Tm Organico		21,66		18,77		86,6		13,23		99,5		87,05	b	8,65	ab	
20 Tm Organico		21,7		18,73		86,3		13,44		98,52		91,59	ab	9,02	ab	
30 Tm Organico		21,57		18,78		87,02		13,23		99,74		92,01	ab	9,18	a	
40 Tm Organico		21,45		18,48		86,14		13,46		97,04		96,33	a	9,24	a	
Tratamientos	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 % fert Quimico		21,68		18,91		87,22	a	13,52		99,73		86,74	b	8,57		
25 % fert Quimico		21,62		18,77		86,8	ab	13,39		99,17		88,21	ab	8,75		
50 % fert Quimico		21,56		18,61		86,34	ab	13,16		98,66		89,67	ab	8,83		
75 % fert Quimico		21,58		18,62		86,25	ab	13,51		97,69		92,52	ab	8,93		
100 % fert Quimico		21,45		18,33		85,43	b	13,23		96,58		94,94	a	9,17		
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	INTER A*B	SEP
0 Tm Org - 0 % Quim		21,99		19,27		87,63		13,23		102,71		80,49		7,85		
0 Tm Org - 25 % Quim		21,45		18,29		85,28		13,72		94,94		81,56		7,73		
0 Tm Org - 50 % Quim		21,47		18,52		86,23		13,78		96,4		88,37		8,5		
0 Tm Org - 75 % Quim		21,37		18,21		85,15		13,38		95,28		84,97		8,06		
0 Tm Org - 100 % Quim		21,17		18,14		85,61		13,13		95,9		90,15		8,67		
10 tm org - 0 % Quim		21,77		18,95		87,02		13,23		100,62		85,48		8,61		
10 tm org - 25 % Quim		21,64		18,8		86,87		13,2		99,83		78,7		7,84		
10 tm org - 50 % Quim		21,74		18,92		87,01		12,73		101,91		85,33		8,67		
10 tm org - 75 % Quim		21,38		18,19		85,07		13,78		94,11		89,48		8,42		
10 tm org - 100 % Quim		21,79		18,98		87,02		13,2		101,01		96,26		9,71		
20 tm org - 0 % Quim		21,64		18,89		87,3		13,84		98,74		88,78		8,77		
20 tm org - 25 % Quim		21,66		18,69		86,23		13,66		97,78		88,96		8,7		
20 tm org - 50 % Quim		21,83		18,83		86,26		12,83		100,66		89,45		9		
20 tm org - 75 % Quim		21,9		19,06		87,05		13,7		99,99		95,82		9,57		
20 tm org - 100 % Quim		21,46		18,17		84,64		13,18		95,42		94,96		9,07		
30 tm org - 0 % Quim		21,31		18,59		87,25		13,49		98,16		82,7		8,16		
30 tm org - 25 % Quim		21,79		19,25		88,35		13,02		103,57		93,96		9,71		
30 tm org - 50 % Quim		21,55		18,58		86,23		13,02		98,79		92,78		9,17		
30 tm org - 75 % Quim		21,46		18,67		87,01		13,45		98,62		96,78		9,52		
30 tm org - 100 % Quim		21,76		18,78		86,28		13,16		99,55		93,82		9,35		
40 tm org - 0 % Quim		21,68		18,84		86,89		13,8		98,44		96,26		9,47		
40 tm org - 25 % Quim		21,55		18,81		87,27		13,33		99,76		97,85		9,77		
40 tm org - 75 % Quim		21,19		18,22		85,98		13,45		95,57		92,45		8,82		
40 tm org - 50 % Quim		21,77		18,94		86,97		13,25		100,45		95,56		9,11		
40 tm org - 100 % Quim		21,06		17,61		83,59		13,48		91		99,52		9,05		

Los tratamientos que en general se les aplicó las dosis más bajas de abono orgánico presentaron a la vez menores producciones, reafirma esta situación en el hecho de que el tratamiento Testigo (0 tm de abono orgánico + 100 % fertilizante químico) se encuentra entre las posiciones medias de producción de caña. Por este motivo y en espera de que el abono orgánico en el tiempo mejore la calidad del suelo en estudio, se considera que estos resultados no son suficientes como para obtener conclusiones más contundentes y que nos indiquen cual es el mejor tratamiento desde el punto de vista técnico – económico por lo que es necesario realizar más cosechas.

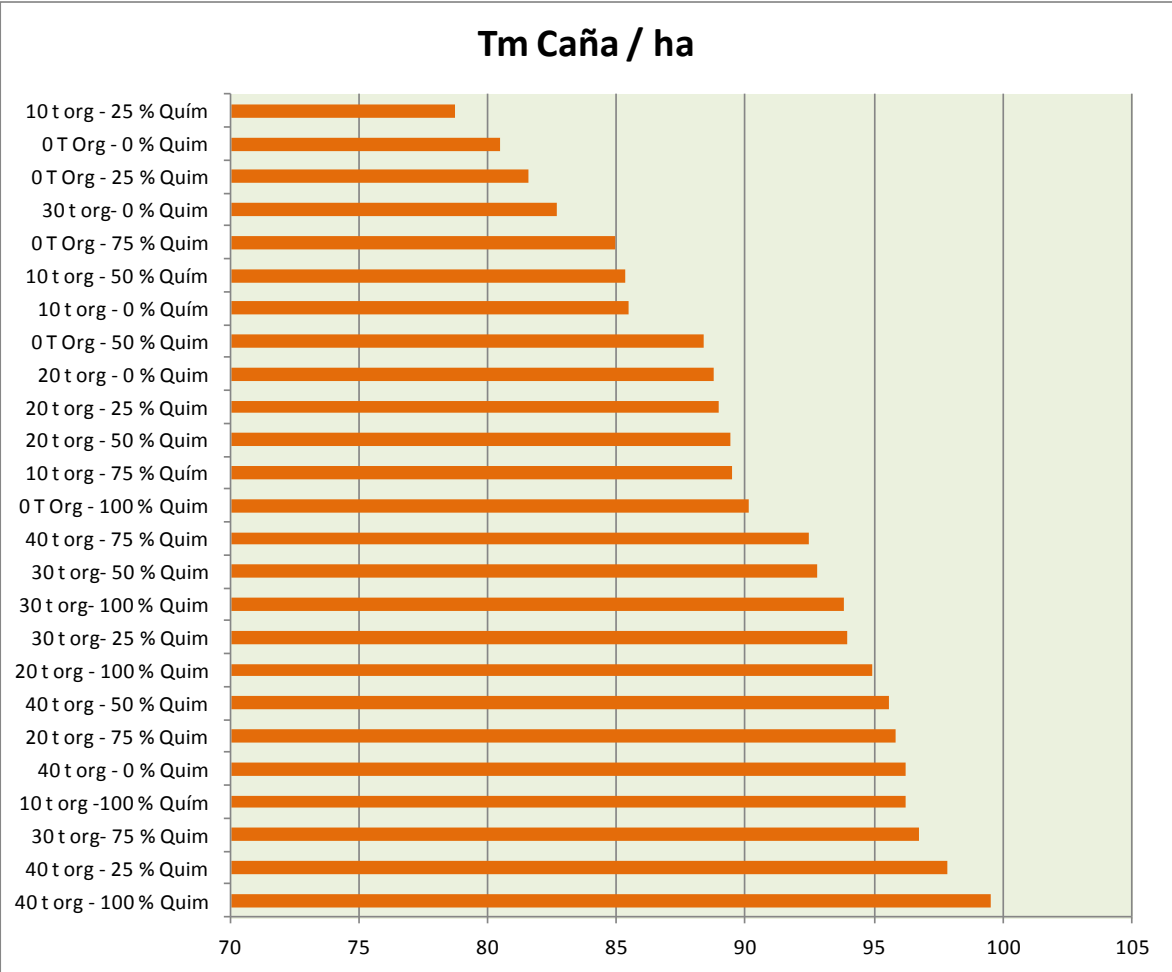


Figura 8. Producción de caña (tm/ha) obtenidas en la segunda cosecha de la evaluación de dosis crecientes del abono orgánico en Cutris, San Carlos.

ESTUDIO DE DÓISIS CRECIENTES DE ABONO ORGÁNICO EN INTERACCIÓN CON DÓISIS DECRECIENTES DE FERTILIZANTE QUÍMICO EN LA REGIÓN NORTE, FINCA SANTA TERESA, LOS CHILES ALAJUELA. (Segunda 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 crecientes de abono orgánico con dosis decrecientes de fertilizante químico 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 un 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 29 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 29.

Cuadro 30
Análisis químico realizado al abono orgánico utilizado como fuente

%						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	53834	115	215	2044	123

Cuadro 31
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 32 se presentan los tratamientos aplicados en caña planta a cada una de las parcelas del ensayo, como se observa se incrementó la dosis de abono orgánico de 0 a 25 tm y las dosis de fertilizante químico disminuyó de 0 a un 100%

Adicionalmente y como tratamientos Testigos 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.

Cuadro 32
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

Tratamientos		% Dosis de abono químico a aplicar según cantidad de abono orgánico a utilizar en los tratamientos												7	8				
		1		2		3		4		5		6							
Dosis abono orgánico (ton/ha)		0		5		10		15		20		25		Testigo de Finca (12 TM Abo Org)	Tratamiento adicional de finca Finca (12 TM Ab Org)				
ELEMENTO	dosis referencia (kg/ha)	%Dosis	kg	%Dosis	kg	%Dosis	kg	%Dosis	kg	%Dosis	kg	%Dosis	kg			357 kg/ha 16-16-16 250 kg/ha 21-5-18	357 kg/ha 16-16-16 siembra 357 kg/ha 16-16-16 segunda fertilización		
Nitrógeno (N)	120	100	120	95	114	90	108	85	102	80	96	0	0	357 kg/ha 16-16-16 250 kg/ha 21-5-18	357 kg/ha 16-16-16 siembra 357 kg/ha 16-16-16 segunda fertilización				
Fósforo (P2O5)	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150					357 kg/ha 16-16-16 250 kg/ha 21-5-18	357 kg/ha 16-16-16 siembra 357 kg/ha 16-16-16 segunda fertilización
Potasio (K2O)	140	100	140	95	133	90	126	85	119	80	112	0	0						
																357 kg/ha 16-16-16 250 kg/ha 21-5-18	357 kg/ha 16-16-16 siembra 357 kg/ha 16-16-16 segunda fertilización		

El abono orgánico se dosifico por volumen (litros) con base en una densidad media de 0,637 kg/litro. En la fertilización de la siembra se aplicó la fórmula 11- 52 -0, en dosis suficiente para aportar la cantidad de 150 kg de P₂O₅ /ha en las parcelas aplicadas con dosis crecientes de abono orgánico.

