

“Evaluación de fuentes de silicio en caña de azúcar en combinación con materia orgánica; en un suelo ultisol de la Región Sur, Costa Rica. 2012 ”

Ing. Julio Cesar Barrantes Mora

Ing. Roberto Alfaro Portuguez

Ing. Randall Ocampo Chinchilla

Funcionarios de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. Teléfono (506) 2494-1129 email:

jbarrantes@laica.co.cr; ralfaro@laica.co.cr; rocampo@laica.co.cr

Palabra clave: Silicio, Ultisol, Caña de Azúcar, abono orgánico.

1. RESUMEN

En la Finca El Porvenir, propiedad de CoopeAgri El General R.L. se estableció esta investigación, con la finalidad de evaluar las siguientes fuentes de Silicio: A la siembra: Llanero Zeo (200 Kg./ha)+ Agrozil Zeo (100 Kg./ha); Magnesil P (300 Kg./ha); Magnesil PXA (200 Kg./ha); Daphos (200 Kg./ha); estas fuentes se combinaron con y sin abono orgánico (10.000 Kg./ha). Para el segundo corte las fuentes evaluadas y dosis fueron: Llanero Zeo (100 Kg./ha)+ Agrozil Zeo (100 Kg./ha); Magnesil P (200 Kg./ha); Magnesil PXA (124 Kg./ha) y Daphos (0 Kg./ha). Para la primera cosecha; para la variable rendimiento industrial (Kg./t), las fuentes de Silicio aplicadas sin abono orgánico incrementan la producción en 10,3% y en combinación con éste se produjo un incremento apenas del 3,74%; al comparar con el testigo. Para el segundo año para esta variable (Kg. /t) hubo efectos negativos al comparar con el testigo; para ambas combinaciones (CON y SIN abono orgánico). Para el rendimiento de campo; durante la primera cosecha, las fuentes de Silicio combinadas con abono orgánico disminuyeron la producción en un 10,1%; siendo menos marcada esta disminución cuando fueron aplicadas sin fuentes orgánicas (3,4%); sobresaliendo la fuente Magnesil PXA; que fue el único tratamiento que mostró una respuesta positiva al incrementar la producción de campo en 9,5% respecto al testigo. Este comportamiento se repite en la segunda cosecha; con descensos en el rendimiento de 6,1% en los tratamientos con abono orgánico (aplicado a la siembra) y de 4,9% cuando se aplicaron las fuentes de silicio solas.

Trabajo presentado en el V Congreso de DIECA, celebrado del 5 al 7 de setiembre de 2012 en las Instalaciones de Cooperativa Victoria, Grecia, Costa Rica.

2. INTRODUCCIÓN

La Región Sur (Pérez Zeledón y Buenos Aires) exhibe una de las condiciones de fertilidad natural más deficientes que presentan los suelos cañeros de Costa Rica, pues los contenidos de Al y Fe son elevados, en tanto tienen concentraciones BAJAS de P, Ca, Mg, K, Zn y S; lo que obliga a prestar especial atención a la nutrición del cultivo, como un factor determinante en la producción agroindustrial esperada.

3. OBJETIVO

Evaluar el efecto agroindustrial de diferentes fuentes de silicio en combinación con materia orgánica en un suelo ultisol de la Región Sur de Costa Rica.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

