

## Respuesta de la Caña de Azúcar a la aplicación de diferentes enmiendas en un suelo Andisol. San Ramón, Alajuela, Costa Rica, 2014

Carlos L. Villalobos Méndez<sup>1</sup> Roberto Alfaro Portugal<sup>2</sup> Randall Ocampo Chinchilla<sup>3</sup>

### Resumen

Se estableció un experimento en finca Los Cipreses de La Cooperativa Victoria, en la localidad de Barrio Los Jardines en Ángeles de San Ramón de Alajuela, en un periodo que va del 2009 al 2014, utilizando en dicho trabajo un diseño de experimentos, del tipo Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA), con 19 tratamientos y tres repeticiones, con una aplicación de las enmiendas 15 días previo al establecimiento (Fotografía 1) y otra en el segundo ciclo de soca y complementando además con un nivel de tecnología que La Cooperativa agrega a sus áreas de cultivo. Como podrá observarse en los resultados al término de tres cosechas evaluadas, la variedad usada (SP 81-2068) manifestó respuesta positiva en 16 de los tratamientos a la cual fue sometida, en lo que a toneladas métricas de caña se refiere, con rendimientos superiores al testigo desde un 1.14% hasta un 31.04%, siendo los tratamientos Nutrical, Carbosur y Proccecal respectivamente con los que mayores incrementos se alcanzó. Consecuentemente 17 de los tratamientos provocaron efecto positivo en las toneladas métricas de azúcar por hectárea, alcanzando rendimientos que incrementaron desde un 0.74% hasta un 36.3%, siendo los mismos tratamientos pero en orden diferente, (Carbosur, Nutrical y Proccecal) con los que en este parámetro se obtuvo los mejores rendimientos.

### Introducción

El éxito en la producción de azúcar de caña, inicia desde los primeros pasos que se dan previos al establecimiento de una plantación, en donde es indispensable no solamente la elección y preparación del terreno, sino también el uso de una buena variedad, con calidad y cantidad de semilla que aseguren una producción estable y duradera en el tiempo. Pero los suelos de una buena parte de las zonas productoras de Caña de nuestro país, se caracterizan porque en general presentan condiciones de alta y mediana acidez, asociadas con bajos contenidos de Calcio, Magnesio y fósforo entre otros nutrientes, (Kamprath, 1967; Malavolta, 1987; Raij, 1991; citados por Chaves, 1993); (Bertsch, F. 1986 y 1985), lo que los hace ser catalogados como suelos de mediana a baja fertilidad, limitando en gran medida el potencial agroindustrial de la caña de azúcar. De ahí la necesidad constante de agregar al suelo enmiendas para tratar de corregir las condiciones de acidez y coadyuvar en el balance físico químico del suelo para una buena nutrición del cultivo. Es de por sí ya ampliamente conocida la importancia que reviste la utilización de correctivos de acidez en áreas donde ese desequilibrio físico químico provocado en gran medida por acción del hombre, es cada vez más acentuado, en razón principalmente del uso de monocultivos, algunos fertilizantes nitrogenados y exposición continua a la erosión hídrica. En virtud de que el mercado actual ofrece gran variedad de productos que pueden ser utilizados con esa finalidad, pero que en la mayoría de los casos, no ha sido valorada su eficacia

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Coordinador Regional San Ramón. Costa Rica. E-mail: [cwillalobos@laica.co.cr](mailto:cwillalobos@laica.co.cr). Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Jefe Programa Agronomía. Grecia, Costa Rica. E-mail: [ralfaro@laica.co.cr](mailto:ralfaro@laica.co.cr). Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

<sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Programa Agronomía. Grecia, Costa Rica. E-mail: [rocampo@laica.co.cr](mailto:rocampo@laica.co.cr). Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

en las condiciones agroclimáticas propias de cada región productora de caña, se hace necesario por tanto contar con la información al respecto, que nos pueda servir de base para ofrecerle a los productores recomendaciones acertadas, relativas a dosis, costo, época, tipo y calidad de los productos disponibles. Se pretende por tanto con el presente trabajo como objetivo principal, evaluar resultados de la respuesta del cultivo de la Caña de Azúcar a la aplicación de diferentes enmiendas a base principalmente de Calcio y/o Magnesio.