Para las parcelas correspondientes a los testigos fertilizados por la finca se utilizó al fondo del surco la fórmula 16-16-16 y en la segunda fertilización todas las parcelas se fertilizaron

con la fórmula 21-5-18, regada al voleo cuando la caña tuvo aproximadamente unos 3 meses de edad.

En la fertilización de las socas, se aplicó en forma general en todos los tratamientos la fórmula 19-9-20 en la cantidad de 500 kg/ha. En el Cuadro 33 se presenta el Análisis de Varianza de los tratamientos y variables agroindustriales y en el mismo se observa, que en esta cosecha se presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables producción de caña (t/ha) y producción de azúcar (t/ha). En la producción de caña y azúcar el mejor tratamiento nuevamente fue el Tratamiento N° 4, correspondiente a 15 tm de abono orgánico con un 85% de la fertilización (102 kg/ha de Nitrógeno y 126 kg/ha de Potasio (K₂O), superando a los tratamientos de menor producción 1, 2, 3 y 7, como también se observa en la Figura 9.

Ante estos resultados es evidente el efecto positivo de la aplicación de abono orgánico en estos suelos Ultisoles sin embargo se requieren más cosechas con su respectivo análisis económicos para obtener así a una mejor conclusión.



Cuadro 33

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

ANDEVA		% Brix		% Sac		% Pza		% Fibra		Rend.Ind		Tm Caña		Tm azúcar	
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	308,05	0,01	3,06	0,07
tratamientos (SC)	7	0,44	1	0,37	1	3,73	0,05	0,13	0,22	18,26	1	87,59	0,29	1,57	0,24
Error	21	0,71		0,88		1,52		0,09		29,64		66,64		1,1	
Total	31	18,52		22,09		60,85		2,96		805,52		2.936,65		43,25	
%CV		4,03		5,11		1,4		2,38		5,39		5,82		7,41	
DMS		0		0		2,94		2,94		2,94		2,94		2,94	
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		134,34		13,62	
2		21,54		18,56		86,86	ab	12,11		101,31		134,86		13,66	
3		20,52		17,81		86,72	ab	12,35		96,71		141,29		13,66	
4		20,79		18,55		89,25	a	12,03		103,01		146,87		15,11	
5		21,03		18,62		88,54	ab	12,14		102,69		142,02		14,57	
6		21,04		18,64		88,63	ab	12,21		102,65		140,87		14,46	
7		20,54		18,08		87,95	ab	12,24		99,11		136,08		13,45	
8		21,07		18,55		87,99	ab	12,51		100,97		145,1		14,7	

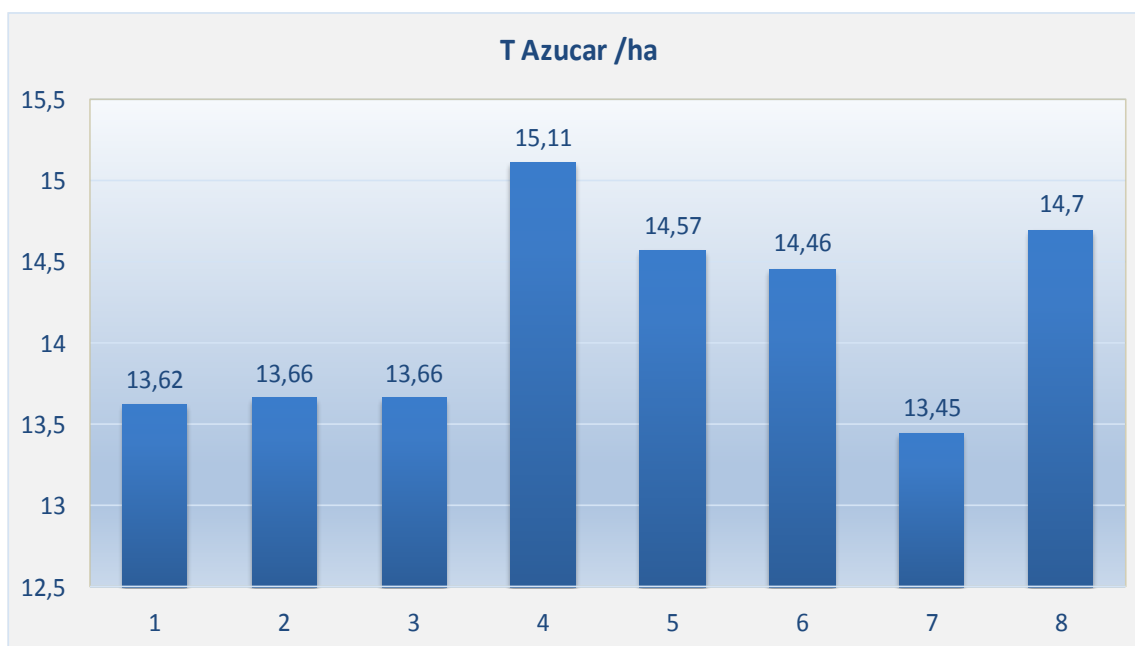


Figura 9. Producción de azúcar (tm/ha) de los diferentes tratamientos del ensayo de abono orgánico establecido en Los Chiles, Alajuela. Caña Planta.

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR A SEIS MEZCLAS DE HERBICIDAS POST EMERGENTES EN LA REGIÓN SUR. (Cuarta Cosecha)

Los herbicidas son aplicados al cultivo de la caña de azúcar con la finalidad de protegerlo de las malas hierbas que compiten por luz, agua y nutrientes. Sin embargo, aunque muchos de ellos son selectivos al cultivo, algunas moléculas tienden a afectar seriamente a ciertas variedades de caña, que presentan susceptibilidad a algunos herbicidas. La susceptibilidad de una determinada variedad a un herbicida puede manifestarse en síntomas visibles (quemadura, clorosis, decoloración, etc.); pero también, puede no presentar ningún síntoma y afectar la productividad del cultivo.

El lograr tener la variedad idónea, adaptada a las condiciones agroclimáticas del entorno donde se desarrolla la actividad es sumamente difícil por el costo y tiempo que esto representa, 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, resulta imprescindible conocer cual o cuales herbicidas afectan a las variedades comerciales de caña que se cultivan en la Región Sur.

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento productivo de las variedades comerciales de la Región Sur con cada una de las principales mezclas de herbicidas más utilizadas en el país y en esta región.

Este ensayo se estableció en la finca El Porvenir con suelos del orden Ultisol perteneciente a CoopeAgri R.L. y ubicada en el distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón, provincia de San José, a una altitud 560 msnm, con una temperatura media de 23,3°C y una precipitación media anual de 2.581 mm. Las variedades seleccionadas fueron: LAICA 03-805, Q 96, B 89-1351 y LAICA 04-825 y las mezclas de herbicidas así como sus dosis, se detallan en el Cuadro 34.

Inicialmente se evaluaron los herbicidas solos con respecto a un tratamiento Testigo sin aplicación, a partir de esta segunda soca se realizó un cambio en los tratamientos, en vez

de herbicidas individuales, se aplicaron diferentes mezclas comerciales como las indicadas en el Cuadro 32, donde se observa como las parcelas tratadas con los herbicidas individuales, fueron sustituidas por las mezclas indicadas en este cuadro. El diseño utilizado se mantuvo en un Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y en Arreglo Factorial de 4⁶.

Las variedades se sembraron en parcelas de 5 surcos de 5 metros y cada una de las mezclas se aplicaron con bomba de espalda, utilizando una boquilla AI 110 03 para una descarga de 460 l/ha, dirigiendo la aplicación al follaje de la caña cuando esta tuvo aproximadamente 2 – 3 meses de edad posterior a la cosecha.

Cuadro 34
Mezclas de herbicidas y sus dosis aplicados a las diferentes parcelas del ensayo

MSMA	HEXAZINONA 75 WG 0.5 KG + MSMA 72 SL 1 L
HEXAZINONA:	HEXAZINONA 75 WG 0.5 KG + DIURON 80 WG 2 KG + TRICLOPYR 48 EC 0.5 L + WK 1 CC/L
TRICLOPYR	HEXAZINONA 75 WG 0,5 kg + DIURON 80 WG 2 kg + 2,4-D 60 SL 2 L + WK 1 cc / l
DIURON	DIURON 80 WG 2 kg / ha + TERBUTRINA 80 WG 2 KG/HA + TRICLOPYR 48 EC 0,5 L + WK 1 cc /L
TERBUTRINA	DIURON 80 WG 2kg + TERBUTRINA 80 WG 2 KG + 2,4-D 60 SL + WK 1cc/l
AMETRINA	DIURON 80 WG 2 kg + AMETRINA 50 SC 3 L + TRICLOPYR 48 EC 0,5 L+ COSMO IN 1 CC/L

En el Cuadro 35 se presenta el resultado del Análisis de Varianza de las variables productivas de la cuarta cosecha y se observa en primera instancia al separar los factores, que la variedad más productiva en Rendimiento Industrial fue LAICA 03-805. Entre las mezclas evaluadas no se presentó diferencias significativas en ninguna variable, y en la interacción variedad - mezclas las diferencias obtenidas entre los diferentes tratamientos no alcanzaron la significancia según la prueba de Tuckey al 5% en casi todas las variables como se puede apreciar en dicho cuadro.

Como se observa en el Cuadro 36 y la Figura 10, en general todas la mezclas de herbicidas redujeron entre un 5 y un 8% la producción de caña, sobresaliendo la mezcla Diurón + Terbutrina + Triclopír con una baja reducción en el tonelaje de caña de un 8.71 %, seguido

por la mezcla Diurón + Ametrina + Triclopir con un 8% de reducción en las toneladas de caña por ha. La mezcla que menos afecto a las variedades fue Hexazinona + Diurón + 2,4 D, con un 4,49 % de disminución de la producción de caña respecto al Testigo. En la cosecha anterior esta misma mezcla sobresalió, porque en general incremento la producción de caña en más de un 10%, posiblemente este comportamiento en detrimento se deba a un efecto acumulativo de la mezcla en la cepa o en el suelo.

Entre las diferentes variedades evaluadas en este estudio y a diferencia de la cosecha anterior la variedad más afectada por las mezclas de herbicidas fue B 89-1351 con un 20,33% de merma en la producción de caña por ha.

Las variedades Q 96 y LAICA 03-805 redujeron la producción de caña por ha en un 8,96% y 6,06%, respectivamente, mientras que la variedad menos afectada por los herbicidas en general fue LAICA 04-825, la cual por el contrario con la mayoría de las mezclas, incremento su producción con excepción de la mezcla Diurón + Terbutrina + Triclopir. Con estos resultados es necesario continuar aplicando dichas mezclas para obtener en cosechas sucesivas conclusiones más definitivas al respecto.