En la Finca El Porvenir propiedad de CoopeAgri El General R.L. se estableció esta investigación, ubicada en el Distrito de San Pedro del Cantón de Pérez Zeledón en las coordenadas geográficas a 09° 16' 53" Latitud Norte y 83° 33' 03" Longitud Oeste. Su altitud es de 560 msnm, con una precipitación media de 3515 mm/año, con una temperatura promedio de 24,9 °C. El tipo de suelo en el cual se realizó la prueba pertenece al orden ultisol. Se utilizó un Diseño Estadístico de Bloques Completos Al Azar (BCA) con 3 repeticiones. El tamaño de la parcela fue de 4 surcos de 6 m de largo por 1,5 m de separación entre surco y 2 metros de separación entre parcela, para un área total por parcela de 36 m². Las características químicas del suelo donde se realizó la investigación son: pH: 4,30; Ca 0,89 Cmol(+)/l; Mg 0,16 Cmol(+)/l; K 0,11 Cmol(+)/l; Al 1,92 Cmol(+)/l; P 5,00 µg/l; Cu 4,00 µg/l; Zn 2,4 µg/l; Mn 3,00 µg/l, Fe 262 µg/l. 22 días previos a la siembra del ensayo se realizó una aplicación de carbonato de calcio a razón de 1,5 toneladas /ha para corregir la acidez del suelo; utilizando como fuente Carbosur. Al momento de la siembra se aplicó una dosis de 150 kg./ha de fósforo al fondo del surco coincidiendo con los tratamientos evaluados utilizando la fórmula 11-52-0. Los fuentes evaluadas a la siembra fueron: Llanero Zeo (200 Kg./ha)+ Agrozil Zeo (100 Kg./ha); Magnesil P (300 Kg./ha); Magnesil PXA (200 Kg./ha); Daphos (200 Kg./ha); estas fuentes se combinaron con abono orgánico (10.000 Kg./ha) y sin el mismo. Para la primera soca las fuentes evaluadas y dosis fueron: Llanero Zeo (100 Kg./ha)+ Agrozil Zeo (100 Kg./ha); Magnesil P (200 Kg./ha); Magnesil PXA (124

Kg./ha) y Daphos (0 Kg./ha). Para la segunda cosecha NO se aplicó fertilización orgánica. Como fertilización complementaria para ambas cosechas; se aplicaron 150 kg/ha de N, 150 kg/ha K, 40 kg Mg, 10 kg Zn y 45 kg de S; utilizando la fórmula 17-2-25-5-0-6,2 (S) 0,35 (Zn). La variedad LAICA 03-805, fue el material genético utilizado en el desarrollo del ensayo.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico muestra que para la primera cosecha; hubo diferencias estadísticas para la variable de rendimiento industrial (Kg/t) y para la variable agroindustrial (t azúcar/ha). Para la segunda cosecha no se muestran diferencias significativas para las principales variables evaluadas. No obstante que para la mayoría de las variables no hubo diferencias; se mostraron algunas variaciones muy importantes en términos productivos, que es importante resaltar y que se ilustran en los cuadros 1 y 2.

Primera cosecha: El cuadro 1 resume el comportamiento agroindustrial obtenido durante la primera cosecha. Para la variable de rendimiento industrial (kg. azúcar/t); se observó un incremento en la calidad de los jugos en todos los tratamientos que contenían Silicio; pues cuando fueron aplicados en combinación con abono orgánico aumentó en 4,86 Kg./tonelada y cuando estas fuentes fueron evaluadas sin abono orgánico es más relevante este incremento (+12,66 Kg./tonelada). Contrariamente, la respuesta para las otras variables es negativa; produciendo una disminución en los rendimientos de campo en promedio de 9,67 toneladas/ha cuando se aplicó con abono orgánico y de 3,05 toneladas/ha cuando se analizaron sin abono orgánico; esto al comparar con el testigo. Igualmente para la variable agroindustrial (toneladas de azúcar/ha) se mostraron efectos negativos al tener una producción inferior promedio de 0,72 toneladas/ha cuando se probaron con abono orgánico y de 0,95 toneladas/ha cuando se aplicaron sin abono orgánico. Individualmente; el mejor tratamiento fue el Magnesil PXA sin abono orgánico con un incremento de 9,74 t caña/ha y de 2,49 t azúcar/ha.