### **Metodología**

A efecto de llevar a cabo las valoraciones necesarias, se estableció el experimento en Junio del 2009 en una finca con suelos del orden Andisol en el Cantón de San Ramón, Provincia de Alajuela a una altitud de 1100 msnm, una precipitación media en los últimos años de 1700 mm y una temperatura que oscila entre los 18 y 30 °C. Previo al establecimiento del ensayo se realizó un muestreo del suelo para determinar mediante análisis las características del mismo (cuadro #1) y se sembró la variedad SP 81-2068 distribuida en parcelas con 4 surcos a 1.5 metros de separación y 6 metros de largo (figura 2) para 54m<sup>2</sup> de área de parcela. . Adicionalmente al cultivo se le proporcionó el manejo normal realizado a las plantaciones comerciales de la zona. con una aplicación de las enmiendas 15 días previo al establecimiento (Figura 1) y otra en el segundo ciclo de soca y complementando además con un nivel de tecnología que La Cooperativa agrega a sus áreas de cultivo

Se utilizó un diseño estadístico Bloques Completos al Azar con 19 tratamientos y tres repeticiones y la dosis de las enmiendas aplicadas fue de 1,5 ton/ ha para cada uno de los tratamientos, a excepción de los productos con formulación granulada (Granumax y TigmaMag a 300 kg/ha y CalcioMag a 1350 kg/ha) cuya dosis corresponde a la recomendación de la casa comercial distribuidora y como se mencionó en ella introducción, se repitió la dosis en ciclo de segunda soca

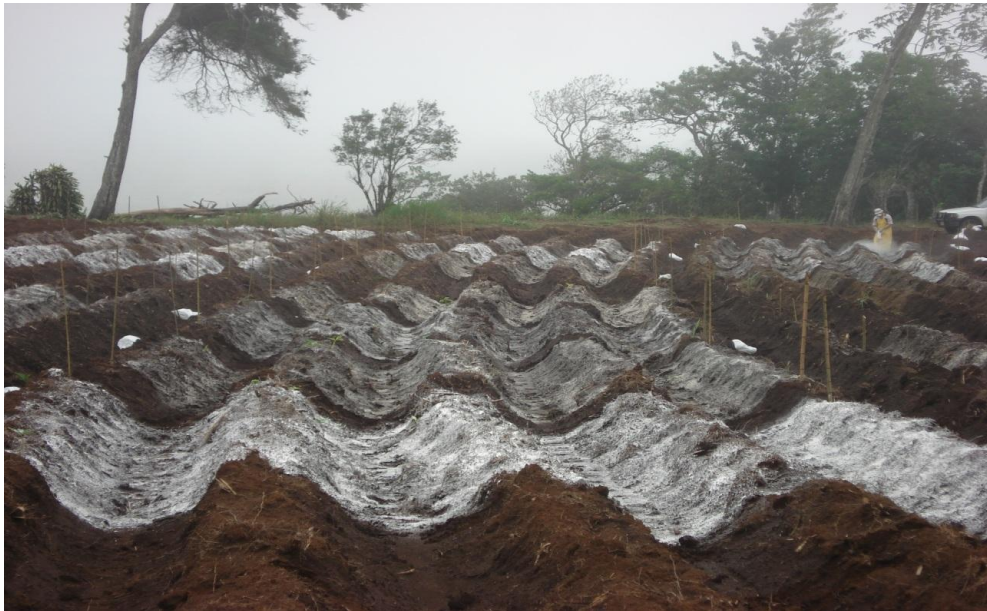


Figura 1. Encalado de las parcelas tratadas con las diferentes enmiendas evaluadas en la zona de San Ramón, Alajuela.



Figura 2. Distribución de las parcelas en el campo en la evaluación de diferentes enmiendas en la caña de azúcar en la zona de san Ramón, Alajuela.

Como lo muestra el cuadro 1, los contenidos de bases cambiables, Calcio y Magnesio principalmente son bajos, además de que también se presenta una alta acidez intercambiable (Alfaro, R. 2012) y un contenido de fósforo que no llega a alcanzar ni el nivel crítico, por lo que entre los supuestos del experimento, es de esperar una muy buena respuesta a cualquier enmienda que se adicione a este suelo.