Figura 10. Aplicación dirigida al cultivo con los herbicidas evaluados

Cuadro 35

Análisis de varianza del resultado de la cuarta cosecha en la evaluación de la tolerancia de cuatro variedades comerciales de caña de azúcar a seis mezclas de herbicidas en la Región Sur

ANDEVA		% BRIX		% POL		% pza		% Fibra		REND		TM caña		TM azúcar	
F. De 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	0,67	0,16	0,41	1	2,9	1	7,04	0	133,71	0,08	75,25	1	1,83	1
VARIEDAD	3	0,93	0,06	1,05	0,11	6,96	0,08	2,47	0,11	114,38	0,09	18,02	1	1,24	1
HERBICIDA	6	0,23	1	0,17	1	1,02	1	1,11	1	6,03	1	106,67	1	1,83	1
VAR*HERB	18	3,61	0	4,86	0	7,27	0,01	5,12	0	116,88	0,01	387,23	0,01	5,8	0,01
ERROR	54	0,35		0,51		2,96		1,16		50,31		158,59		2,5	
TOTAL [SC]	83	89,63		119,87		323,24		183,15		5.467,08		16.378,68		257,58	
CV%		2,77		3,66		1,89		6,88		5,75		15,62		15,91	
MEDIAS		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
B 891351		21,29	ab	19,36		90,91	ab	15,3		123,77	ab	80,18		9,91	
Lca 03805		21,72	a	19,68		90,6	ab	15,45		125,85	a	80,05		10,07	
Lca 04825		21,26	ab	19,25		90,48	ab	15,97		120,23	ab	80,25		9,6	
Q 96		21,45	ab	19,69		91,76	a	15,95		123,8	ab	82,01		10,15	
MEDIAS		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
Ametrina		21,65		19,61		90,52		15,79		123,12		78,49		9,63	
Diuron		21,45		19,51		90,95		15,59		123,48		77,78		9,58	
Hexazinona		21,33		19,33		90,57		15,92		122,26		78,87		9,67	
MSMA		21,4		19,48		91,02		15,44		124,1		82		10,14	
Terbutrina		21,22		19,37		91,19		15,2		124,36		79,6		9,84	
Testigo		21,43		19,51		91,01		15,61		123,61		86,49		10,69	
Triclopir		21,52		19,66		91,3		16,12		122,97		81,13		9,97	
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
B 891351 Ametrina		21,65		19,46		89,86		14,72		125,7	Aa	78,67		9,87	Aa
B 891351 Diuron		21,3		19,29		90,55		15,93		120,73	Aa	91,91		11,09	Aa
B 891351 Hexazinona		20,53		18,38		89,51		15,44		116,16	Aa	76,8		8,92	Aa
B 891351 MSMA		21,87		20,18		92,28		16,16		126,85	Aa	59,29		7,5	Aa
B 891351 Terbutrina		21,62		19,75		91,35		14,34		130,12	ABa	75,56		9,86	Aa
B 891351 Testigo		21,87		20,29		92,72		15,61		129,86	Aa	97,6		12,58	Aa
B 891351 Triclopir		20,16		18,17		90,1		14,92		116,99	Aa	81,42		9,55	Aa
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
Lca 03805 Ametrina		22,33		20,1		90		16,96		122	Aa	68,89		8,48	Aa
Lca 03805 Diuron		21,37		19,11		89,4		13,6		127,12	Aa	77,6		9,87	Aa
Lca03805 Hexazinona		21,77		19,88		91,3		16,18		129,69	Aa	86,13		11,21	Aa
Lca 03805 MSMA		20,75		18,46		88,94		14,97		118,03	Aa	92,8		10,91	Aa
Lca 03805 Terbutrina		22,47		20,69		92,09		15,83		130,97	Aa	64,89		8,44	Aa
Lca 03 805 Testigo		21,17		18,98		89,63		14,45		123,59	Aa	85,24		10,59	Aa
Lca 03805 Triclopir		22,15		20,57		92,85		16,15		129,56	Aa	84,8		10,98	Aa
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
Lca 04825 Ametrina		19,84		17,8		89,68		14,1		117,04	Aa	89,15		10,36	Aa
Lca 04825 Diuron		22,9		21,13		92,27		17,61		126,96	Aa	60,44		7,68	Aa
Lca 04825 Hexazinona		20,79		18,49		88,92		14,83		118,69	Aa	79,91		9,51	Aa
Lca 04825 MSMA		21,91		20,25		92,44		16,67		125,35	Aa	90,22		11,31	Aa
Lca 04825 Terbutrina		19,22		16,94		88,14		15,07		107,38	Ba	84,89		9,1	Aa
Lca 04825 Testigo		22,41		20,45		91,28		17,45		122,93	Aa	73,42		9	Aa
Lca 04825 Triclopir		21,73		19,7		90,63		16,08		123,29	Aa	83,74		10,22	Aa
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
Q 96 Ametrina		22,78		21,08		92,54		17,4		127,76	Aa	77,24		9,81	Aa
Q 96 Diuron		20,22		18,52		91,58		15,21		119,12	Aa	81,16		9,66	Aa
Q 96 Hexazinona		22,24		20,59		92,56		17,23		124,5	Aa	72,62		9,04	Aa
Q 96 MSMA		21,06		19,04		90,42		13,97		126,16	Aa	85,69		10,83	Aa
Q 96 Terbutrina		21,56		20,09		93,18		15,56		128,96	ABa	93,07		11,95	Aa
Q 96 Testigo		20,26		18,32		90,4		14,94		118,06	Aa	89,69		10,61	Aa
Q 96 Triclopir		22,05		20,19		91,61		17,32		122,06	Aa	74,58		9,13	Aa

Cuadro 36

Diferencia porcentual respecto al testigo en las tm de caña obtenida con la aplicación de las mezclas de herbicidas a las variedades comerciales en la cuarta cosecha en la Región Sur

TM Caña / ha	B 8913.51	Lca 03805	Lca 04825	Q 96	Promedio
Diuron + Ametrina + Triclopir	-18,93	-16,35	15,73	-12,45	-8,00
Diuron + Terbutrina + Triclopir	-5,69	-7,64	-12,98	-8,53	-8,71
Hexazinona + Diuron + Triclopir	-20,80	0,89	6,49	-17,07	-7,62
Hexazinona + MSMA	-38,31	7,56	16,80	-4,00	-4,49
Diuron + Terbutrina + 2,4-D	-22,04	-20,35	11,47	3,38	-6,89
Hexazinona + Diuron + 2,4 - D	-16,18	-0,44	10,32	-15,11	-5,35
Promedio	-20,33	-6,06	7,97	-8,96	

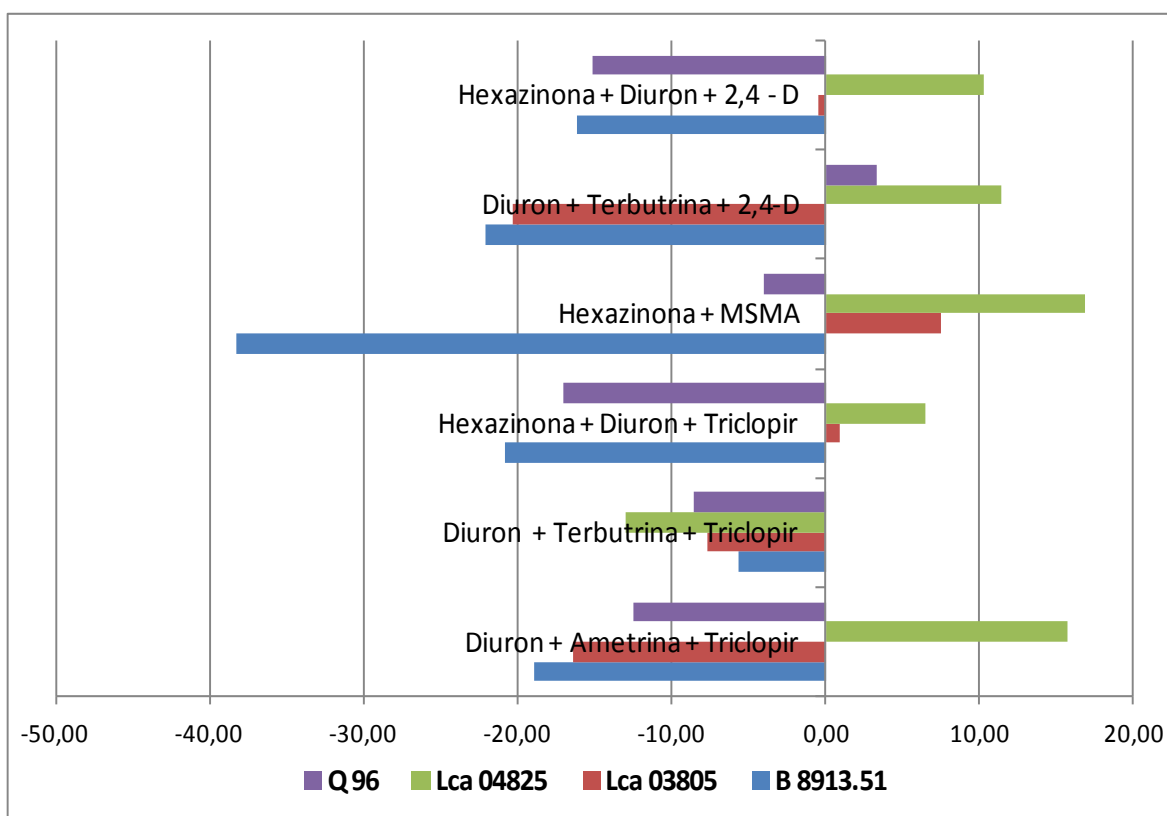


Figura 11. Diferencia porcentual en la producción de caña (tm/ha) respecto al testigo provocado por las diferentes mezclas de herbicidas aplicadas al estudio.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA TOLERANCIA DE TRES VARIEDADES
COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A SEIS HERBICIDAS POST
EMERGENTES EN LA REGIÓN NORTE. (Tercera Cosecha)**

La Región Norte cuenta también con una cantidad importante de variedades de caña adaptadas a las diferentes condiciones de suelo y microclimas de la región; sin embargo, algunas de ellas se ven afectadas variablemente a la aplicación de algunos herbicidas.

Estas diferencias por lo general son detectables, pero no cuantificables en los rendimientos agroindustriales, al punto que indiquen de acuerdo al grado de afectación poder suprimir el o los herbicidas aplicados a una determinada variedad.