Cuadro 1. Resultados agroindustriales obtenidos durante la primera cosecha. 2011

Tratamiento	kg azúcar/t	t caña/ha	t azúcar/ha	Condición	Tratamiento	kg azúcar/t	t caña/ha	t azúcar/ha	Condición
1. Llanero Zeo + 100% FQ + AO	127,95	97,00	12,43	CON abono Orgánico	6. Llanero Zeo +100 % FQ	124,66	92,30	11,50	SIN abono Orgánico
2. Llanero Zeo + 80% FQ * + AO	134,77	95,00	12,79		7. Llanero Zeo + 80% FQ	125,72	77,67	9,73	
3. Magnesil P + 100 % FQ+AO	129,06	97,00	12,51		8. Magnesil P +100 % FQ	123,34	92,60	11,43	
4. Magnesil PXA +100 % FQ + AO	130,24	86,30	11,43		9. Magnesil PXA +100 % FQ	122,86	103,67	12,74	
5. Daphos +100 % FQ+ AO	128,18	103,00	13,20		10. Daphos +100 % FQ	120,47	87,67	10,59	
Promedio	130,04	95,66	12,47		Promedio	123,41	90,78	11,20	
11. Testigo +100 % FQ + AO	125,18	105,33	13,19		12. Testigo +100 % FQ	110,74	93,83	10,25	
Diferencia	4,86	-9,67	-0,72		Diferencia	12,67	-3,05	0,95	

Simbología:

FQ: Fertilización Química

AO: Abono Orgánico a 10 t/ha.

Segunda cosecha: El cuadro 2 resume el comportamiento agroindustrial obtenido durante la segunda cosecha. Es importante anotar que el abono orgánico de los tratamientos es referido a la aplicación en la primera cosecha pues se quería valorar el poder residual del mismo. Para la variable de rendimiento industrial (kg. azúcar/t); se observó un efecto negativo en la calidad de los jugos en todos los tratamientos que contenían Silicio en el orden del -6,21 Kg./tonelada cuando se aplicaron en combinación con abono orgánico; siendo menor la disminución cuando son evaluadas sin abono orgánico en una relación de -1,59 Kg./tonelada. Igualmente; para las otras variables agroindustriales el efecto es negativo; produciendo una disminución en los rendimientos de campo de 6,08 toneladas/ha cuando se aplicó con abono orgánico y de 5,04 toneladas/ha cuando se analizaron sin abono orgánico. Igualmente para la variable agroindustrial (toneladas de azúcar/ha) se mostraron efectos negativos al tener una producción inferior en 1,46 toneladas/ha cuando se probaron con abono orgánico (aplicada el primer año) y de 0,80 toneladas/ha cuando se aplicaron sin abono orgánico.

Cuadro 2. Resultados agroindustriales obtenidos durante la segunda cosecha. 2012.

Tratamiento	kg azúcar/t	t caña/ha	t azúcar/ha	Condición	Tratamiento	kg azúcar/t	t caña/ha	t azúcar/ha	Condición
1. Llanero Zeo + 100 % FQ + AO	132,82	104,08	13,80	CON abono Orgánico	6. Llanero Zeo +100 % FQ	134,45	104,63	14,08	SIN abono Orgánico
2. Llanero Zeo + 80% FQ *+ AO	131,20	105,74	13,87		7. Llanero Zeo + 80% FQ	132,84	96,20	12,75	
3. Magnesil P + 100 % FQ+AO	127,41	97,87	12,44		8. Magnesil P +100 % FQ	127,55	101,48	12,96	
4. Magnesil PXA +100 % FQ + AO	123,79	93,89	11,65		9. Magnesil PXA +100 % FQ	129,42	105,09	13,60	
5. Daphos +100 % FQ+ AO	134,56	100,92	13,59		10. Daphos +100 % FQ	128,98	106,76	13,69	
Promedio	129,96	100,50	13,07		Promedio	130,65	102,83	13,42	
11. Testigo +100 % FQ + AO	136,17	106,58	14,53		12. Testigo +100 % FQ	132,24	107,87	14,22	
Diferencia	-6,21	-6,08	-1,46		Diferencia	-1,59	-5,04	-0,80	