**Cuadro 1**  
**Resultado del Análisis de suelo previo al establecimiento del ensayo**

pH	cmol(+)/L				mg/L					CICE
	Acid	Ca	Mg	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn	
4,86	1,08	1,6	0,46	0,39	4,66	58	7,3	3,2	33	3,53

A efecto de reafirmar lo anotado con anterioridad, es preciso también observar en la figura 3, que de un promedio de 55 muestras de suelo analizadas para la zona de San Ramón, a excepción del Potasio y el Cobre, el resto de los parámetros analizados se encuentran en niveles por debajo del óptimo, lo cual confirma las condiciones de alta acidez y bajos contenidos de varios elementos, característicos de la zona en mención.

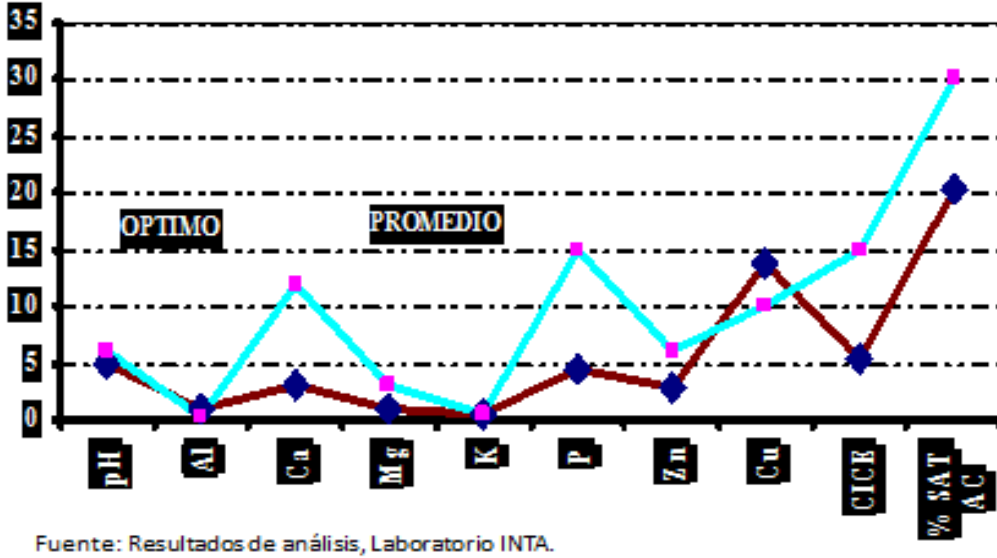


Figura 3. Resultado del promedio de 55 muestras de suelo analizadas en la zona de San Ramón.

### Resultados y discusión

En el cuadro 2 se desglosa la información de algunas de las características de las diferentes enmiendas, destacando entre ellas principalmente su composición química, que pese a ser la mayoría compuestos a base de Calcio y Magnesio, sus porcentajes son variables. Además es válido resaltar también la notable variación que se da en el precio que se ubica en un rango desde 0.06 hasta 0.45 centavos de dólar por kg. (Ocampo, R.; Alfaro, R.)