Por este motivo y bajo los mismos principios y metodología aplicada en la Región Sur, se estableció este ensayo en esta región, específicamente en una finca del Ingenio Quebrada Azul, la precipitación media es de 2.526,3 mm anuales y una temperatura media de 27,9°C

Las variedades seleccionadas para el ensayo fueron: B 76-385, LAICA 01-604, LAICA 96-02 y PR 80-2068; los herbicidas evaluados y sus dosis fueron Diurón 80 WG (4 kg/ha), Ametrina 80 WG (4 kg ha), Terbutrina 80 WG (4kg/ha), Hexazinona 75 WP (0,6 kg/ha), MSMA 72 SL (2 lt/ha), Triclopir 48 EC (1 lt/ha) y un tratamiento Testigo sin aplicación .

Las variedades se sembraron en parcelas de 4 surcos de 6 metros y cada uno de los herbicidas se aplicó con bomba de espalda utilizando una boquilla AI 11003 para una descarga de 368 l/ha, dirigiendo la aplicación al follaje de la caña cuando esta tenía aproximadamente 2 - 3 meses de edad. Las dosis de los herbicidas se duplicaron para que se manifieste su fitotoxicidad y se acumule el producto en la planta.

El diseño experimental utilizado fue un Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y se analizó en Arreglo Factorial 4⁷. En el Cuadro 37 se presentan las variables agroindustriales analizadas después de la cosecha de las parcelas en estudio y tratadas con los diferentes herbicidas.

En el mismo Cuadro 37, se presenta el análisis de varianza de los tratamientos evaluados en todas las variables agroindustriales, y como se aprecia en dicho cuadro, se presentaron diferencias significativas entre las variedades en la producción de caña/ha donde sobresalió en este rubro la variedad PR 80-2038, seguida de la variedad B 76-385.

En la interacción variedades - herbicidas, las diferencias fueron evidentes según la prueba de medias (Tuckey 5%) donde en la variedad LAICA 96-02 fue donde dichas diferencias fueron marcadas principalmente por el herbicida Hexazinona, el cual afectó a dicha variedad en más de un 34% en la producción de caña (tm/ha). Este herbicida también afectó a las demás variedades evaluadas en más de un 11%. Por otra parte, la variedad más sensible a los herbicidas fue Laica 9602, con una afección superior al 24% y la variedad menos afectada fue PR 80-2038, la cual por el contrario incrementó su producción respecto al Testigo en más de un 2%.



Figura 12. Parcela libre de síntomas de fitotoxicidad por los tratamientos de herbicidas.

Cuadro 37
Análisis de varianza del resultado de la tercera cosecha en la evaluación
de la tolerancia de diferentes variedades comerciales de caña de azúcar
a diferentes herbicidas en la Región Norte

Fuente variación	G.L.	Tm caña /ha	P(f)
Bloques	2	361,37	0,09
Variedades	3	6.041,74	0
Herbicidas	6	287,27	0,08
Variedades* Herbicidas	18	287,29	0,03
ERROR	54	143,54	
total	83	33.494,11	
CV %		10,02	
Medias Variedades		FACTOR A	SEP
B 76385		132,41	ab
Laica 01 604		115,57	bc
Laica 96 02		97,26	c
PR802038		133,16	a
Medias Herbicidas		FACTOR B	SEP
Ametrina		117,82	
Diuron		116,78	
Hexazinona		111,32	
MSMA		122,94	
Terbutrina		123,49	
Testigo		125,72	
Triclopir		119,12	
Variedades * herbicidas		INTER A*B	SEP
B 76385 -Ametrina		131,57	Aa
B 76 385- Diuron		138,8	Aa
B 76 385 -Hexazinona		109,35	ABa
B 76 385 - Msma		138,89	Aa
B 76 385 Terbutrina		138,61	Aa
B 76 385- Testigo		134,35	Aa
B 76 385 - Triclopyr		135,28	Aa
Laica 01 604 - Ametrina		117,78	Aa
Laica 01 604 - Diuron		101,67	ABa
Laica 01 604 - Hexazinona		121,11	Aa
Laica 01 604 - Msma		112,69	Aa
Laica 01 604 - Terbutrina		125,55	ABa
Laica 01 604 - Testigo		114,26	Aa
Laica 01 604 - Triclopyr		115,92	ABa
Laica 96 02 - Ametrina		92,78	Aab
Laica 96 02 - Diuron		96,94	Bab
Laica 96 02 - Hexazinona		81,39	Bb
Laica 96 02 - Msma		107,22	Aab
Laica 96 02 - Terbutrina		92,68	Bab
Laica 96 02 - Testigo		123,61	Aa
Laica 96 02 - Triclopyr		86,2	Bab
PR 80 2068 - Ametrina		129,17	Aa
PR 80 2068 - Diuron		129,72	ABa
PR 80 2068 - Hexazinona		133,42	Aa
PR 80 2068 - Msma		132,96	Aa
PR 802068 - Terbutrina		137,13	Aa
PR 80 2068 - Testigo		130,65	Aa
PR 80 2068 - Triclopyr		139,07	Aa

Cuadro 38

Diferencia porcentual respecto al testigo, en las tm de caña obtenida con la aplicación de los herbicidas a las variedades en la tercera cosecha en la Región Norte

HERBICIDAS	VARIETADES COMERCIALES				Promedio %
	B 76 385	LAICA 01604	LAICA 96 02	PR 80 2038	
	%TM/Ha	%TM/Ha	%TM/Ha	%TM/Ha	
DIURON 80 WG (4KG/HA)	3,31	-11,02	-21,58	-0,71	-7,50
AMETRINA 80 WG (6 KG/HA)	-2,07	3,08	-24,94	-1,13	-6,27
TERBUTRINA 80 WG (4KG/HA)	3,17	9,88	-25,02	4,96	-1,75
HEXAZINONA 75 WP (0,6KG/HA)	-18,61	6,00	-34,16	2,06	-11,18
MSMA 72 SL(2LT/HA)	3,38	-1,37	-12,20	1,77	-2,11
TRICLOPIR 48 EC (1.5 LT/HA)	0,69	1,24	-30,26	6,44	-5,47
TESTIGO	134,35	114,26	123,61	130,65	
Promedio %	-1,69	1,30	-24,69	2,23	



RESPUESTA PRODUCTIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE FÓSFORO FOLIAR CON DIFERENTES COADYUVANTES EN CONDICIONES DE INVERNADERO

La fertilización foliar en la caña de azúcar no ha sido una práctica tradicional en el manejo del cultivo; sin embargo, muchos son los productos que recientemente aparecen en el mercado de los agroquímicos y por lo tanto eso lo convierte en una necesidad de investigación en la búsqueda de una alternativa más para mejorar su condición nutricional.

En la búsqueda de respuestas productivas importantes a la incorporación de nutrimentos menores, aminoácidos y productos hormonales, se espera lograr ampliar una mayor base nutricional complementaria a la fertilización convencional del cultivo al suelo. Sin embargo, la caña de azúcar responde ofrece una baja respuesta a las aplicaciones de fertilizantes foliares, por lo que resulta imperante estudiar diversas opciones con productos que induzcan una mayor penetración de los fertilizantes foliares.

Por este motivo el objetivo de este estudio, consistió en evaluar diferentes coadyuvantes que ayuden, a obtener un mayor aprovechamiento de los diferentes productos foliares en el desarrollo inicial 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, y una temperatura media 23°C. Cada unidad experimental estuvo constituida por una bolsa plástica con capacidad de almacenar aproximadamente 2 kg de suelo y a los cuales se le sembraron esquejes de una yema previamente pre germinada en una cama estéril y seleccionada, antes de ser sembradas para disminuir diferencias en crecimiento. El suelo utilizado en este estudio preliminar es un suelo Ultisol y cuyas características se presentan en el Cuadro 39, donde se evidencia que es un suelo nutricionalmente carente de los nutrimentos básicos para tener un desarrollo adecuado del cultivo.

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Irrestricto al Azar con tres repeticiones y con un diseño de tratamientos Factorial de 3⁴. Cuando las plántulas de caña tuvieron 6 hojas verdaderas se les aplicó una solución provista de un producto foliar con alto contenido de Fósforo y otro provisto de Nitrógeno acompañado de un tratamiento adicional, que permitiera una mayor penetración del fertilizante a la planta. En el Cuadro 40 se presentan los productos utilizados en este estudio, así como sus contenidos nutricionales. En el Cuadro 41 se presentan los tratamientos evaluados. Las plántulas se evaluaron cuando cumplieron un mes posterior a su aplicación y se pesaron (Peso Seco) y midieron los hijos emergentes en cada bolsa y los resultados se presentan en el Cuadro 42.

Cuadro 39

Análisis Químico del suelo en la evaluación de diferentes tratamientos en la caña de azúcar tratada con diferentes productos foliares y adyuvantes en condiciones de invernadero

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

Cuadro 40

Características de los productos utilizados en la evaluación de diferentes productos foliares en condiciones de invernadero

Producto	Dosis	Acción	Contenido mineral
Control N	2 Lt / 200 L	Fert Nitrogenado Lenta Liberacion	Nitrogeno Ureico 9,82 % PV + Nitrogeno Soluble 25,42 % PV
TECH SPRAY HI K	1 - 4 Lt / ha	Fertilizante foliar	Fosforo (P2O5) 43,32 % +Potasio(K2O) 46,65 % + Inertes 10,03 %
Potafos 45	0,5 Lt / 200 L	Fertilizante foliar	Aminoacidos 2% + Fosforo (P2O5) 34 % + Potasio (K2O) 45 % Azucares Invertidos 4 % + Acidos Fulvicos 0,75 % + Inertes 14 ,25
CAFESA 12 - 61 - 0	15 gr / Lt	Fertilizante Foliar	Nitrogeno 12 % + Fosforo (P2O5) 61 % + Inertes 27 %

Cuadro 41

Tratamientos evaluados en la caña de azúcar tratada con diferentes productos foliares y adyuvantes en condiciones de invernadero

#	tratamientos
1	Cafesa (15 g / L) + Control N (2 L / ha) + Testigo
2	Cafesa (15 g / L) + Control N (2 L / ha) + Acidificante (20 gotas / Litro
3	Cafesa (15 g / L) + Control N (2 L / ha) + Penetrante WK 1ml /Litro
4	Cafesa (15 g / L) + Control N (2 L / ha) + Megafol (4 L/ ha)
5	Tech spray hi k (4 L / ha) + Control N (2 L / ha) + Testigo
6	Tech spray hi k (4 L / ha) + Control N (2 L / ha) + Acidificante (20 gotas /Litro)
7	Tech spray hi k (4 L / ha) + Control N (2 L / ha) + Penetrante WK (1 ml / L)
8	Tech spray hi k (4 L / ha) + Control N (2 L / ha) + Megafol (4 L/ ha)
9	Potafos (0,5 L / ha) + Control N (2 L / ha) + Testigo
10	Potafos (0,5 L / ha) + Control N (2 L / ha) + Acidificante (20 gotas / L)
11	Potafos (0,5 L / ha) + Control N (2 L / ha) + Penetrante WK (1 ml / L)
12	Potafos (0,5 L / ha) + Control N (2 L / ha) + Megafol (4 L /Ha)
13	Testigo Absoluto
14	Testigo Fertilizado(400 kg/ha 10 - 30 - 10)

En el Cuadro 42 se presenta el resultado de la evaluación de los diferentes tratamientos, observándose la ausencia de diferencias significativas tanto entre los tratamientos foliares, así como entre los adyuvantes utilizados para mejorar la penetración de los productos. En la Figura 15 se observa como el mejor tratamiento fue el Testigo fertilizado al suelo, y entre los tratamientos foliares la aplicación del producto **Tech spray hi k** con la acidificación del medio pareciera ser un tratamiento competitivo. También con los coadyuvantes, la acidificación del medio pareciera que ayuda en obtener una mejor efectividad. En general se observa que a pesar de no presentarse diferencias significativas, los resultados obtenidos son alentadores en el sentido de que foliarmente se podría inducir en trabajos futuros.