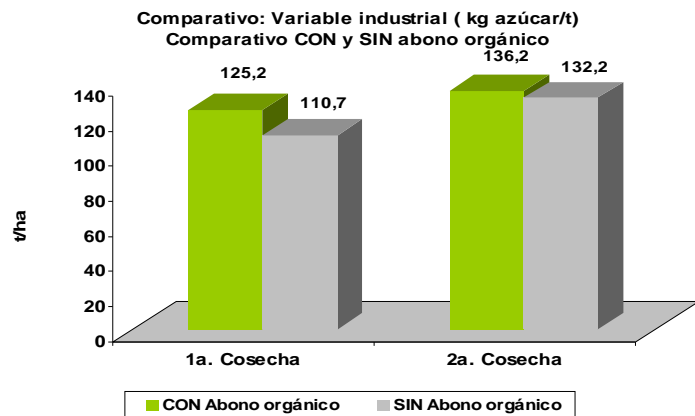
Simbología:

FQ: Fertilización Química

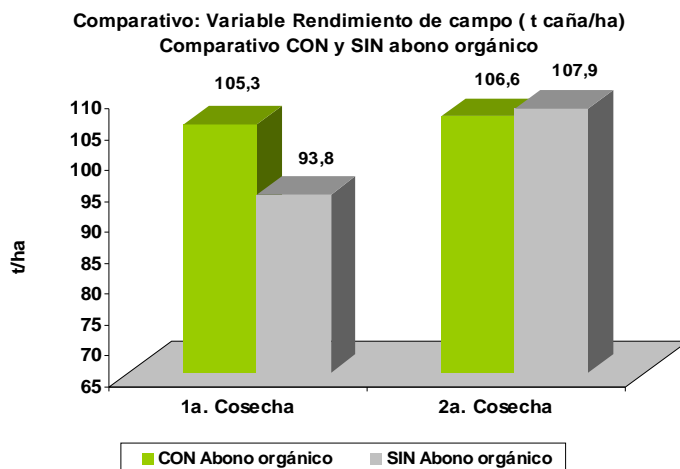
AO: Abono Orgánico a 10 t/ha. (Aplicado 1er Año)

Comparativo CON y SIN abono orgánico:

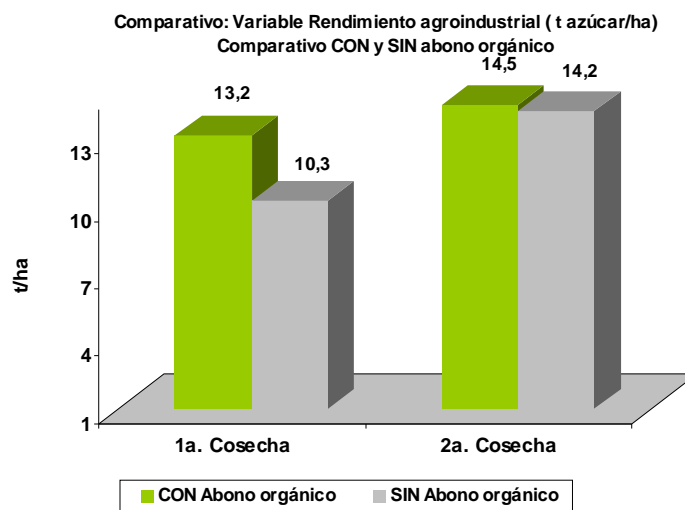
Para la variable de rendimiento industrial (Kg/tonelada) nos muestra en la figura 1; que para la primera cosecha, el tratamiento con abono orgánico mejoró el rendimiento industrial en 5,5 Kg./t. Para la segunda cosecha; igualmente el uso de abono orgánico mejoró la productividad en 4 Kg./t.