**Cuadro 2**

**Composición química, presentación, precio y distribuidor, de las enmiendas evaluadas**

producto	Composición	Presentación (kg)/saco	Precio (\$)		Distribuidor
			Saco	Kg	
Agri Mag	40% Hidróxido de Magnesio	23	6,44	0,28	ENLASA
	60% Hidróxido de Calcio				
Calcio Mag *	29% Oxido de Calcio	50	16,50	0,33	ABOPAC
	13% Oxido de Magnesio				
Cal Dolomita	50% Carbonato de Calcio	50	7,50	0,15	ENLASA
	40% Carbonato de Magnesio				
Cal Dolomita	50% Carbonato de Calcio	50	6,50	0,13	CAFESA
	40% Carbonato de Magnesio				
Oxido de Calcio (Cal viva)	55% Oxido de Calcio	17	2,21	0,13	Calera Patarra (Jose. A. Fallas)
Carboazul	95% carbonato de Calcio	45	2,70	0,06	HOLCIM S.A.
CarboMag	51,54% Carbonato de Calcio	46	3,22	0,07	Asoc. Desarrollo La Palmera S. Carlos
	47,23% Carbonato de Magnesio				
Fedecoop Hi-Cal-Mag	60% Hidróxido de Calcio	50	15,50	0,31	FEDECOOP
	40% Hidróxido de Magnesio				
Fertimins Hi-Cal-Mag	33% de Calcio	50	15,50	0,31	FEDECOOP
	16% de Magnesio				
Granumax *	23% Oxido de Calcio	50	22,50	0,45	AGRO PRO
	23% Oxido de Magnesio				
Hidróxido de Calcio	54% Hidróxido de Calcio	15	2,70	0,18	Calera Patarra (Jose. A. Fallas)
Nutrical	35% Hidróxido de Calcio	46	16,56	0,36	AGRIAL
	15% Carbonato de Magnesio				
	15% Sulfato de Calcio				
Surcomejorador Tradicional	41,6% Oxido de Calcio	46	15,18	0,33	ECOINSUMOS
	9,7% Oxido de Magnesio				
	5,3% Azufre (S)				
	2,6% Silicio (SiO <sub>2</sub> )				
Surcomejorador Mejorado	41,5% Oxido de Calcio	46	15,18	0,33	ECOINSUMOS
	8,5% Oxido de Magnesio				
	6,8% Azufre (S)				
	5,7% Silicio (SiO <sub>2</sub> )				
Tigsa Mag *	25-26% Oxido de Calcio	50	24,50	0,49	EUROFERTIL
	15-16% Oxido de Magnesio				
Triple Cal	30% Oxido de Calcio	50	13,00	0,26	ENLASA
	15% Oxido de Magnesio				
	15% Azufre como sulfatos				
Proceccal	98,2% Carbonato de Calcio	46	2,76	0,06	INDUSTRIAS PROCECCAL S.A.
Carbosur	98% Carbonato de Calcio	46	2,76	0,06	CPCP SUR

Entre otros resultados también en la figura 4 se presenta los porcentajes de Eficiencia relativa granulométrica (% Erg) de un análisis promedio de 3 muestras realizado a cada una de las enmiendas en presentación polvo,

(Ocampo, R.; Alfaro, R.). Es importante observar que dicho parámetro se ubicó en un rango que va desde un 58.6 correspondiente al Óxido de Calcio, hasta un 94.6% que correspondió a la enmienda Triple Cal. En un segundo lugar con la Erg (67.5%) más baja se ubicó el Hidróxido de Calcio y el resto de los materiales alcanzaron en promedio una Erg aproximada al 80 %. Cabe destacar que no necesariamente los materiales con mayor Erg provocaron el mejor efecto en los rendimientos del cultivo, pues es también muy importante en este aspecto la composición química y las dosis utilizadas de cada uno de los productos.

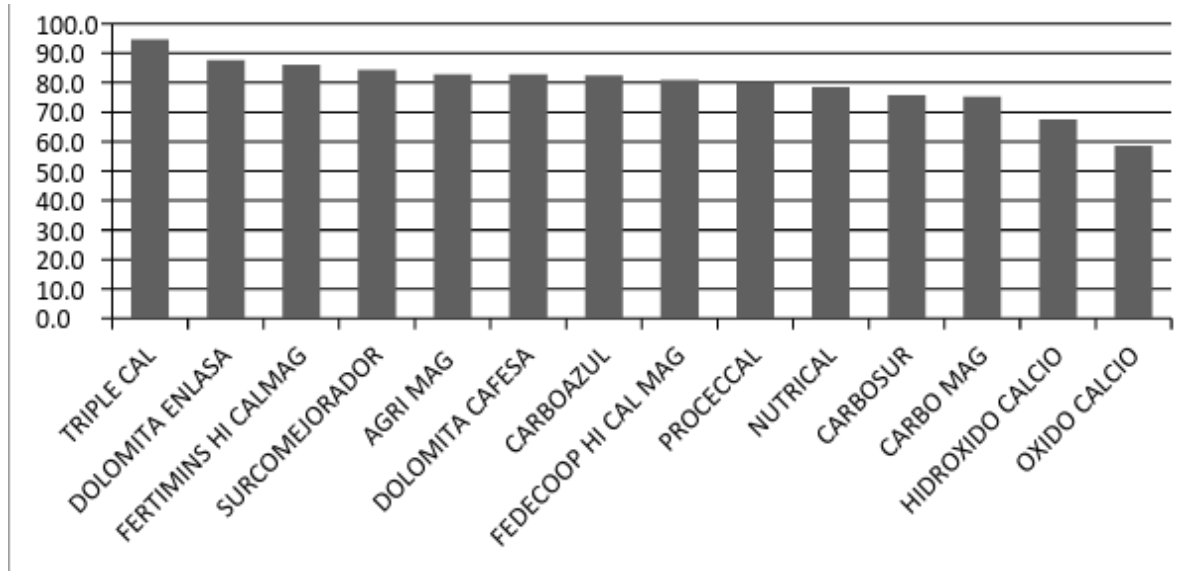


Figura 4. Porcentaje de Eficiencia Granulométrica (ERG) de las diferentes enmiendas evaluadas en este Estudio.

#### Resultados agroindustriales

En los resultados promedio de las 3 cosechas, se puede observar (cuadro 3) cómo a excepción del Fertimins Hi Cal Mag, los restantes tratamientos, superaron al testigo en lo que respecta al rendimiento en azúcar por hectárea, con porcentajes hasta de un 36.3% equivalente a 2.14 t, como lo fue el caso del tratamiento con Carbosur, seguido por los tratamientos con Nutrical y Proceccal con un 35.51 y 33.0% respectivamente, destacándose estos como los tratamientos a los cuales la variedad en prueba produjo la mejor respuesta.

No obstante en varios de los demás tratamientos también la respuesta fue muy positiva superando en buen porcentaje al tratamiento sin enmienda (testigo), sin embargo el elevado precio de algunos de ellos (cuadro 2) hacen que la relación B/C sea relativamente menor comparativamente con la del Carbosur y Proceccal (cuadro 5), haciéndolos técnicamente menos viables.

En la producción de caña (t/ha), también la variedad plantada mostró una respuesta positiva con la adición de enmiendas en 16 de los 18 tratamientos con incrementos que van desde 0,62 hasta 16,89 t sobresaliendo los tratamientos con Nutrical, Carbosur y Proceccal en 1º, 2º y 3º puesto respectivamente.

Al observar los resultados en cuanto a Brix, Pol, Pureza (Pza), fibra y Kg de Azúcar/t, es posible notar que los resultados entre tratamientos fueron bastante homogéneos con coeficientes de variación (C.V.) que en el mayor de los casos (% fibra) tan solo alcanzó un 4,08%.

**Cuadro 3**  
**Evaluación del efecto de diferentes enmiendas en la variedad SP 81-2068, San Ramón, Alajuela. Promedio de 3 cosechas. Febrero 2014**

Tratamiento	Porcentaje				Rendim. Kg az./t	T/ha		Relación Caña/sacar.	PRT
	Brix	Pol	Pza	Fibra		Caña	Azúcar		
Carbosur	20,35	18,27	89,74	12,43	113,16	70,99	8,02	8,87	136,30
Nutrical	20,26	18,30	90,35	13,03	112,16	71,30	7,99	8,95	135,51
Proceccal	20,48	18,38	89,74	13,24	111,50	70,15	7,83	9,03	133,00
Agri Mag	19,92	17,71	88,83	12,86	108,14	67,84	7,38	9,29	124,88
Surco Mejorador 2	17,59	15,77	79,68	11,72	110,09	66,63	7,34	10,50	108,73
Dolomita CAFESA	20,49	18,32	89,37	11,85	115,08	63,80	7,33	8,72	124,63
Hidróxido de Calcio	20,26	18,09	89,19	12,94	110,50	65,68	7,31	9,14	123,87
Carbomag	20,30	18,35	90,42	12,74	113,07	64,10	7,24	8,87	122,96
Surcomejorador	19,62	17,68	90,16	13,18	109,59	64,49	7,12	9,30	114,50
Granumax	20,25	17,96	88,55	13,37	108,04	64,75	6,96	9,33	118,63
Calcio-Mag	20,49	18,41	90,08	13,46	110,95	62,62	6,96	9,10	118,36
Triple Cal	20,17	17,98	89,07	12,77	110,05	59,97	6,57	9,16	111,46
Dolomita Enlasa	20,13	18,12	89,97	12,67	111,77	57,91	6,49	9,01	109,88
Tigsa-Mag	19,92	17,95	90,05	12,88	110,40	57,81	6,41	9,18	108,34
Carboazul	20,27	18,31	90,29	13,28	111,00	55,68	6,20	9,01	104,88
Oxido de Calcio	20,05	18,24	81,85	13,82	108,20	55,03	5,95	9,24	101,08
Fedecoop Hi Cal Mag	20,37	18,19	89,19	12,60	112,10	53,39	5,91	9,00	100,74
<b>Testigo</b>	<b>20,07</b>	<b>17,77</b>	<b>88,55</b>	<b>12,82</b>	<b>108,28</b>	<b>54,41</b>	<b>5,86</b>	<b>9,26</b>	<b>100,00</b>
Fertimins Hi Cal MAG	20,11	17,73	88,06	13,48	105,77	53,61	5,64	9,53	95,82
<b>PROMEDIO</b>	<b>20,06</b>	<b>17,97</b>	<b>88,59</b>	<b>12,90</b>	<b>110,52</b>	<b>62,11</b>	<b>6,87</b>	<b>9,18</b>	<b>115,45</b>
C.V. (%)	3,18	3,27	3,23	4,08	2,01	9,70	10,73	4,06	10,74

#### ANDEVA

Se realizó el Análisis de Varianza (Cuadro 4) para determinar si existió efecto significativo sobre las variables de respuesta bajo estudio y si bien dicho en el análisis de la prueba de medias según (Tukey 5%) se le practicó a todas las variables del cuadro 2, es preciso aclarar que solamente en las variables de producción, tanto en las toneladas de caña y azúcar, se manifestaron diferencias significativas entre algunos de los tratamientos, por lo que en el cuadro referente a dicho análisis solo se anota la información relativa a esas 2 variables y al rendimiento Industrial (kg de az/ ha).

Para la producción de caña las diferencias se marcaron principalmente entre los tratamientos Fedecoop Hi Cal Mag y el fertimins Hi Cal Mag (los de menor rendimiento) con respecto a los tratamientos con Carbosur y con Nutrical (los de mayor rendimiento) al igual que se puede notar diferencia entre el tratamiento testigo con respecto al tratamiento con Nutrical.

Con respecto a la variable producción de azúcar (t/ha) como se observa en el cuadro 3 no hubo diferencias estadísticas significativas entre el testigo y el resto de los tratamientos y solamente se presentaron éstas, entre el tratamiento con fertimins Hi Cal Mag con respecto al tratamiento con Nutrical.

Resulta importante resaltar que de acuerdo a los resultados de este análisis se cumplió con los supuestos del experimento, pues era de esperar respuesta positiva con la aplicación de enmiendas, dadas las características físico/químicas del suelo y se debe destacar también que pese a no haberse presentado diferencias estadísticas entre el testigo con respecto a los restantes tratamientos en cuanto a las toneladas de azúcar, sí

hubo diferencias prácticas desde 0.5 hasta 2,16 t/ha en varios de los tratamientos y con alternativas de enmiendas de muy bajo costo como ya se mencionó, las que deben tomarse muy en cuenta en el caso de las recomendaciones a emitir.

**Cuadro 4**  
**Análisis de varianza promedio de 3 cosechas**

Tratamiento	Kg az/ton		Ton Caña/Ha		Ton Azúcar/Ha	
Carbosur	113,16	ns	70,99	cd	8,02	b
Nutral	112,16	ns	71,30	d	7,99	b
Proceccal	111,50	ns	70,15	bcd	7,83	ab
AgriMag	108,14	ns	67,84	abcd	7,38	ab
Surcomejorador 2	110,09	ns	66,63	abcd	7,34	ab
Dolomita Cafesa	115,06	ns	63,80	abcd	7,33	ab
Hidróxido de Calcio	110,50	ns	65,68	abcd	7,31	ab
CarboMag	113,07	ns	64,10	abcd	7,24	ab
Surcomejorador	109,59	ns	64,49	abcd	7,12	ab
Granumax	108,04	ns	64,75	abcd	6,96	ab
CalcioMag	110,95	ns	62,62	abcd	6,96	ab
Triple Cal	110,05	ns	59,97	abcd	6,57	ab
Dolomita Enlasa	111,77	ns	57,91	abcd	6,49	ab
TigsaMag	110,40	ns	57,81	abcd	6,41	ab
Carboazul	111,00	ns	55,68	abcd	6,20	ab
Oxido de Calcio	108,20	ns	55,03	abcd	5,95	ab
Fedcoop Hi Cal Mag	112,11	ns	53,39	a	5,91	ab
Testigo	108,28	ns	54,41	abc	5,86	ab
Fertimins Hi Cal Mag	105,77	ns	53,61	ab	5,65	a

Tratamientos con letras en común, no difieren estadísticamente.

#### Análisis Económico

Interesantes cifras se desprenden del análisis económico (cuadro 4) practicado únicamente para el costo de la adición de cada tratamiento, que muestra relaciones B/C positivas que van desde ₡1.12 hasta ₡11.12 en 14 de los 18 de los tratamientos aplicados. Cabe destacar que productos como el Carbosur y Proceccal, pese a no ser de los mejores en cuanto a Erg (figura #2), se ubicaron en el 1er y 3er lugar respectivamente en cuanto a producción de azúcar/ha y al presentar los mismos el más bajo costo de su aplicación/ha, conlleva por tanto a ser estos los de mejor relación beneficio –costo( B/C) (₡11.12 y ₡10.11) respectivamente, destacándose como las 2 mejores alternativas técnico- económicas más viables según este análisis.

Es importante también hacer notar como el tratamiento con Nutrical, aún siendo el que obtuvo el segundo mayor incremento en producción de azúcar/ha, alcanzó tan solo la posición 7ª en la relación B/C, por tratarse de la enmienda con el segundo más alto costo en el mercado en su momento. Así mismo se puede notar en este cuadro como también tres de los tratamientos (Surcomejorador 2, Oxido de Calcio y Fedcoop Hi Cal Mag), que habiendo superado al testigo, su incremento en producción no fue el suficiente para cubrir el costo

de su aplicación y por lo tanto su relación B/C resultó negativa, al igual que con el Fertimins Hi Cal Mag cuyo rendimiento fue inferior al tratamiento testigo.

**Cuadro 5**  
**Análisis económico promedio de 3 cosechas**

Tratamiento	Rendimiento (tm/ha)		Ingreso bruto	Costo Enmienda	Ingreso neto	Relación
	Caña	Azúcar	¢/ha	¢/ha	¢/ha	B/C
Carbosur	70,99	8,02	398.310,00	35.974,00	362.336,00	11,07
Proceccal	70,15	7,83	363.696,45	35.974,00	327.722,45	10,11
Carbomag	64,10	7,24	253.156,55	39.799,00	213.357,55	6,36
Granumax	64,75	6,99	205.421,36	39.181,00	166.240,36	5,24
Dolomita CAFESA	63,79	7,34	271.536,41	62.749,00	208.787,41	4,33
Hidróxido de Calcio	65,68	7,30	263.103,24	81.874,00	181.229,24	3,21
Nutrical	71,30	7,98	391.340,10	150.724,00	240.616,10	2,60
Tigsa-MAG	57,81	6,41	97.240,00	42.240,00	55.000,00	2,30
Agri MAG	67,84	7,36	274.258,17	120.124,00	154.134,17	2,28
Surco Mejorador 2	66,63	7,34	271.150,00	139.250,00	131.900,00	1,95
Calcio-MAG	62,62	6,97	202.394,02	126.627,00	75.767,02	1,60
Dolomita Enlasa	57,91	6,47	108.987,31	70.399,00	38.588,31	1,55
Carboazul	55,68	6,18	53.974,22	35.994,00	17.980,22	1,50
Surcomejorador	64,49	6,75	159.889,63	139.250,00	20.639,63	1,15
Triple Cal	59,97	6,57	126.437,35	112.474,00	13.963,35	1,12
Oxido de Calcio	55,03	5,95	12.110,51	62.749,00	(50.638,49)	0,19
Fedecoop Hi Cal Mag	53,39	5,93	8.339,52	131.600,00	(123.260,48)	0,06
<b>Testigo</b>	<b>54,41</b>	<b>5,89</b>	-	-	-	0,00
Fertimins Hi Cal MAG	53,61	5,64	(45.915,28)	162.199,00	(208.114,28)	-0,28

**Ingresos**

Valor de la Tm de Azúcar: ¢ 187.000

Ingreso Bruto= Incremento en ingreso con el uso de las enmiendas.

**Costos**

Costo de Enmienda: incluye transporte y aplicación.

Tipo de Cambio al momento de la compra de los productos. ¢510/\$

**Conclusiones y recomendaciones**

La adición de enmiendas a base principalmente de Calcio y o Magnesio en suelos que lo requieran, resulta en un mejor encepamiento, vigor y desarrollo y por ende en una mayor producción y vida útil del Cultivo.

Si bien algunos suelos requieren de la adición de altas cantidades de correctivos de acidez/ha, se recomienda hacerlo en forma escalonada (no más de 2 t/año), pues de lo contrario el efecto podría ser negativo.

Resulta sin duda indispensable, contar con resultados de análisis de suelos y características físico químicas de las enmiendas, para que con criterio técnico se pueda emitir las recomendaciones de su uso.

Las dosis, época y productos a aplicar deben adecuarse de acuerdo a las necesidades reales del suelo y cultivo y a las características físico/químicas de la enmienda.

Se demuestra mediante el experimento que con el uso de enmiendas en suelos que así lo requieran, se obtiene efectos positivos en el rendimiento agroindustrial de la Caña de Azúcar.

Es importante hacer conciencia en los productores para que mediante un uso racional del suelo puedan minimizar o al menos mitigar las pérdidas de Ca y otros nutrientes, principalmente en las aguas de escorrentía y la erosión.

Gran parte de los suelos cañeros de nuestro País requieren con urgencia del uso de enmiendas para corregir la acidez y equilibrar su balance físico/químico por lo que se recomienda incorporar la práctica de su uso, como una labor más en los programas de asistencia del cultivo de Caña, en las regiones donde las condiciones del suelo así lo requieran.

Entre los materiales evaluados, Carbosur y Proceccal, pese a no ser de los mejores en cuanto a Erg, se ubicaron en el 1er y 3er lugar respectivamente en cuanto a producción de azúcar/ha y al presentar los mismos el más bajo costo de su aplicación/ha, conlleva por tanto a ser estos los de mejor relación B/C (¢11.12 y ¢10.11) respectivamente,

Es recomendable continuar con la investigación en cuanto al uso de enmiendas, realizando réplicas principalmente con las alternativas técnico-económicas más viables, producto de este experimento.

#### **Literatura citada**

Alfaro, R. 2012. Resultados parciales de las Investigaciones ejecutadas por el Programa de Agronomía en el Cultivo de la Caña de Azúcar. Grecia, Costa Rica 2012. 65 pág. Sin publicar.

Alfaro, R. 2013. Resultados parciales de las Investigaciones ejecutadas por el Programa de Agronomía en el Cultivo de la Caña de Azúcar. Grecia, Costa Rica 2013. 97 pág. Sin publicar.

Bertsch, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. Escuela de Fitotecnia. Programa de Comunicación Agrícola. San José, Costa Rica 1986. 76 pág.

Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo. San José, Costa Rica 1995. 157 pág.

Chaves, M. 1993. Importancia de las características de los correctivos de acidez del suelo: Desarrollo de un ejemplo práctico. San José, Costa Rica. Junio de 1993. 41 pág.

Méndez, J. C. Bertsch, F. 2012. Guía para la interpretación de la fertilidad de los suelos de Costa Rica. 1 ed- San José, Costa Rica.: Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo. 2012. 108 pág.

Molina, E. 1998. Encalado para la corrección de la acidez del suelo. San José, Costa Rica.: ACCS, 1999. 45 pág.