Figura 13. Plántulas de caña tratadas con los diferentes foliares en el invernadero.



Figura 14. Medición de la altura de las plántulas en la lígula de la hoja +3.

Cuadro 42

Análisis de varianza aplicado a los diferentes tratamientos evaluado en la caña de azúcar tratada con diferentes productos foliares y adyuvantes en condiciones de invernadero

Fuente variacion	G.L.	CM	P(f)
Foliar	2	4,11	1
Adyuvante	3	15,15	1
Foliar vs Adyuvante	6	23,93	1
Factores vs no factores	2	32,21	0,36
Error	28	30,12	
Total	41	1.104,98	
Cv %		23,89	
Foliares		Grs / planta	SEP
Cafesa		23,33	
Tech spray hi K		22,17	
Potafos		22,67	
Adyuvantes		Grs / planta	SEP
Testigo		21	
Acidificante ph 5		24,11	
Penetrante		23,11	
Megafol		22,67	
Foliares vs Adyuvantes		Grs / planta	SEP
1		22,67	
2		23,33	
3		22	
4		25,33	
5		19	
6		27,33	
7		23,67	
8		18,67	
9		21,33	
10		21,67	
11		23,67	
12		24	
13		21,67	
14		27,33	

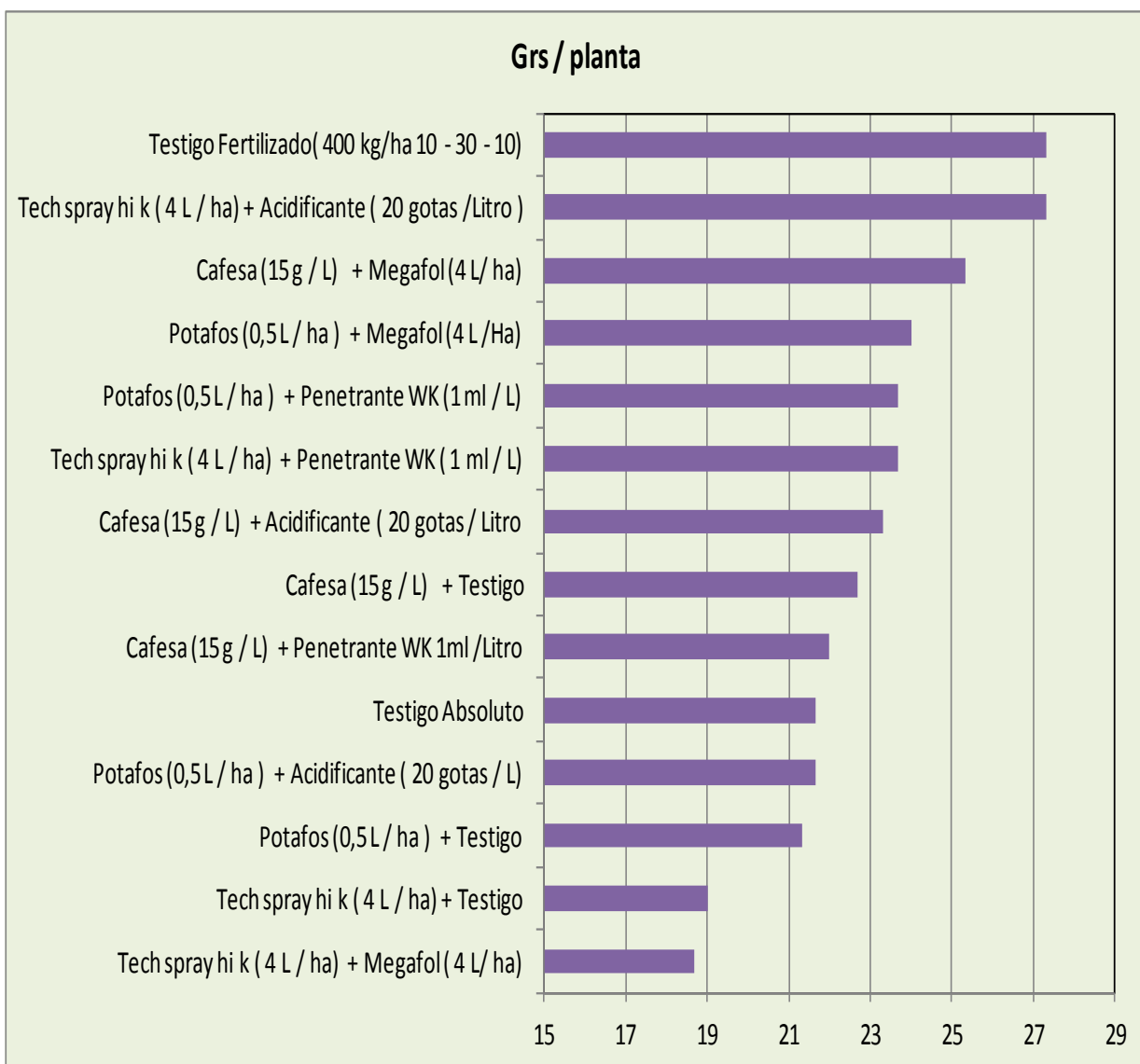


Figura 15. Peso (gr) promedio por planta de cada tratamiento evaluado en la caña de azúcar tratada con diferentes productos foliares y adyuvantes en condiciones de invernadero.

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 obtener mayores rendimientos agroindustriales y también una mayor longevidad de las socas.

Bajo esta premisa se han desarrollado una gran cantidad de productos Bio-estimulantes con características orientadas a mejorar la actividad microbial en el suelo y así proveer un mejor desarrollo radicular, permitiendo a las plantas, 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 productiva a la aplicación de estos 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 y una temperatura media 23°C.

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 esquejes de una yema, previamente germinadas en una cama estéril y seleccionada antes de ser trasplantadas, 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 43 donde se evidencia que es un suelo nutricionalmente pobre.

Se utilizó un diseño experimental Irrestricto al Azar con tres repeticiones. Antes de la siembra se aplicaron los tratamientos cuyas características se presentan en el Cuadro 44. 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 cumplieron aproximadamente un mes posterior a la aplicación 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 (cm) el grosor del tallo y se pesaron (gr) las plántulas (peso seco).



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

Cuadro 43
Análisis químico del suelo utilizado en el llenado de los potes

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

Cuadro 44
Características y contenido nutricional de los productos Bio-estimulantes
utilizados en el estudio

Producto	Dosis	acción	Contenido nutricional
Alga Soil	70 kg / ha	Extracto de Algas Marinas	Nitrogeno total 2% +Fosforo (P2O5) 2 % + Pötasio (K2O) 2 % + MO 70 %
Radix 35 %	2 tab / ha	Regulador Crecimiento e inductor raices	Acido indol 3 butirico 35 % + Inertes 65 %
Bionitrogen	2 kg / ha	Bioestimulante	Aminoacidos 85 % ,N total 13,4 % , K2O 4 % , inertes 11 %
Agrosuelo	15 L / ha		Extractos Fermentacion 90 % + Nitrogeno 2.5 % + Acidos Humicos 3.6 % + Acidos Fulvicos 3.15 %
Trimat	2 - 3 / Lt / ha	Promotor fitoalexinas y proteinas estimulador microorganismos suelo mejora cond fisicas y intercambio cationico	Nitrogeno 6%+fosforo (P2O5) 9 %+Potasio (K2O) 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 % + Aminoacidos 2% + Extrac org 6 %+ Quelatos e inertes 66,60 %
ERGO SET 20 G	50 - 90 kg / ha	Biocatalizador Activado para fertilizantes solidos	N Total 2,71%,P2 O5 8,14% ,K2O 2,71%,CaO 8,54 ,MgO 1,13% S 3,39% ,B 0,34% ,Co 0,11%,Cu 0,68 %,Fe 1,36% Mo0,14 %,Mn 2,034 % ,Zn 2,71 % , inertes 64,04
MZ Metalosatos	0,5l / ha	Fertilizante Quelatos	Zinc 3 %,Manganeso,3 %, Quelatantes 94 %
Biota Max	1 tab / 1000 m2		No hay información

En el Cuadro 45 se presentan los resultados obtenidos en la primera evaluación, tomando en cuenta el Análisis de Varianza efectuado en las tres variables evaluadas en este estudio. Se observa en dicho cuadro que solamente la variable tamaño de las plantas presentó diferencias significativas, sobresaliendo el tratamiento con **Algasoil**, el cual superó al tratamiento Testigo en más de un 7% en el tamaño de las plantas. Los demás tratamientos en esta variable no presentaron diferencias significativas con el tratamiento Testigo ni con el **Algasoil**.

En la variable diámetro del tallo los tratamientos con **Algasoil** y **Ergoset** presentaron los mayores diámetros de los tallos.

La Figura 17 se presenta el comportamiento de los tratamientos en el tamaño de las plantas, donde además de lo señalado con anterioridad se observa que dos de los tratamientos, **Agrosuelo** y **Bionitrogen**, curiosamente presentaron valores inferiores a los presentados por el tratamiento testigo. Es importante recordar que este estudio se realizó en condiciones controladas donde es de esperar y como se dio coeficientes de varianza muy bajos.

En la Figura 18 se presenta también el resultado obtenido con el peso de las raíces de los tratamientos evaluados, sobresaliendo **Biota Max** con un incremento respecto al Testigo de más de un 18%, seguido por el tratamiento con **Ergoset**. Es evidente que en esta etapa del cultivo no hay una correlación muy directa entre el desarrollo radicular de la planta y el desarrollo de los tallos.

Cuadro 45

Análisis de varianza aplicado a los diferentes tratamientos Bio estimulantes aplicados al cultivo de la caña de azúcar en condiciones de invernadero

Andeva		Altura cm		Diametro mm		Peso seco raiz gr	
F de Variacion	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
tratamientos	8	27,25	0,01	0,73	0,11	24,83	0,23
Error	18	6,78		0,37		16,56	
Total	26	340,09		12,45		496,67	
CV %		5,7		6,44		20,46	
tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
AGROSUELO 15 L / ha		44,17	ab	9,09		18,33	
Bionitrogen 2 kg / ha		38,67	b	9,2		14,33	
Biota Max 1 tab / 1000 m2		46,23	ab	9,61		23,33	
Algasoil 70 kg /ha		49,33	a	10,08		18,67	
Metalosatos 0,5 L/ha		46,17	ab	8,86		20,67	
Radix 9 gr /ha		47,83	ab	9,8		23	
Trimat 2 - 3 L / ha		47,17	ab	9,31		19	
Ergoset 90 kg / ha		46,33	ab	10,01		22,67	
Testigo		45,5	ab	8,71		19	

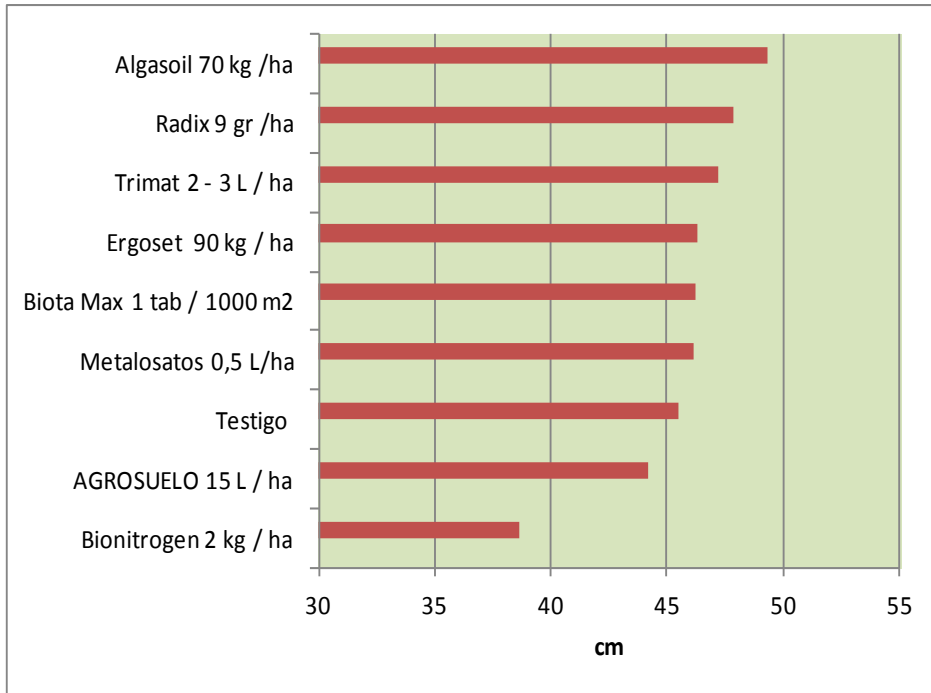


Figura 17. Altura en cm de las plantas de caña de azúcar tratadas con diferentes productos estimulantes radiculares en condiciones de invernadero.

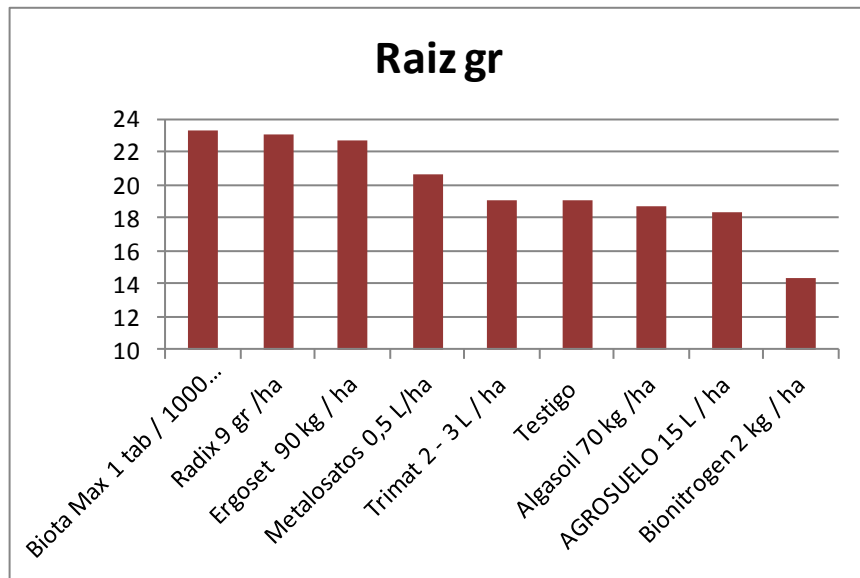


Figura 18. Peso seco de la raíz (gr) de las plantas de caña de azúcar tratadas con diferentes productos estimulantes radiculares en condiciones de invernadero.

EFFECTO DE DIFERENTES PRODUCTOS FOLIARES Y DE SUELO RECOMENDADOS POR DIFERENTES CASAS COMERCIALES EN TURRIALBA, CARTAGO. (Primera 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 del 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 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.

Se utilizaron dos variedades comerciales B 77-95 y B 76-259, por su importancia 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 46, 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 realizó en el momento de la siembra, la siguiente entre 2 - 3 meses y la tercera a los 4 meses de edad del cultivo.

Cuadro 46
Resultado del análisis químico del suelo utilizado en el ensayo
y tomado de dos extractos del perfil del suelo

Profundidad	PH	Acidez	% SA	Cmoles / L			Mg / L					CICE
				Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	
20 cm	5,6	0,2	2,17	6,8	1,9	0,29	10	3,6	20	16	147	9,19
40 cm	5,6	0,25	3,6	5,3	1,3	0,08	5	3	18	21	102	6,93



Figura 19. Aplicación de productos foliares en las parcelas del ensayo.

Cuadro 47
Tratamientos aplicados a las dos variedades comerciales de Caña de azúcar
recomendadas a los productores de Turrialba

tratamientos	Empresa	primera aplicación	Segunda aplicación	Tercera aplicación
1	FERBA Ing Fredy Fernandez Tel 22725303	10 30 10 400 kg /ha	Protifert LMW 2 lt (2) Sulfato zinc 22% 1 kg (3) Nitrato Potasio 3 kg (4) Sulfato Magnesio 4kg (5) Acido Borico 1 kg Acido citrico a ph 4,5 - 5 (1) Volumen agua 485 lt / ha altura caña 50 cm ph agua 4.5 Nutran 270 kg / ha	Protifert LMW 2 lt (2) Sulfato zinc 22% 1 kg (3) Nitrato Potasio 3 kg (4) Sulfato Magnesio 4kg (5) Acido Borico 1 kg Acido citrico a ph 4,5 - 5 (1) Volumen agua lt/ha altura caña 50 cm ph agua 15 - 3 - 31 400 kg / ha
2	AGROCOSTA Ing Luis F Avendaño Tel 83803753	Algasoil 100 kg / ha Siembra cultivo Fondo surco 10 30 10 400 kg /ha	Nutran 270 kg / ha	15 - 3 - 31 400 kg / ha
3	AGRIAL Ing Karen Muñoz tel 8707 6486	10 30 10 400 kg /ha	Sinergipron 2 l/ha 7.46 cc / Lt Nutran 270 kg / ha	Megafol 2 lt / ha antes cierre 15 - 3 - 31 400 kg / ha
4	MASADA SA Ing Ruben Venegas Tel 83 55 97 59	Trimat 3 lt / ha dirigido semilla en surco a la siembra 10 30 10 400 kg /ha	PGR 2 L / ha Trimat 3 L / ha 326 L / ha suelo ,268 l / ha Fol Nutran 270 kg / ha	30 dias pos siembra el fert 12- 10- 2+ elementos menores 15 - 3 - 31 400 kg / ha
5	PCD Ing Gilbert Rojas Tel	Bionitrogen 2 kg / ha Surco siembra 10 30 10 400 kg /ha	Bionitrogen 2 kg / ha diluido agua Tech - Flo - Sigma 1 L / ha Nutran 135 kg / ha	15 - 3 - 31 400 kg / ha
6	Testigo	10 30 10 400 kg /ha	Nutran 270 kg / ha	15 - 3 - 31 400 kg / ha

En el siguiente Cuadro 48 se presenta el Análisis de Varianza, observándose diferencias significativas entre las dos variedades, y donde la variedad B76-259 superó a la variedad B 77-95 en todas las variables agroindustriales.

También se presentaron diferencias significativas en la variable producción de caña (tm/ha) y en el cual, el paquete de recomendación de la compañía **FERBA**, presentó la mayor producción con diferencias según la prueba de medias únicamente con el tratamiento de la compañía de la **PCD**.

En la interacción entre variedades y productos foliares (Figura 20), se presentaron diferencias solamente en la variable producción de caña (t/ha). En lo que corresponde a las variedades, la variedad B 76 259 no presentó diferencias entre los tratamientos según la prueba de medias de Tuckey 5%; sin embargo, en la variedad B 77-95 los productos de la compañía **FERBA** presentaron la mayor producción de caña/ha superando al tratamiento Testigo en más de un 21% en esta primera cosecha. Con estos resultados preliminares es necesario realizar más cosechas para lograr mejores conclusiones.



Cuadro 48
Análisis de varianza aplicado a la evaluación de diferentes productos foliares
recomendados por diferentes casas comerciales

Fuente variación	G.L.	% Brix	P(f)	% Pureza	P(f)	% Sac	P(f)	Rend. Ind	P(f)	Tm Caña /ha	P(f)	Tm Azúcar /ha	P(f)
Bloques	2	0,03	1	1,91	1	0,06	1	14,86	1	119,27	1	0,78	1
Variedades	1	7,56	0,01	15,39	0,29	8,15	0,01	64,16	1	5.749,94	0	109,17	0
Foliares	5	1,05	0,29	5,42	1	1,03	0,39	32,17	1	538,56	0,01	11,45	0,06
VAR * Foliares	5	0,78	1	18,62	0,25	0,6	1	38,57	1	533,5	0,01	8,52	0,15
Error	22	0,8		12,92		0,93		106,22		125,35		4,63	
Total	35	34,25		423,59		36,95		2.784,40		14.106,49		312,35	
% CV		4,48		4		5,36		8,26		7,68		11,79	
Tratamientos		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
B76259		20,36	a	90,41		18,52	a	126,17		158,42	a	19,98	a
B 77 95		19,44	b	89,11		17,57	b	123,5		133,14	b	16,5	b
Paquetes Recomendación		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
1 Ferba		20,25		90,97		18,42		126,57		161,24	a	20,4	
2 Agrocosta		20,58		89,48		18,69		126,7		152,3	ab	19,32	
3 Agrial		19,7		89,53		17,65		127,01		138,09	ab	17,58	
4 Masada		19,63		90,88		17,85		124,19		143,84	ab	17,89	
5 PCD		19,63		88,74		17,76		121,29		135,86	b	16,54	
6 Testigo		19,58		88,97		17,88		123,23		143,36	ab	17,72	
Variedad / Paq Recomendado		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
1 B 76259 / Ferba		20,33		90,71		18,44		127,09		161,88	Aa	20,57	
2 B 76259 / Agrocosta		20,57		92,04		18,93		128,55		152,94	Aa	19,66	
3 B 76259 / Agrial		20,63		90,09		18,59		126,22		157,41	Aa	19,85	
4 B 76259 / Masada		20,23		90,7		18,35		125,38		160,6	Aa	20,14	
5 B 76259 / PCD		20,27		87,08		18,33		120,49		157,09	Aa	18,93	
6 B 76259 / Testigo		20,1		91,86		18,46		129,26		160,6	Aa	20,77	
1 B 77 95 / Ferba		20,17		91,23		18,4		126,05		160,6	Aa	20,24	
2 B 77 95 / Agrocosta		20,6		86,92		18,45		124,84		151,66	Aab	18,98	
3 B 77 95 / Agrial		18,77		88,97		16,71		127,81		118,77	Bb	15,31	
4 B 77 95 / Masada		19,03		91,06		17,35		123		127,08	Aab	15,65	
5 B 77 95 / PCD		19		90,39		17,2		122,08		114,62	Bb	14,16	
6 B 77 95 / Testigo		19,07		86,07		17,29		117,19		126,12	Bb	14,67	

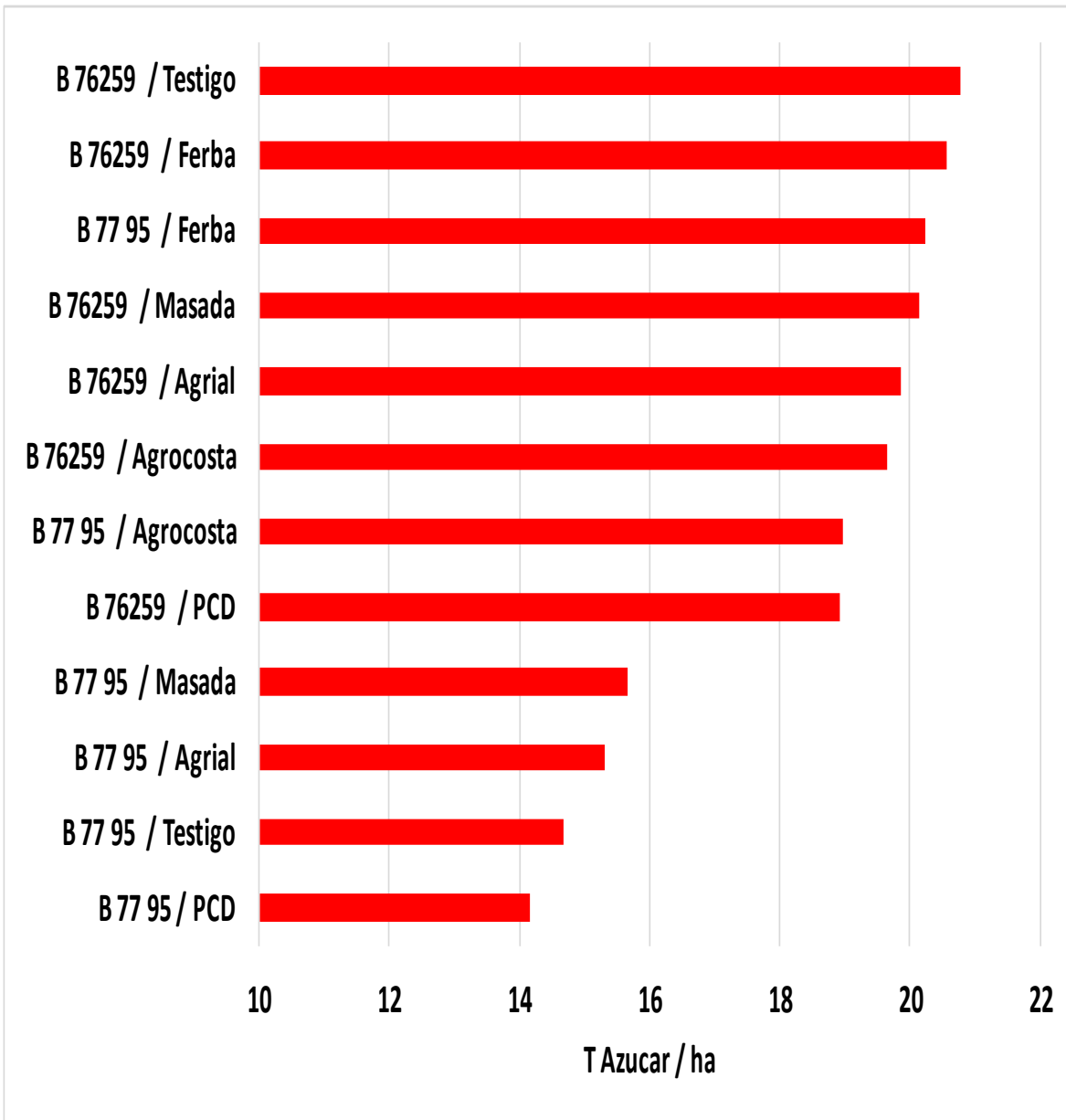


Figura 20. Producción de azúcar obtenida con los diferentes tratamientos.

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

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

Tradicionalmente se ha utilizado el herbicida Glifosato, el cual al ser un graminicida muy eficaz, detiene el crecimiento del cultivo forzando así su madurez, sin embargo parte de la molécula de este herbicida se transloca a la cepa del cultivo, acumulándose allí ante la incapacidad de 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 alternativa 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 efecto también madurante en el cultivo.

Ante la presencia de muchos productos de este tipo se planteó el siguiente objetivo. Evaluar el efecto de diferentes productos madurantes no herbicidas en el rendimiento industrial y en la longevidad de las socas, respecto al herbicida Glifosato en la caña de azúcar en la Región Sur.

El ensayo se estableció en la finca Sonador de Buenos Aires, Puntarenas, a una altitud de 386 msnm, una temperatura media de 25,0°C y una precipitación media anual de 2.259 mm.

El diseño fue Bloques Completos al Azar con tres repeticiones, las parcelas fueron previamente aleatorizadas y estuvieron constituidas por 5 surcos de 9 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 49 donde hay un producto hormonal, dos Fosfitos de Potasio, dos Fosfatos de Potasio 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 tm 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 11003 se realizó la aplicación, evitando al máximo la contaminación de las parcelas adyacentes. En la Figura 21 se presenta la estructura utilizada con éxito para la aplicación de los diferentes productos madurantes y en la Figura 22 se aprecia el tamaño de la caña tratada con los madurantes.



Figura 21. Estructura utilizada y forma de aplicación de los diferentes productos madurantes en este estudio.



Figura 22. Estado de desarrollo del cultivo al momento de la aplicación de los madurantes.

Cuadro 49
Características de los diferentes tratamientos aplicados a la caña de azúcar

Numero	PRODUCTO	DOSIS/HA	CARACTERÍSTICAS	COMPOSICIÓN	CASA COMERCIAL DISTRIBUIDORA
1	Moddus 25 EC	0.9 l	Fitorregulador Ethil Trinexapac Ciclohexadiona	-	-
2	DP 98	3 l	Fosfito de Potasio	4-37,8-17,5	ABOPAC
3	Potafos 45	2 l	Fertilizante foliar Quelatado (Fosfato de Potasio)	0-34-45 2% Aminoácidos 4% Azúcares invertidos (monosacáridos) 0,75 % Ácidos Fúlvicos	EUROSEMILLAS
4	Techs Spray	1 l	Fosfato de Potasio	0-43,32-46,65	PCD
	0-70-10	0,5 l	Foliar Complementario		
	NAIAD	0,5 L	Foliar Complementario		
7	Cosmo Madurador	2 kg	Fosfato de Potasio	0-32-43 + ADTA	RESUSA
8	Nutri Phite	1,5 kg	Fosfito de Potasio	0-48-40	RESUSA
9	Glifosato 35,6 SL	0,8 l *	-	-	-
10	Glifosato 35,6 SL 0,4 l + Moddus 25 EC 0,45 l				
11	Glifosato 35,6 SL 0,4 l + NutriPhite 0,75 kg				
12	Testigo Sin Madurante				

En el Cuadro 50 se presenta el resultado del Análisis de Varianza realizado a los diferentes tratamientos evaluados en este estudio, observándose que se presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos madurantes, sobresaliendo el **Moddus 25 EC** el cual supero al tratamiento Testigo en más de 9 kg de azúcar/tm de caña.

Este tratamiento no presentó diferencias significativas con los demás tratamientos evaluados, los cuales tampoco presentaron diferencias con el Testigo (sin aplicación). Cabe resaltar el hecho de que los madurantes no herbicidas más utilizados son los Fosfitos de Potasio; sin embargo, en esta cosecha los tratamientos con Fosfatos de Potasio presentaron mayores Rendimientos Industriales que los Fosfitos de Potasio.

Uno de los objetivos relevantes de este experimento además de obtener diversas opciones como madurantes, es el de valorar el efecto del herbicida Glifosato en la producción de la caña a través de las socas, para ello la cosecha y la producción de las parcelas es vital; sin embargo, en esta cosecha es irrelevante este factor por lo que se realizara en los cortes sucesivos.

Cuadro 50
Resultados del análisis de varianza realizado a los tratamientos evaluados en caña soca

ANDEVA		% BRIX		% SAC		% PUREZA		% FIBRA		REN. IND	
F de Var	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Bloques	3	0,16	1	0,3	0,17	0,9	1	0,69	0,34	20,95	0,27
Tratamientos	9	0,43	0,05	0,47	0,02	1,52	0,3	0,39	1	31,89	7
Error	27	0,19		0,17		1,2		0,6		15,21	
Total	39	9,61		9,67		48,9		21,72		760,6	
% CV		2,16		2		1,23		4,51		3,57	
DMS		1,08		1,01		1,01		1,01		9,59	
Tratamientos		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
COSMO MADURADOR		19	b	17,91	b	89,79		17,23		107,57	ab
DP 98		20,29	ab	17,95	b	88,51		17,25		107,13	ab
GLIF. + MODDUS		20	ab	18,27	ab	89,89		17		110,71	ab
GLIF. + NUTRIPHITE		20,54	ab	18,36	ab	89,43		17		110,28	ab
GLIFOSATO		20,39	ab	18,21	ab	89,28		17,36		108,68	ab
MODDUS		21,15	a	18,98	a	89,72		16,98		114,09	a
NUTRIPHITE		20	ab	17	b	88,3		17,29		106,78	ab
POTAFOS		20,18	ab	18,04	ab	89,41		16		111,46	ab
TECH SPRAY		20,7	ab	18,5	ab	89,37		17,14		111,15	ab
TESTIGO		20,29	ab	17	b	88,25		17,46		104,47	b

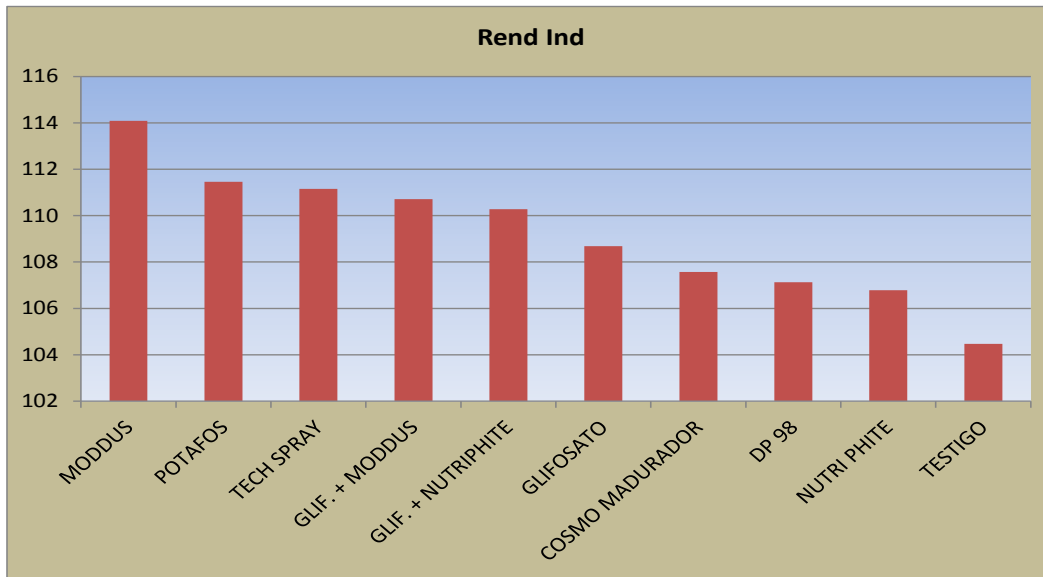


Figura 23. Rendimiento industrial (kg azúcar/ T caña obtenido en las parcelas tratadas con los diferentes tratamientes madurantes.



EVALUACIÓN DE DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGIÓN SUR

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 en la región.

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 51.

Cuadro 51
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 (tratamiento Testigo) de 1,5 m. entre surcos.

En el Cuadro 52 se presentan los resultados de la primera cosecha y su correspondiente análisis de varianza, observándose en dicho cuadro en cuanto a las distancias de siembra se obtuvo diferencias significativas en la producción de caña y azúcar (tm/ha), donde el mejor tratamiento de 1,6 m superó al tratamiento Testigo (1,5 m) en más de un 13%. En la

producción de azúcar (tm/ha) el mejor tratamiento fue la distancia en surco doble de 1,4 m, superando también al tratamiento Testigo en casi 2 tm de azúcar por hectárea. Este comportamiento tan variado en ambas variables se debió a la diferencia entre estos tratamientos en el Rendimiento Industrial.

Entre las variedades se presentaron diferencias en el Rendimiento Industrial donde la mejor variedad fue LAICA 01-604 y en producción de caña (tm/ha) la variedad LAICA 05-805.

En la interacción distancias por variedades, se observa en el Cuadro 52 como se presentaron diferencias significativas en las variables producción de caña y azúcar (tm/ha); como esas diferencias se encuentran ligadas entre sí, analizaremos la variable producción de azúcar.

El mejor tratamiento (Figura 24) fue la distancia de 1,4 m para la variedad LAICA 05-805, en la variedad LAICA 01-604 fue de 1,6 m y en la variedad LAICA 04-825 todas las distancias fueron muy similares, por lo que no se puede señalar alguna de ellas como sobresaliente.

En general todas las variedades incrementaron su producción de caña y azúcar en las nuevas distancias de siembra evaluadas y donde la siembra tradicional de surco sencillo a 1,5 metros quedó rezagado en forma significativa en esta primera cosecha.

Cuadro 52
Resultados del análisis de varianza realizado a los diferentes tratamientos

		% Brix		% Sac		% Pza		% Fibra		Rend Ind		TM caña / ha		Tm 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	0,41	1	0,88	0,3	2,86	1	0,25	1	10,79	1	12,79	1	0,13	1
Distancia	3	0,6	0,37	1,29	0,16	7,29	0,17	0,44	1	72,35	0,12	471,03	0,01	6,13	0,06
Variedad	2	7,93	0	15,4	0	64,98	0	0,97	1	845,97	0	1.246,24	0	1,04	1
Distancia - Variedad	6	0,53	1	0,78	0,38	2,64	1	1,44	1	40,61	0,33	268,64	0,05	5,52	0,05
Error	22	0,54		0,68		4,03		1,49		33,05		107,49		2,13	
Total	35	33,57		56,17		262,15		45,2		2.901,30		7.907,77		100,59	
CV %		3,42		4,39		2,29		8,52		4,71		9		10,4	
Medias		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
Dist.1,4 m		21,83		19,27		88,25		14,16		125,52		119,01	a	14,87	a
Dist.1,5 m		21,49		19,04		88,53		14,28		123,44		105,19	b	12,99	a
Dist.1,6 m		21,21		18,43		86,81		14,66		119,44		121,68	a	14,46	a
Dist.1,8 m		21,45		18,65		86,88		14,24		120,21		114,72	ab	13,74	a
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		22,37	a	19,89	a	88,89	a	14,56		129,89	a	107,05	b	13,93	
Laica 04 825		21,34	b	19,01	b	89,03	a	14,43		123,35	b	111,81	b	13,77	
Laica 05 805		20,77	b	17,64	c	84,93	b	14,02		113,22	c	126,59	a	14,34	
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		22,39		19,84		88,63		13,97		130,22		107,74	ABb	14,03	ABa
Dist.1,4 Laica 04 825		21,96		19,6		89,27		14,57		126,86		106,07	ABb	13,45	ABa
Dist.1,4 Laica 05 805		21,15		18,37		86,85		13,94		119,47		143,21	Aa	17,12	Aa
Dist 1,5 laica 01 604		22,03		19,69		89,39		13,75		129,45		100,32	ABa	13	ABa
Dist 1,5 Laica 04 825		21,6		19,64		90,85		14,63		127,76		108,57	ABa	13,87	ABa
Dist. 1.5 Laica 05 805		20,83		17,79		85,36		14,44		113,09		106,67	Ba	12,1	Ba
Dist.1,6 laica 01 604		22,74		20,21		88,86		15,79		132,5		116,45	Aa	15,42	Aa
Dist 1,6 Laica 04 825		20,59		18,14		88,07		13,99		118,66		113,74	ABa	13,5	ABa
Dist.1,6 Laica 05 805		20,3		16,95		83,49		14,2		107,17		134,85	ABa	14,46	ABa
Dist.1,8 laica 01 604		22,34		19,82		88,69		14,73		127,36		103,67	ABa	13,28	ABa
Dist.1,8 Laica 04 825		21,22		18,66		87,94		14,53		120,11		118,85	Aa	14,27	Aa
Dist.1,8 Laica 05 805		20,79		17,46		84,03		13,48		113,15		121,63	ABa	13,68	ABa

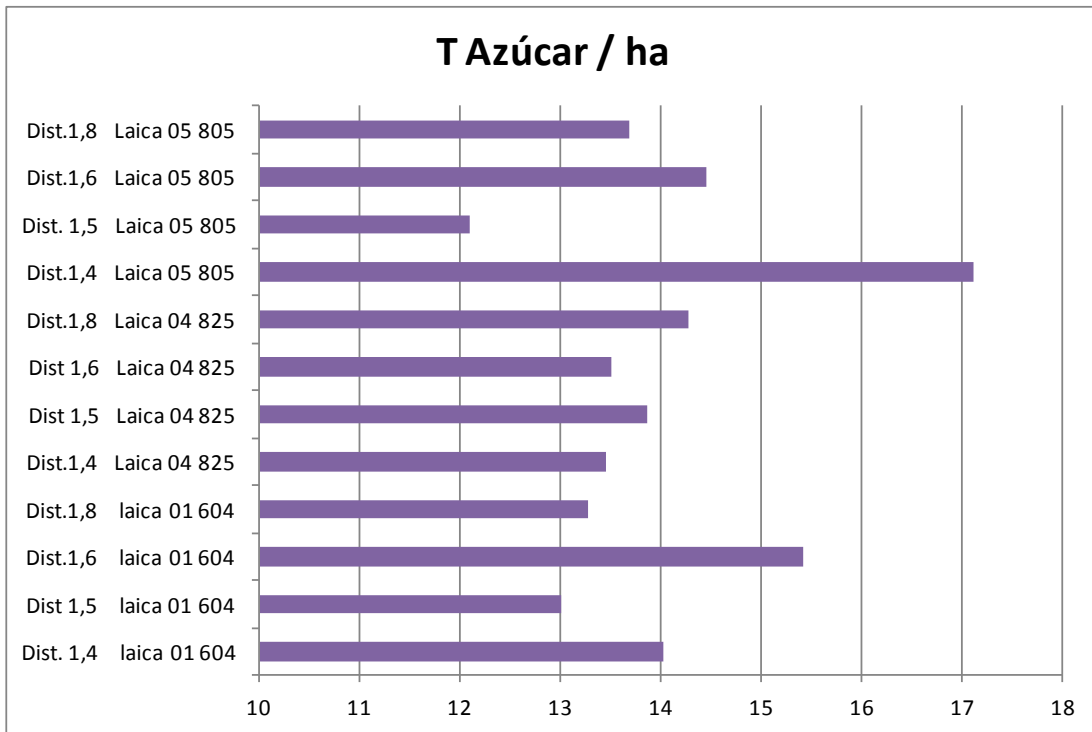


Figura 24. Producción de azúcar/ha en los diferentes tratamientos evaluados en este estudio.



Figura 25. Condición de los surcos gemelos en la evaluación de diferentes distancias de siembra en tres variedades en la Región Sur.