Para la variable de rendimiento de campo durante la primera cosecha; es marcado el efecto del abono orgánico en la producción de campo con 11,5 t/ha. Sin embargo; este comportamiento no se presenta durante la segunda cosecha; donde el tratamiento sin abono orgánico produjo un incremento de apenas 1,3 t/ha.



Para la variable de rendimiento agroindustrial durante la primera cosecha; es marcado el efecto de la aplicación del abono orgánico con un incremento en esta variable de 3,0 t/ha. Sin embargo; este comportamiento no se mantiene durante la segunda cosecha; donde el tratamiento con abono orgánico (aplicado el primer año) apenas incrementó la producción en 0,3 t/ha.



6. CONCLUSIONES

- ❖ Para el rendimiento industrial; durante la primera cosecha, las fuentes de Silicio combinadas con abono orgánico mejoraron la producción en un 3,74%; siendo más marcada esta mejora cuando fueron aplicadas sin fuentes orgánicas para un incremento de 10,3%. Contrariamente el efecto fue negativo durante la segunda cosecha; con descensos en el rendimiento de 4,8% en los tratamientos con abono orgánico (aplicado a la siembra) y de 1,3% cuando se aplicaron las fuentes de silicio solas.
- ❖ Contrariamente a la variable anterior; para el rendimiento de campo; durante la primera cosecha, las fuentes de Silicio combinadas con abono orgánico disminuyeron la producción en un 10,1%; siendo menos marcada esta disminución cuando fueron aplicadas sin fuentes orgánicas (3,4%). Este comportamiento se repite en la segunda cosecha; con descensos en el rendimiento de 6,1% en los

tratamientos con abono orgánico (aplicado a la siembra) y de 4,9% cuando se aplicaron las fuentes de silicio solas.

- ◆ Durante la primera cosecha, la fuente Magnesil PXA SIN abono orgánico fue el único tratamiento que mostró una respuesta positiva al incrementar la producción de campo en 9,5% respecto al testigo.
- ◆ Contrariamente al comportamiento de la variable industrial; para el rendimiento agroindustrial (t azúcar/ha); durante la primera cosecha, las fuentes de Silicio combinadas con abono orgánico disminuyeron la producción en un 5,8%; no obstante, hubo un incremento en la producción agroindustrial del 5,8% cuando se evaluaron SIN abono orgánico. El comportamiento en la segunda cosecha; muestra descensos en el rendimiento de 11,2% en los tratamientos con abono orgánico (aplicado a la siembra) y del 6,0% cuando se aplicaron las fuentes de silicio solas.
- ◆ En el primer año; sobresalen varias fuentes de Silice; solo cuando son aplicadas solas (no en combinación con abono orgánico), y que se detallan a continuación:
 - Magnesil PXA: 2,49 t de azúcar/ha (19,5%)
 - Llanero Zeo : 1,25 t de azúcar/ha (10,9%)
 - Magnesil P: 1,18 t de azúcar/ha (10,3%)
 - Daphos: 0,34 t de azúcar/ha (3,2%)
- ◆ Al comparar el efecto del abono orgánico para las diferentes variables tenemos:
 - Para la variable de rendimiento industrial (Kg/t), durante la primera cosecha se tuvo un incremento del 13,1% al usar abono orgánico. Para la segunda cosecha el incremento fue mínimo (3%).
 - Para la variable de rendimiento de campo (t caña/ha), durante la primera cosecha se tuvo un incremento del 12,3% al usar abono orgánico. Sin embargo; para la segunda cosecha, el rendimiento agrícola disminuyó en 1,2%.
 - Para la variable de rendimiento de agroindustrial (t azúcar/ha), durante la primera cosecha se tuvo un marcado incremento del 28,2% al usar abono orgánico. Sin embargo; para la segunda cosecha este incremento es apenas leve, con un 2,1%.

ANEXOS

Anexo 1:

Fuentes de Silicio evaluadas y su composición.

Composición	Unidad	Daphos	Magnesil P	Magnesil PXA	Llanero ZEO	Agrosil ZEO
Silicio %	SiO2	22	32	50	75	70
Fosforo %	P2O5	25	3	3	7	4
Calcio %	CaO	35		6	3	6
Magnesio %	MgO	7	31	4		
Azufre %	S	3	0,04	3		5
Boro %	B		0,12	0,12		0,6
Zinc %	Zn			0,05		1
Cobre %	Cu					0,5
Hierro %	Fe					
Potasio %	K2O					

Anexo 2:

Tratamientos Evaluados y Dosis. Primer año. 2011

CON ABONO ORGÁNICO				SIN ABONO ORGÁNICO			
Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Fertilización Química (%)	Abono Orgánico (kg)	Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Fertilización Química (%)	Abono Orgánico
Llanero Zeo + Agrosil Zeo	200 100	100	10000	Llanero Zeo + Agrosil Zeo	200 100	100	0
Llanero Zeo + Agrosil Zeo	200 100	80	10000	Llanero Zeo + Agrosil Zeo	200 100	80	0
Magnesil P	300	100	10000	Magnesil P	300	100	0
Magnesil PXA	200	100	10000	Magnesil PXA	200	100	0
Daphos	200	100	10000	Daphos	200	100	0
Testigo + A.O	0	100	10000	Testigo SIN A.O	0	100	0

Anexo 3

Tratamientos Evaluados y Dosis. Segundo año. 2012

CON ABONO ORGÁNICO (APLICADO 2011)				SIN ABONO ORGÁNICO (2011)			
Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Fertilización Química (%)	Abono Orgánico (kg)	Tratamiento	Dosis (kg/ha)	Fertilización Química (%)	Abono Orgánico
Llanero Zeo + Agrosil Zeo	100	100	0	Llanero Zeo + Agrosil Zeo	100	100	0
Llanero Zeo + Agrosil Zeo	100	80	0	Llanero Zeo + Agrosil Zeo	100	80	0
Magnesil P	200	100	0	Magnesil P	200	100	0
Magnesil PXA	124	100	0	Magnesil PXA	124	100	0
Daphos	0	100	0	Daphos	0	100	0
Testigo + A.O	0	100	0	Testigo SIN A.O	0	100	0

A.O=Abono Orgánico

Anexo 4:

Fuente orgánica utilizada:

El Sembrador (CoopeAgri R.L.)

Composición

mg/Kg				
Fe	Cu	Zn	Mn	B
44824	130	133	572	91

%					
N	P	Ca	Mg	K	S
1,25	0,39	0,98	0,18	0,87	0,14



ABONO ORGÁNICO
El Sembrador
HEREDANDO UNA TIERRA MEJOR...

Fertilizante Orgánico a base de Broza de Café y Cachaza de Caña de Azúcar

Composición Química

Nitrogeno	1.25%	Hierro	44824 mg/Kg
Fósforo	0.39%	Cobre	130 mg/Kg
Calcio	0.98%	Zinc	133 mg/Kg
Magnesio	0.18%	Manganeso	572 mg/Kg
Potasio	0.87%	Boro	91 mg/Kg
Azufre	0.14%	Plomo	7.5

PESO NETO: 46 kg

N° Registro MAG: _____ N° de Lote: _____
Fecha de Registro: _____ País: Costa Rica

Uso Agronómico: En viveros, cultivos de café, caña, banano, plantas ornamentales, frutales, hortalizas, flores y otros cultivos.

Dosis recomendada:
CAFÉ: 2 kg por mata de siembra. CAÑA: 200 sacos por hectárea

Producción por **COOPEAGRI R.L.**
Tel.: (506) 2771-6630 / Fax: (506) 2771-6296
coopeagri@coopeagri.co.cr / www.coopeagri.co.cr
Agdo. 344-8000, San Isidro de El General,
Pérez Zeledón, San José, Costa Rica.

COOPEAGRI R.L.
ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO