



**LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR –LAICA-
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR
–DIECA-**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE ABONO ORGÁNICO EN
INTERACCIÓN CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZANTE QUÍMICO EN LA
REGIÓN NORTE, FINCA “LA OLGA” CUTRIS (Durante 5 cosechas)**



**Ing. Agr. Roberto Alfaro P. ¹
Ing. Agr. Randall Ocampo Ch. ²
Ing. Agr. Alvaro Araya V. ³
Ing. Agr. Carlos Quesada ⁴**

**Alajuela, San Carlos, Costa Rica
Agosto 2017**

INTRODUCCIÓN

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 el efecto en la producción de la caña de azúcar la combinación y aplicación anual de diferentes dosis de abono orgánico y fertilizantes químicos convencionales.

El estudio se estableció en finca del Ingenio Cutris, San Carlos, a una altitud 70 msnm, una temperatura media anual 25,7 C°, y una precipitación media anual de 2.750,5 mm. En el Cuadro 1 se presenta el análisis de suelo realizado al sitio donde se estableció este estudio y en él mismo se verifica: una condición de alta acidez, bajos contenidos de bases cambiables (Ca, Mg, K), bajos contenidos de fósforo y zinc, y un contenido de materia orgánica relativamente bajo que favorece una respuesta a la aplicación del abono orgánico.

^{1/} 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. Teléfono: (506) 24-94-11-29/24-94-75-55.

^{2/} 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. Teléfono: (506) 24-94-11-29/24-94-75-55.

^{3/} 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 Región Norte. San Carlos, Costa Rica. E-mail: aaraya@laica.co.cr. Teléfono: (506) 24-94-11-29/24-94-75-55.

^{4/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del **Ingeniero Cutris**. Gerente Agrícola. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. E-mail: cquesada@cutres.com. Teléfono: (506) 24-69-90-20.

Cuadro 1.
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 2 se presenta el análisis químico realizado al fertilizante orgánico producido por la compañía y 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 presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 2.
Análisis químico realizado al abono orgánico utilizado en este 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 3.
Contenido y disponibilidad de nutrientes en el abono orgánico utilizado en este 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 4 se presentan los tratamientos utilizados en el ensayo para la primera cosecha combinando dosis crecientes del fertilizante orgánico y a la vez reduciendo las dosis en porcentaje del fertilizante químico convencional aplicado por la compañía en sus fincas.

Cuadro 4.
Combinación de diferentes dosis de abono orgánico y fertilizante químico aplicado en este estudio en caña planta.

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 estudio se estableció en un lote de una primera soca con la variedad B 59-92 y se marcaron las parcelas de 5 surcos de 9 metros de largo, eliminando la caña presente en las divisiones previstas entre parcelas en una distancia de 1,5 m entre si y entre bloques de 3 ms (eliminación de un surco completo), dejando una división de 3 metros entre repeticiones.

El diseño experimental utilizado fue 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 % de la dosis comercial utilizada por la finca, por lo que una dosis del 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.

Este ensayo se ejecutó a lo largo de cinco cosechas, por lo que las aplicaciones tanto de abono orgánico y químico se realizaron cada año posterior a cada cosecha.

1) Primera Cosecha.

En el Cuadro 5 se presenta el resultado de la primera cosecha y análisis de varianza aplicado a las variables agroindustriales, observándose en las mismas que no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las dosis aplicadas de abono orgánico, ni entre las dosis de fertilizante químico, por tal motivo tampoco se presentaron diferencias estadísticas en la interacción entre ambos.



Cuadro 5.

Resultado del análisis de varianza realizado a las variables agroindustriales obtenidas en la primera cosecha.

Andeva	GL	Kg az/t		t caña / ha		t az / ha	
Bloques	3	58,01	0,2	778,78	0	5,23	0
A.Org	4	43,14	0,32	109,83	0,16	1,25	0,28
Fert Q	4	4,27	1	95,82	0,22	0,99	0,4
A.org x Fert Q	16	49,21	0,19	61,08	1	0,81	1
Error	72	36,43		65,46		0,97	
Total	99	3.774,26		8.849,62		107,2	
% CV		5,89		10,03		11,89	
Tratamientos		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
0 t orgánico		104,42		78,59		8,2	
10 t Orgánico		102,34		79,65		8,17	
20 t orgánico		102,16		79,5		8,11	
30 t orgánico		100,47		81,19		8,15	
40 t orgánico		103,32		84,54		8,71	
Tratamientos		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 % fert Quimico		102,56		77,39		7,93	
25 % fert Quimico		102,42		79,83		8,17	
50 % fert Quimico		102,67		82,56		8,48	
75 % fert Quimico		103,17		80,98		8,33	
100 % fert Quimico		101,89		82,69		8,43	
Tratamientos		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
0 t org - 0 % Quim		107,12		82,44		8,80	
0 t org - 25 % Quim		99,96		72,64		7,25	
0 t org - 50 % Quim		105,97		80,23		8,51	
0 t org - 75 % Quim		106,23		77,87		8,24	
0 t org - 100 % Quim		102,81		79,77		8,18	
10 t org - 0 % Quím		100,03		74,23		7,44	
10 t org - 25 % Quím		102,72		76,67		7,88	
10 t org - 50 % Quím		104,91		82,90		8,73	
10 t org - 75 % Quím		105,27		80,93		8,55	
10 t org -100 % Quím		98,79		83,50		8,25	
20 t org - 0 % Quim		103,79		74,70		7,71	
20 t org - 25 % Quim		102,88		80,07		8,23	
20 t org - 50 % Quim		98,38		80,83		7,95	
20 t org - 75 % Quim		104,05		77,27		8,05	
20 t org - 100 % Quim		101,72		84,63		8,63	
30 t org- 0 % Quim		103,80		71,80		7,47	
30 t org- 25 % Quim		103,15		84,37		8,73	
30 t org- 50 % Quim		100,99		79,97		8,06	
30 t org- 75 % Quim		93,49		86,63		8,08	
30 t org- 100 % Quim		100,90		83,17		8,42	
40 t org - 0 % Quim		98,05		83,80		8,23	
40 t org - 25 % Quim		103,42		85,44		8,79	
40 t org - 75 % Quim		103,12		88,87		9,15	
40 t org - 50 % Quim		106,82		82,20		8,74	
40 t org - 100 % Quim		105,22		82,37		8,65	

Sin embargo, a pesar de no obtener en esta cosecha diferencias estadísticas significativas es importante valorar las tendencias productivas logradas con el aporte de la materia orgánica considerando que este es un fertilizante mejorador del suelo a largo plazo y que requiere tiempo para su mineralización y aprovechamiento. En la Figura 1 se presenta gráficamente el resultado en la producción de azúcar respecto a la aplicación de abono orgánico, observándose que en esta primera cosecha (primera soca) la mayor producción se logró con el tratamiento compuesto por 40 toneladas de abono orgánico, superando al tratamiento sin abono orgánico en 0,5 toneladas de azúcar por hectárea, curiosamente los demás tratamientos fueron similares o levemente inferiores al tratamiento testigo. Es evidente que las diferencias entre los tratamientos después de la primera aplicación de abono orgánico son muy pocas y estadísticamente imperceptibles por lo que se debe esperar que se desarrolle el proceso de mineralización de dicha materia orgánica para lograr un mayor impacto en la producción.

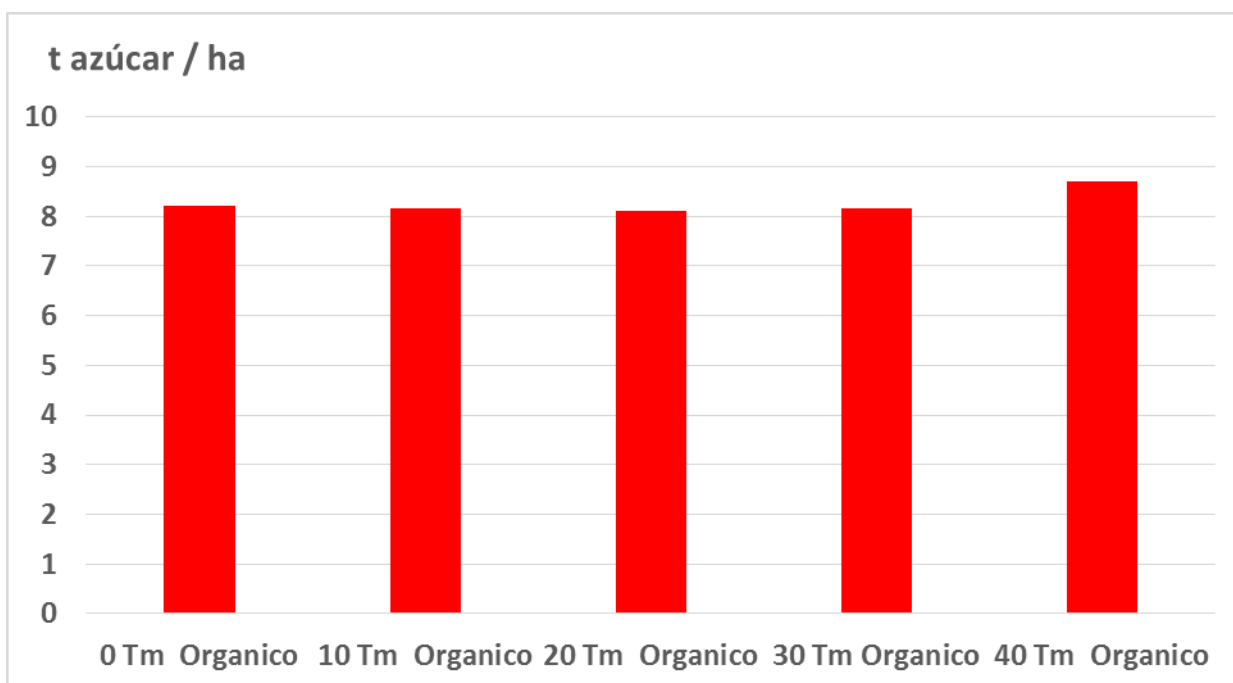


Figura 1. Efecto del incremento del abono orgánico sobre la producción de azúcar por hectárea en la primera cosecha.

La combinación del abono orgánico con la fertilización química, podría permitir una reducción en los costos totales y atenuar en parte el alto costo de la aplicación del abono orgánico pero sin que se vea afectada la producción del cultivo.

En la Figura 2 se observa una nula respuesta a la aplicación química, pero no con ello se debe pensar en que la fertilización química no es necesaria, pues con la aplicación del abono orgánico se aportan muchos nutrientes y algunos de ellos en altas cantidades (Cuadro 2 y 3), por lo que se podría presumir, que al aplicar con el fertilizante químico elementos como el potasio, este puede verse afectado por desbalances con otros nutrientes como el magnesio y el calcio que son también aportados con el abono orgánico. Según lo esperado en esta investigación, con el incremento de la mineralización de la materia orgánica, el crecimiento de microorganismos gracias a la aplicación del abono orgánico y un reacomodo de las bases cambiables, permitirá una mayor respuesta productiva de la caña de azúcar.

Con la integración de los efectos de ambos fertilizantes en la Figura 3 se presenta el resultado en esta cosecha, observándose que el mejor tratamiento se logró con el aporte de 40 toneladas/ hectárea de abono orgánico, con la aplicación de un 75% de fertilizante químico, sin embargo aparentemente el segundo tratamiento en producción de 30 t de abono orgánico combinado con un 75% de fertilizante químico resulto con una alta producción y posiblemente económicamente más viable

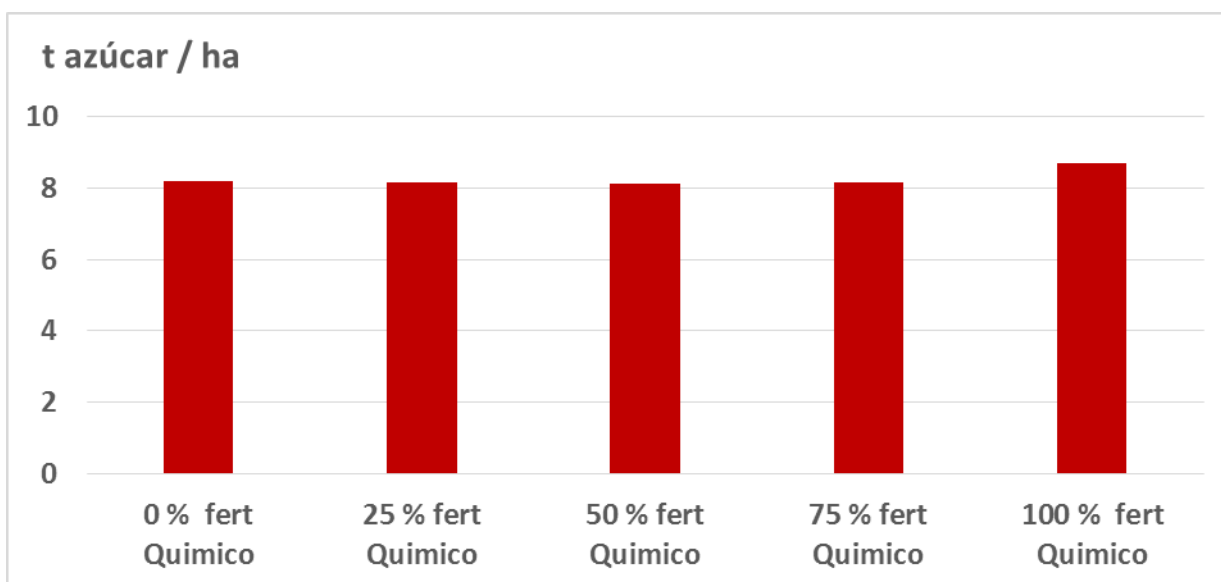


Figura 2. Efecto del incremento del fertilizante químico en la producción de azúcar por hectárea en la primera cosecha.

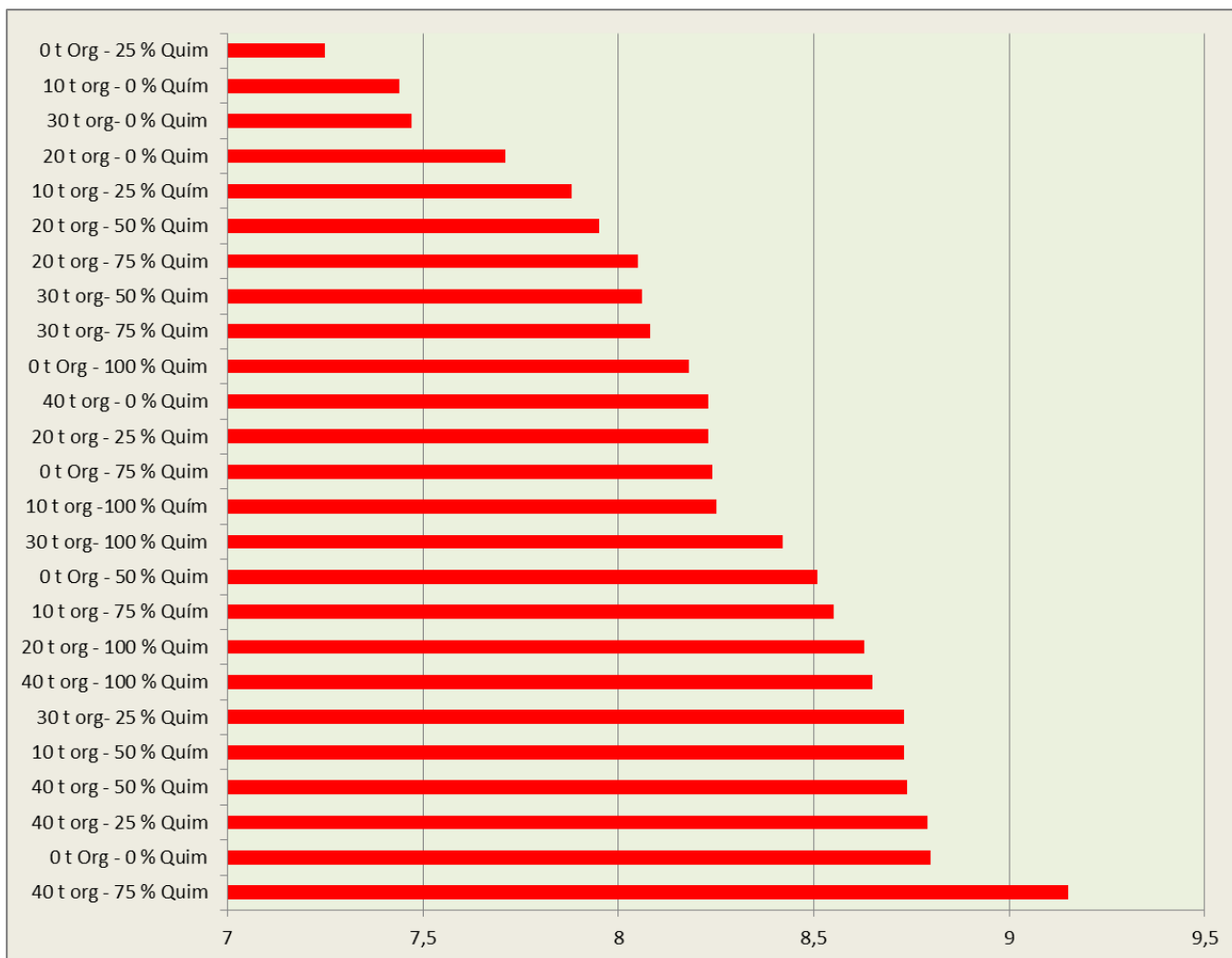


Figura 3. Producción de azúcar (t / ha) obtenidas en la primera cosecha de la evaluación de dosis crecientes del abono orgánico y químico en Cutris de San Carlos.

2) Segunda Cosecha.

En el Cuadro 6 se presenta el resultado del análisis de varianza aplicado a las variables agroindustriales, observándose que en las mismas se presentaron diferencias estadísticas significativas tanto en la producción de caña y azúcar (t/ha), con la aplicación del abono orgánico. El tratamiento de 40 t/ha de abono orgánico, presento en la prueba de medias Tuckey al 5% diferencias con respecto al testigo no así con los demás tratamientos por lo que se deduce que estadísticamente al no presentarse diferencias significativas entre el tratamiento con mayor producción (40 t /ha), cabe señalar que el tratamiento con 10 t /ha es productivamente satisfactorio y económicamente más rentable en la producción de azúcar (t/ha).

Cuadro 6.

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

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

El fertilizante químico por su parte presenta diferencias estadísticas significativas entre sus dosis en la producción de caña (t/ha), no así en la producción de azúcar (t/ha), donde el mejor tratamiento fue con la dosis de 100% de la fertilización química, pero sin presentar diferencias importantes con los otros tratamientos excepto con el tratamiento testigo.

En la Figura 4 se puede observar como en la producción de azúcar (t/ha) se logró un incremento superior al 1 tonelada de azúcar por hectárea con la dosis de 40 t/ha respecto al tratamiento sin abono orgánico, reflejo de la necesidad que tienen estos suelos de este fertilizante; sin embargo, la dosis 10 o 20 t/ha resulta viable en su uso y económicamente más rentable.

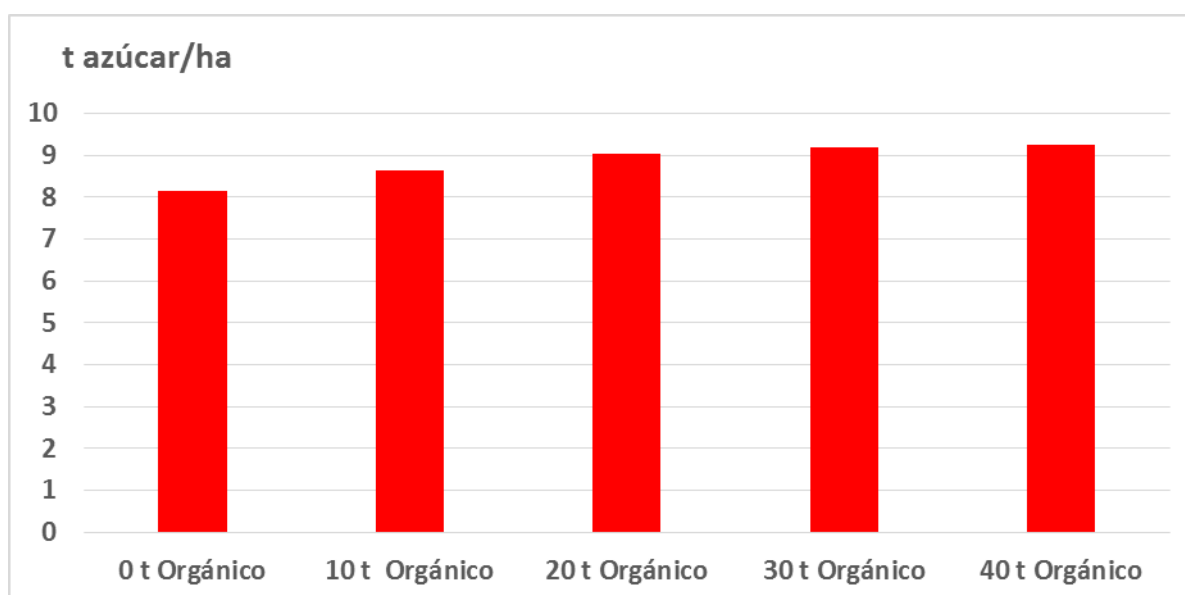


Figura 4. Efecto del incremento del abono orgánico sobre la producción de azúcar por hectárea en la segunda cosecha.

Producto posiblemente de una mayor demanda nutricional por parte del cultivo y de nitrógeno en esta cosecha como se observa en la Figura 5, se obtuvo una alta correlación entre las cantidades de fertilizante químico y la producción de azúcar (t/ha), obteniéndose la mayor respuesta productiva con la aplicación del 100% del fertilizante químico. Es evidente en este caso que una diferencia de 0,6 toneladas de azúcar por hectárea, paga la diferencia en el fertilizante químico el cual representa un 25% (62 kg/ha)

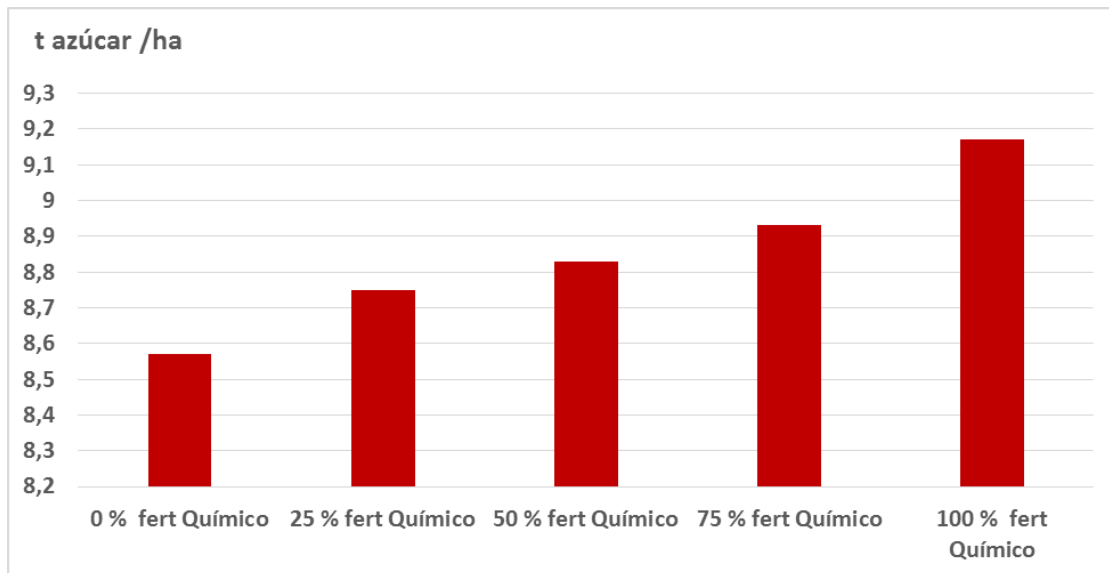


Figura 5. Efecto del incremento del fertilizante químico en la producción de azúcar (t) por hectárea en la segunda cosecha.

En la interacción de los tratamientos se observa en la Figura 6, como y confirmando lo anterior, el mejor tratamiento resulto ser el de 40 t/ha de abono orgánico y 25 % de la fertilización química, al igual que la cosecha anterior si no se aplica el abono orgánico la producción de azúcar se reduciría aproximadamente en casi 2 toneladas de azúcar/ha.

Sin embargo, al observar dicha Figura algunos tratamientos como el de la combinación de 10 o 20 toneladas de abono orgánico combinado con un 100% de fertilizante químico resulta productivamente importante y posiblemente más viable económicamente.

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 6 algunos tratamientos con altas dosis de uno u otro fertilizante lograron muy buenos rendimientos.



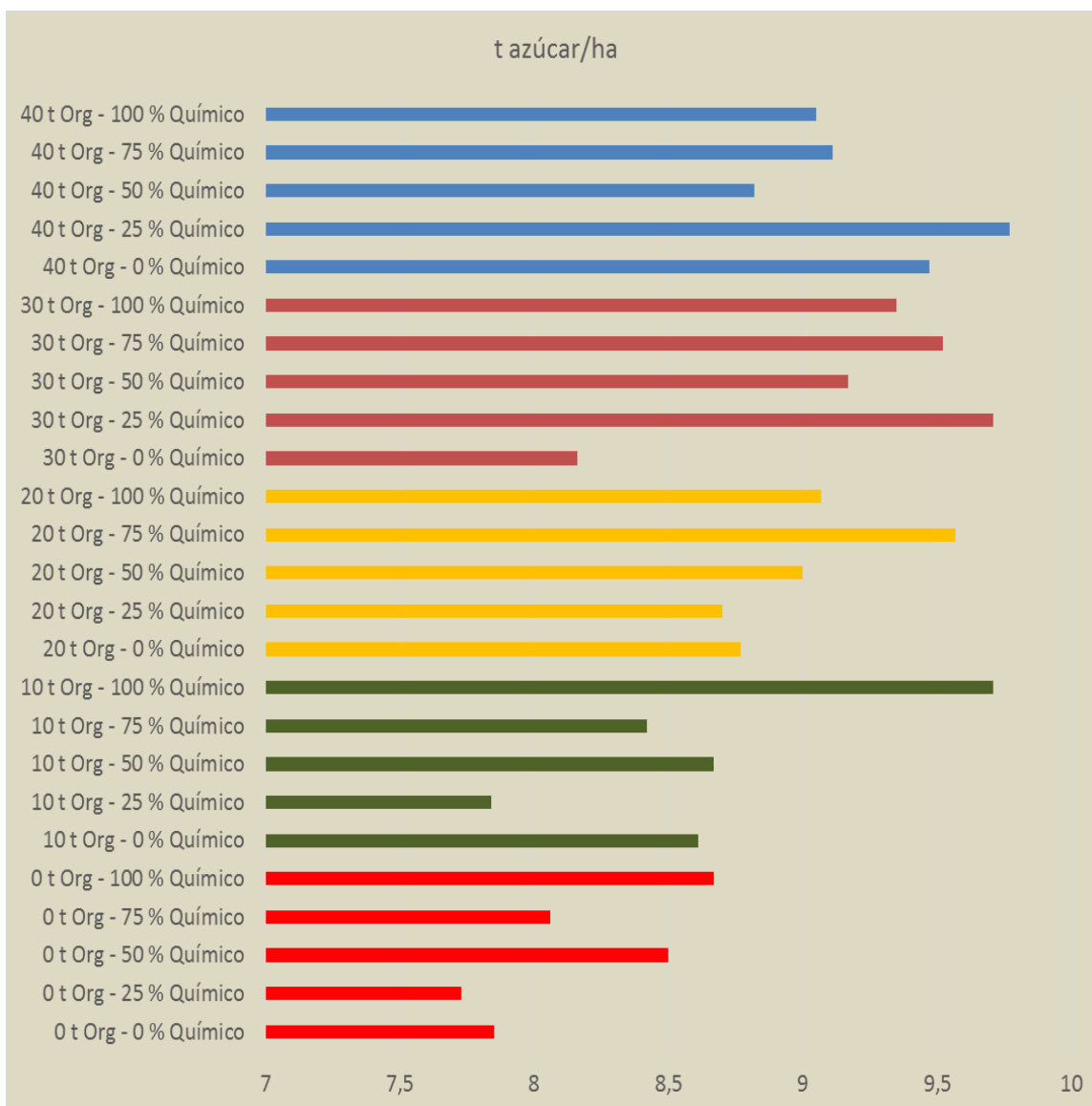


Figura 6. Producción de azúcar (t/ha) obtenidas en la segunda cosecha de la evaluación de dosis crecientes del abono orgánico y químico en Cutris San Carlos.

3) Tercera cosecha.

En el Cuadro 7 se presenta el resultado del análisis de varianza correspondiente a la tercera cosecha, aplicado a los diferentes tratamientos. Se comprueba que no se presentaron diferencias significativas con ninguna de las dosis de abono orgánico, químico y tampoco con ninguna de sus interacciones.

Cuadro 7.

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

Andeva	G.L.	Rend Ind	P(f)	t caña / ha	P(f)	t azúcar /ha	P(f)
Repeticiones	3	161,13	0,02	231,27	0,1	4,9	0,03
Abono Organico	4	46,37	0,41	107,13	0,27	0,89	1
Fertilizante Químico	4	45,75	0,41	340,81	0,11	2,44	0,18
Interacción	16	27,77	1	63,21	1	1,06	1
Error	72	45,65		103,12		1,53	
Total	99	4.582,78		10.921,27		155,27	
% CV		7,11		11,75		14,98	
Tratamientos		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
0 t orgánico		95,68		82,63		7,9	
10 t orgánico		96,47		85,88		8,28	
20 t orgánico		95,27		88,22		8,41	
30 t orgánico		95,3		87,67		8,37	
40 t orgánico		92,45		87,83		8,38	
Tratamientos		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 % fert químico		94,12		82,23	a	7,98	
25 % fert químico		96		81,64	a	7,84	
50 % fert químico		93,04		89,73	a	8,35	
75 % fert químico		95,14		89,14	a	8,49	
100 % fert químico		96,88		89,48	a	8,67	
Tratamientos		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
0 t org - 0 % químico		97,34		79,63		7,75	
0 t org - 25 % químico		94,73		76,67		7,28	
0 t org - 50 % químico		95,43		87,33		8,34	
0 t org - 75 % químico		96,68		80,19		7,77	
0 t org - 100 % químico		94,25		89,34		8,37	
10 t org - 0 % químico		98,31		86		8,37	
10 t org - 25 % químico		97,49		80,37		7,86	
10 t org - 50 % químico		89,15		84,78		7,55	
10 t org - 75 % químico		97,02		87,41		8,48	
10 t org - 100 % químico		100,4		90,86		9,15	
20 t org - 0 % químico		90,16		83,34		7,51	
20 t org - 25 % químico		96,81		85,19		8,24	
20 t org - 50 % químico		97,18		89,78		8,74	
20 t org - 75 % químico		95,87		93,89		9,02	
20 t org - 100 % químico		96,32		88,89		8,54	
30 t org- 0 % químico		94,58		77,96		7,46	
30 t org- 25 % químico		96,79		81,85		7,89	
30 t org- 50 % químico		94,07		94,93		8,93	
30 t org- 75 % químico		94,27		97,67		9,23	
30 t org- 100 % químico		96,82		85,93		8,34	
40 t org - 0 % químico		90,23		84,2		8,81	
40 t org - 25 % químico		94,17		84,15		7,93	
40 t org - 75 % químico		89,39		91,85		8,22	
40 t org - 50 % químico		91,85		86,56		7,98	
40 t org - 100 % químico		96,63		92,41		8,94	

En la Figura 7 se observa la respuesta en la producción de azúcar / ha obtenida entre las dosis crecientes de abono orgánico, donde se observa una leve respuesta positiva al incrementar las cantidades de abono orgánico estabilizándose a partir de la dosis de 20 t/ha el cual supero al tratamiento testigo en poco más de 0,5 t /ha de azúcar. Los tratamientos con dosis mayores de abono orgánico también superaron al tratamiento testigo pero por los costos de transporte y aplicación no serán considerados importantes al menos en esta cosecha.

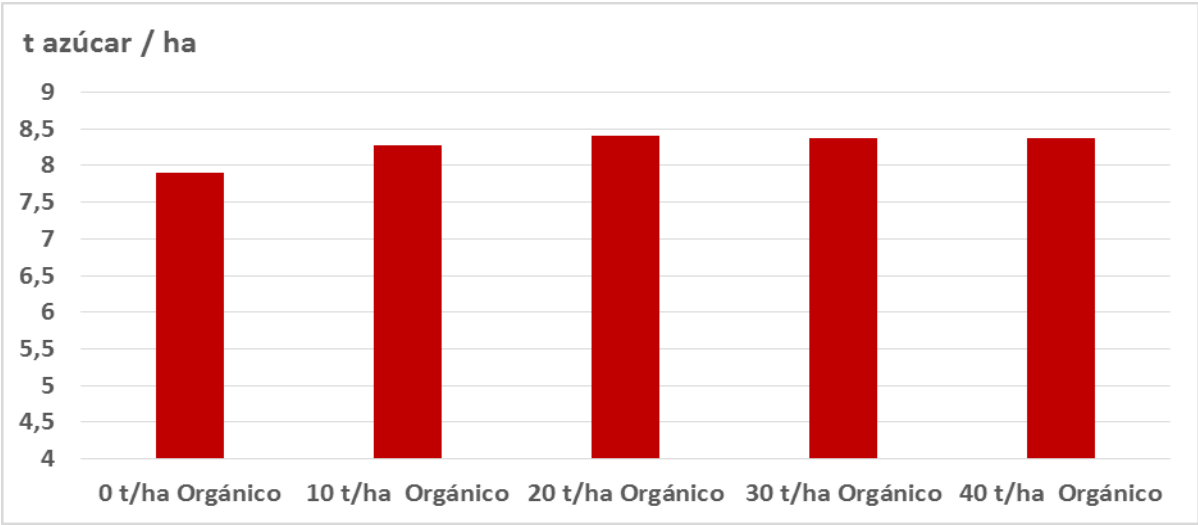


Figura 7. Efecto del incremento del abono orgánico sobre la producción de azúcar por hectárea en la tercera cosecha.

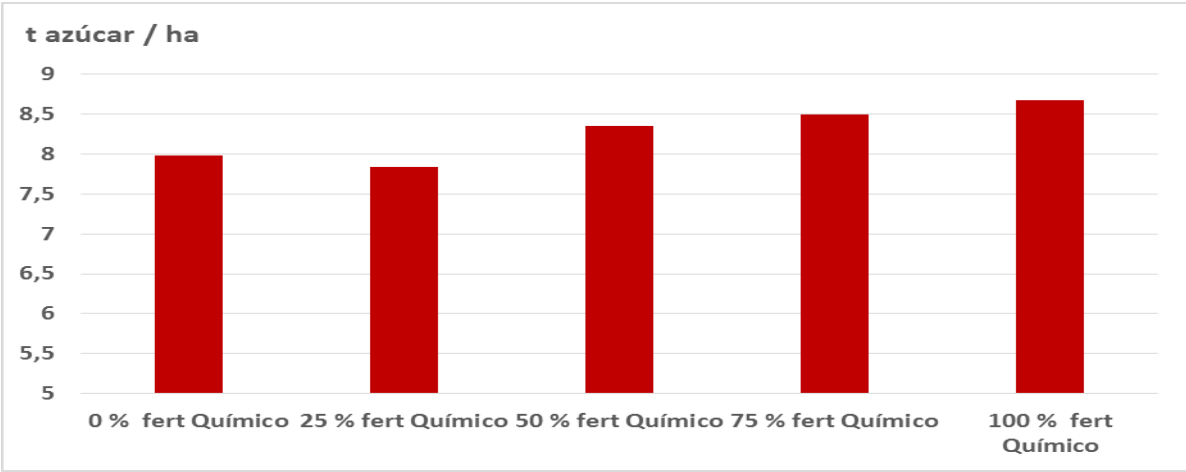


Figura 8. Efecto del incremento del fertilizante químico en la producción de azúcar por hectárea en la tercera cosecha.

En la Figura 8 se presenta el comportamiento de las diferentes dosis de fertilizante químico aplicadas en combinación del abono orgánico, y donde se observa que con las dosis de 100 % del fertilizante químico es suficiente para lograr incrementos en la producción de azúcar del 7%. Por otra parte, al analizar la interacción entre ambos tipos de fertilizantes se observa en la Figura 9 como con las dosis de 10 toneladas de abono orgánico y con un 100 % de la fertilización química son suficientes para lograr un incremento de 8% en la producción de azúcar respecto al tratamiento testigo con 0 t de abono orgánico y el 100 % de fertilizante químico. Con los resultados de esta cosecha se podría afirmar que el abono orgánico proporciona un incremento aproximado del 8 % sobre la producción de azúcar.

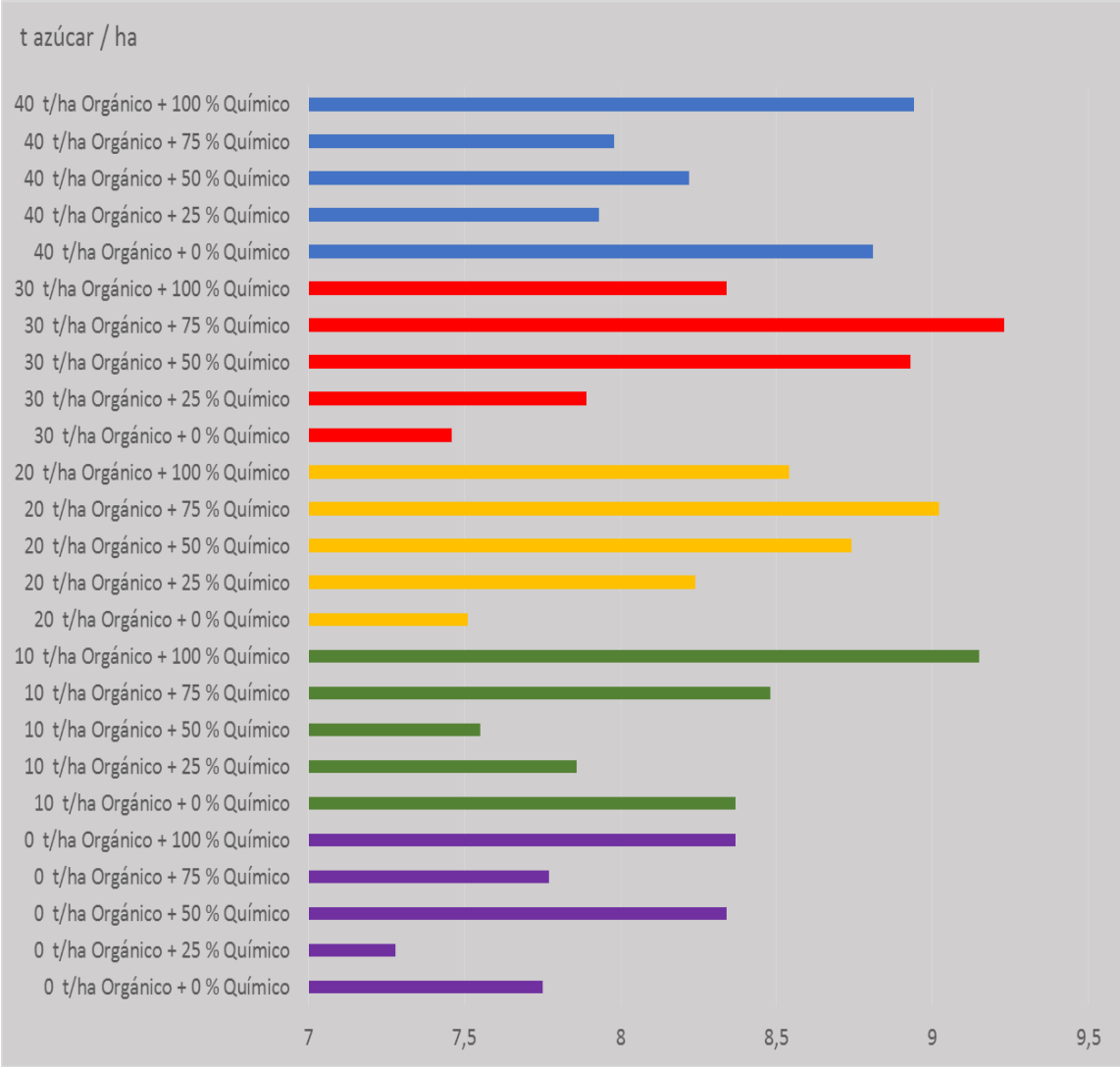


Figura 9. Producción de azúcar (t/ ha) obtenidas en la tercera cosecha de la evaluación de dosis crecientes del abono orgánico en Cutris.

4) Cuarta Cosecha.

Se analizó el comportamiento productivo del cultivo en esta cuarta cosecha, exponiendo en el Cuadro 8 el resultado del análisis de varianza, donde se observa que de nuevo no se presentaron diferencias estadísticas significativas con ninguna de las dosis de abono orgánico ni químico, ni ninguna de sus interacciones situación similar a la cosecha anterior.

En la Figura 10, se observa la respuesta independiente en la producción de azúcar (t/ha), obtenida entre las dosis crecientes de abono orgánico, donde sobresalió el tratamiento con 40 t/ha, superando levemente al tratamiento con 20 t/ha al igual que en la cosecha anterior, por lo que este tratamiento es más viable por ser más rentable. Respecto al tratamiento testigo sin abono orgánico, el tratamiento de 20 t lo superó en 5% en esta variable.

En la Figura 11 se presenta el comportamiento productivo de la caña con las diferentes dosis de fertilizante químico aplicadas en combinación del abono orgánico. En dicha figura se observa que cualquier aplicación de fertilizante químico superó al tratamiento sin aplicación en la producción de azúcar (t/ha), por lo tanto con una aplicación del 25% del fertilizante químico y aplicando abono orgánico, es suficiente para lograr incrementos satisfactorios en la producción de azúcar (t/ha).

En cosechas anteriores se presentaron mayores rendimientos agroindustriales con aplicaciones de fertilizantes químicos entre 75 y 100% posiblemente como resultado de una mayor mineralización del abono orgánico.

Confirmando los resultados de las cosechas anteriores, al analizar la interacción entre ambos tipos de fertilizantes se observa en la Figura 12 como con las dosis de 20 toneladas de abono orgánico y un 25% de la fertilización química son suficientes para lograr la mayor producción de azúcar (t/ha) en esta cosecha.



Cuadro 8.

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

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

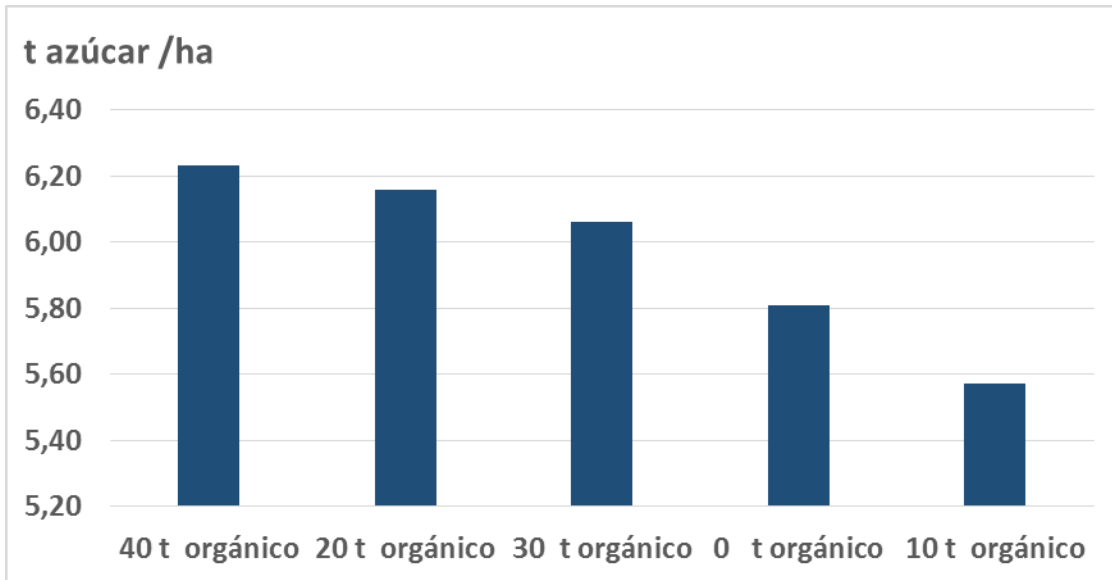


Figura 10. Efecto del incremento del abono orgánico sobre la producción de azúcar por hectárea en la cuarta cosecha

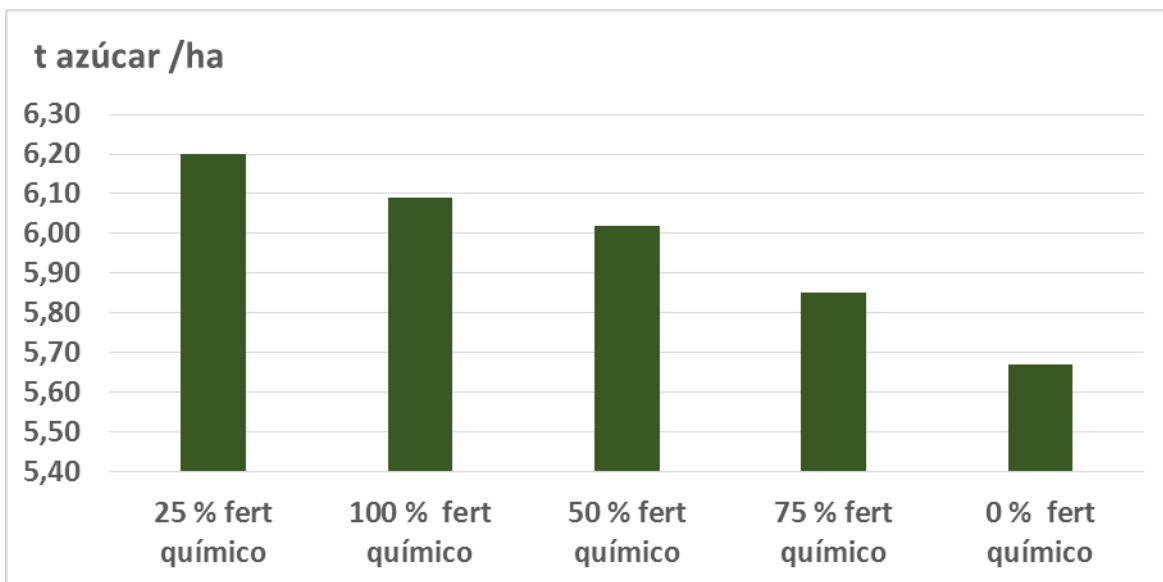


Figura 11. Efecto del incremento del fertilizante químico en la producción de azúcar por hectárea en la cuarta cosecha.

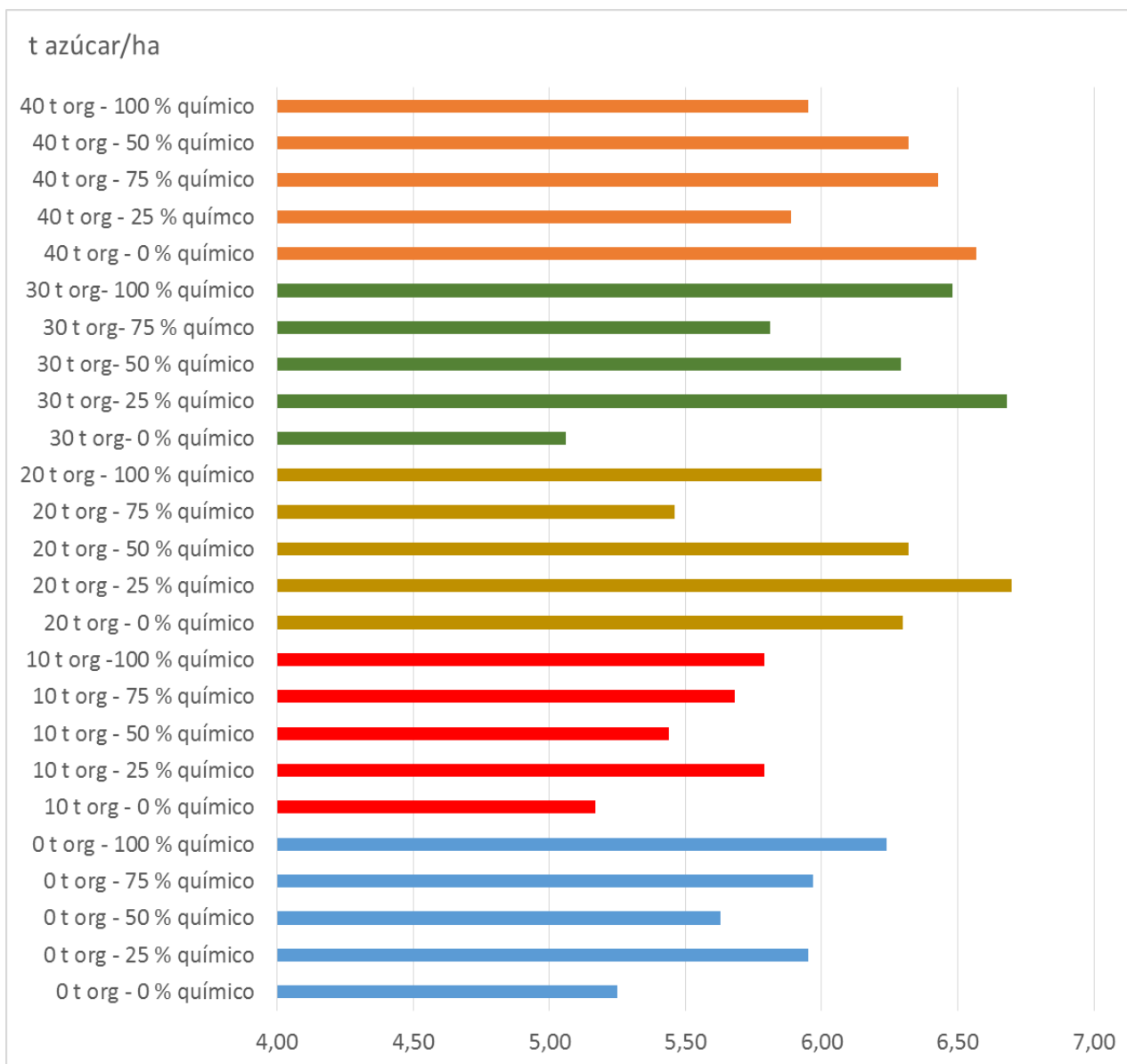


Figura 12. Producción de azúcar (t/ ha) obtenidas en la cuarta cosecha de la evaluación de dosis crecientes del abono orgánico en Cutris.

5) Quinta Cosecha

En el Cuadro 9 se presenta la respuesta productiva del cultivo y el análisis de varianza en la quinta cosecha, aplicado a las variables agroindustriales, donde se observa que tampoco se presentaron diferencias estadísticas significativas con ninguna de las dosis de abono orgánico, químico y ninguna de sus interacciones situación similar a las cosechas anteriores.

Cuadro 9.

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

Andeva	G.L.	Rend Ind	P(f)	t caña / ha	P(f)	t azúcar /ha	P(f)
Repeticiones	3	64,74	1,00	268,18	0,21	1,54	1,00
Abono Organico	4	78,70	0,37	77,75	1,00	1,75	1,00
Fertilizante Químico	4	13,40	1,00	6,98	1,00	0,04	1,00
Interacción	16	56,60	1,00	170,19	1,00	2,20	0,45
Error	72	71,82		173,45		2,18	
Total	99	6638,98		16355,05		203,72	
% CV		9,03		17,74		21,13	
Tratamientos		FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP	FACTOR A	SEP
0 t orgánico		92,95		74,85		6,95	
10 t orgánico		95,65		72,36		6,93	
20 t orgánico		92,87		73,74		6,86	
30 t orgánico		96,26		77,32		7,48	
40 t orgánico		91,63		72,85		6,69	
Tratamientos		FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP	FACTOR B	SEP
0 % fert químico		94,65		73,41		6,97	
25 % fert químico		92,66		74,95		6,98	
50 % fert químico		93,73		73,95		6,92	
75 % fert químico		94,61		74,24		7,02	
100 % fert químico		93,71		74,59		7,03	
Tratamientos		INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP	INTER A*B	SEP
0 t org - 0 % químico		95,17		82,59		7,89	
0 t org - 25 % químico		92,48		79,26		7,31	
0 t org - 50 % químico		90,37		66,85		5,97	
0 t org - 75 % químico		93,23		75,00		6,97	
0 t org - 100 % químico		93,53		70,56		6,63	
10 t org - 0 % químico		94,46		76,30		7,24	
10 t org - 25 % químico		97,17		75,74		7,44	
10 t org - 50 % químico		96,18		68,82		6,57	
10 t org - 75 % químico		96,48		74,85		7,21	
10 t org -100 % químico		93,98		66,11		6,22	
20 t org - 0 % químico		97,18		76,67		7,40	
20 t org - 25 % químico		86,60		73,70		6,40	
20 t org - 50 % químico		96,85		74,56		7,24	
20 t org - 75 % químico		86,55		65,55		5,63	
20 t org - 100 % químico		97,16		78,22		7,62	
30 t org- 0 % químico		94,84		70,19		6,69	
30 t org- 25 % químico		98,12		74,93		7,39	
30 t org- 50 % químico		92,60		84,15		7,82	
30 t org- 75 % químico		102,86		75,11		7,74	
30 t org- 100 % químico		92,86		82,22		7,74	
40 t org - 0 % químico		91,63		61,30		5,63	
40 t org - 25 % químico		88,91		71,11		6,35	
40 t org - 75 % químico		92,65		75,37		6,99	
40 t org - 50 % químico		93,93		80,67		7,54	
40 t org - 100 % químico		91,02		75,82		6,92	

En la Figura 13 se observa la respuesta independiente en la producción de azúcar (t/ha), obtenida entre las dosis crecientes de abono orgánico, donde sobresalió el tratamiento con 30 t/ha, superando a todos los demás tratamientos, superando al tratamiento testigo en un 7%.

Pareciera que la aplicación continua del abono orgánico al suelo comienza a provocar alteraciones en el balance nutricional del suelo provocando como se observa en dicho gráfico efectos adversos al incrementar las cantidades de abono por unidad de área.

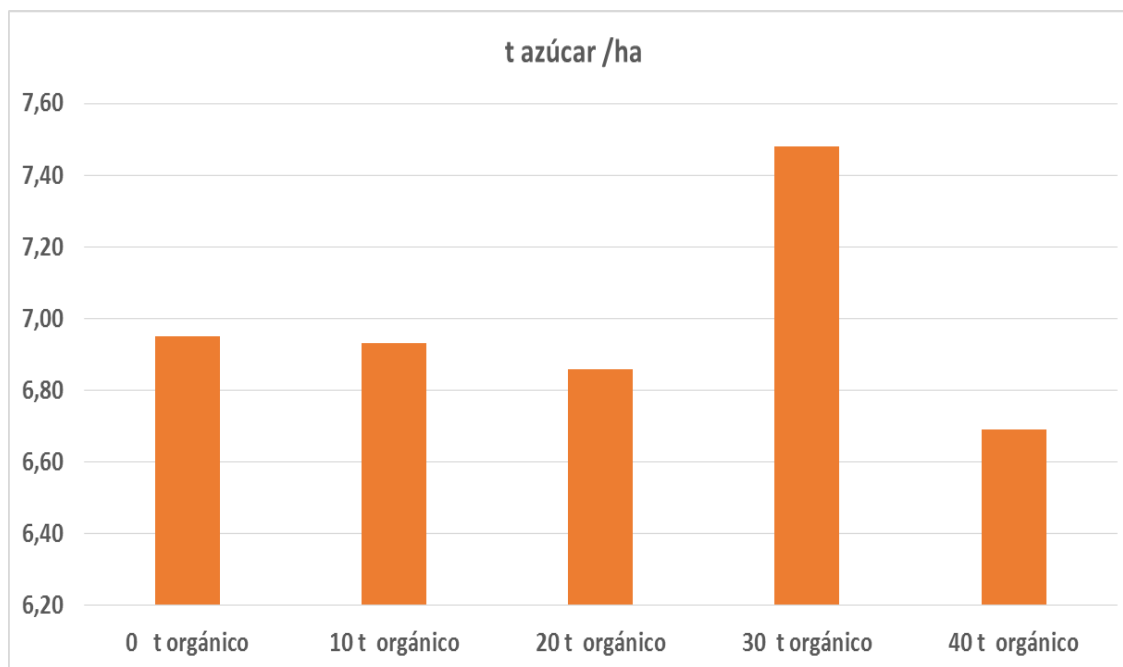


Figura 13. Efecto del incremento del abono orgánico sobre la producción de azúcar por hectárea en la cuarta cosecha.

En la Figura 14 se presenta el comportamiento de las diferentes dosis de fertilizante químico aplicadas en combinación del abono orgánico, y donde se observa que el tratamiento testigo absoluto (sin abono orgánico y químico), de repente supera a todos los tratamientos, provocado esto por una mayor producción de caña. Esta respuesta puede obedecer posiblemente a que después de 5 años de aplicación continua de abono orgánico en parcelas contiguas a los tratamientos testigos, estos se han beneficiados por los lixiviados de la materia orgánica que al final son ácidos húmicos y fúlvicos ricos en nutrimentos disponibles al cultivo en forma inmediata. Provocando esta situación contaminación de los tratamientos de referencia de este estudio.

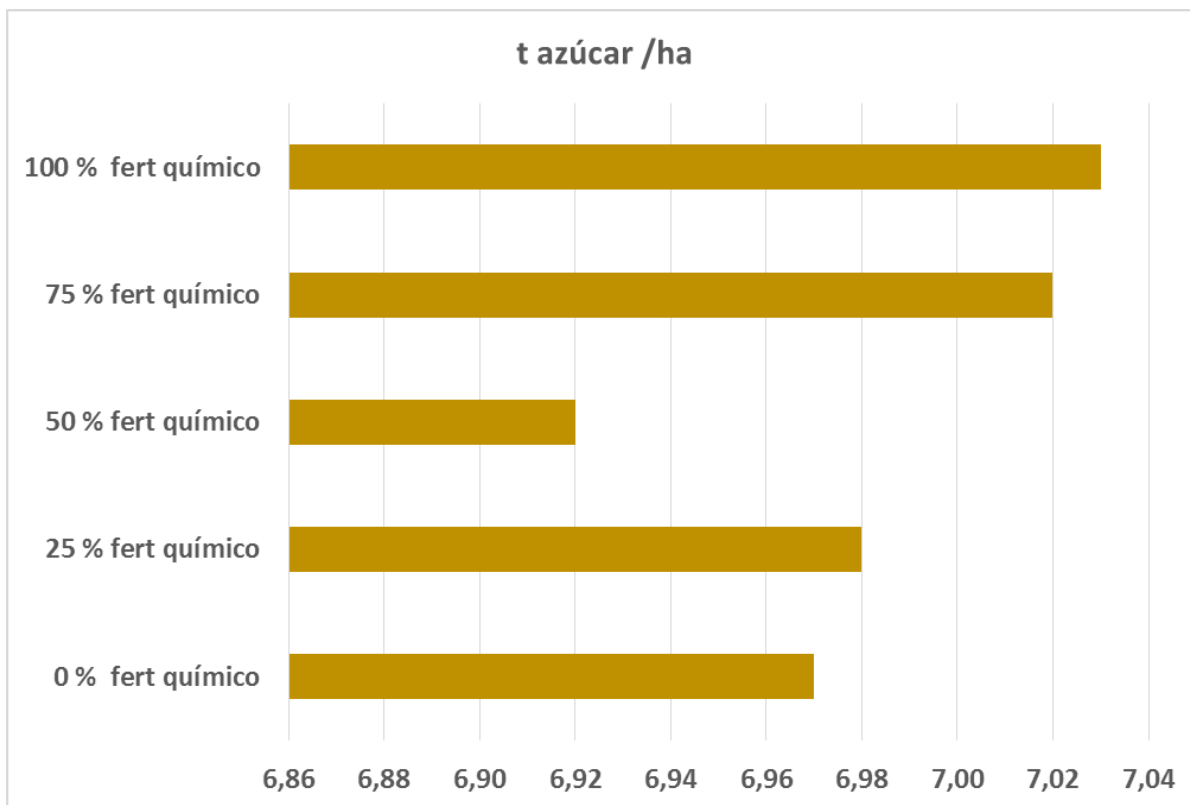


Figura 14. Efecto del incremento del fertilizante químico en la producción de azúcar por hectárea en la cuarta cosecha.

En la Figura 15 se presenta el resultado de la interacción entre las diferentes dosis de abono orgánico y químico, como se observa, la tendencia del incremento de la productividad respecto a las cantidades de abono orgánico aportadas como se manifestó en las primeras cosechas, tendió a disminuir, producto posiblemente de desbalances nutricionales acumulados en el tiempo por las altas cantidades de abono orgánico y que lograron limitar en alguna medida la producción del cultivo lograda en las primeras cosechas.

Por otro lado las parcelas no tratadas con abono orgánico incrementaron gradualmente su producción igualando y superando a muchos de los tratamientos con altas dosis de abono orgánico y químico, confirmando con ello lo expuesto y posiblemente por cercanía a parcelas tratadas por lixiviados se contaminaron, por lo que en estas últimas cosechas no se pueden utilizar como referencia.

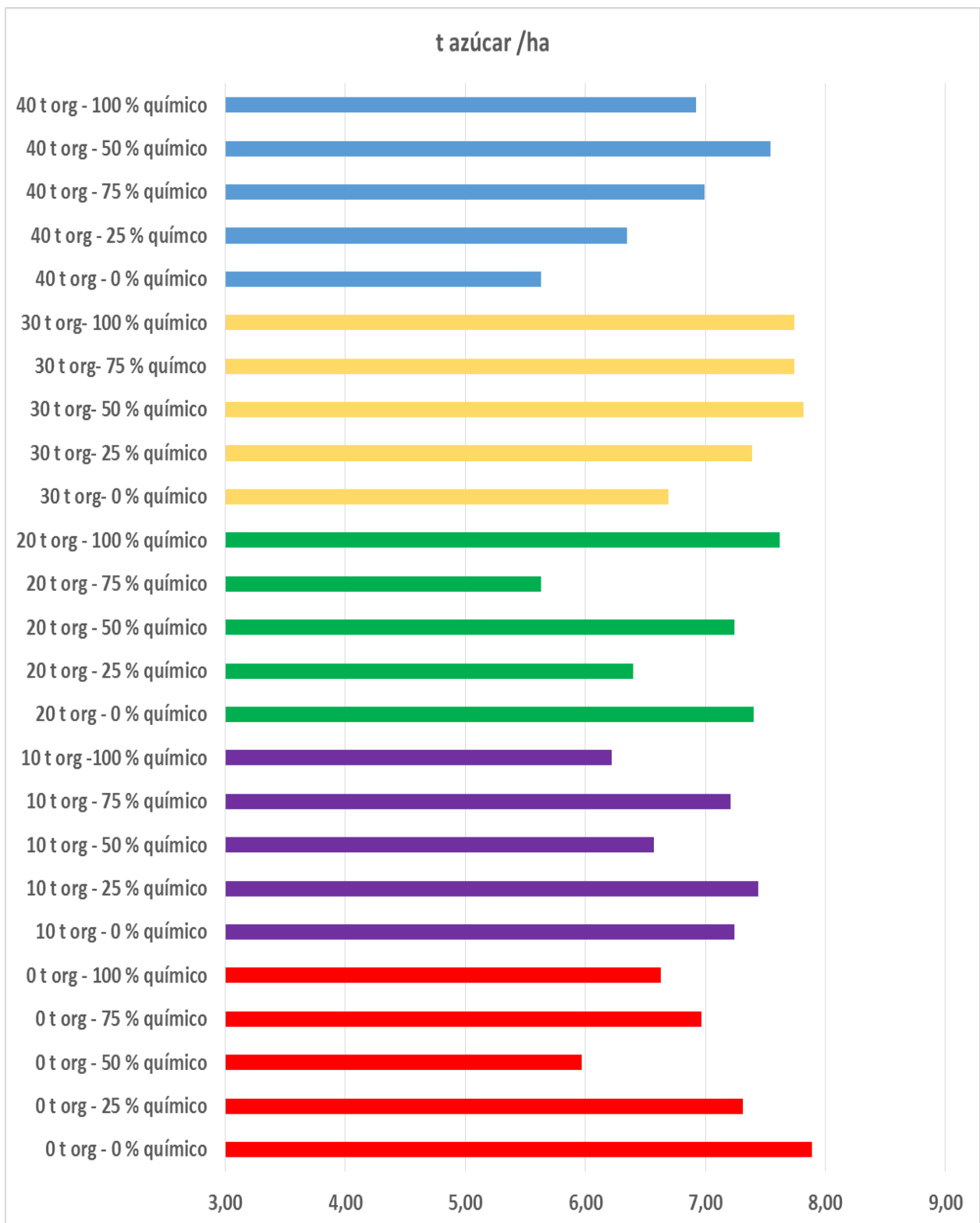


Figura 15. Producción de azúcar (t/ ha) obtenidas en la cuarta cosecha de la evaluación de dosis crecientes del abono orgánico en Cutris.

6) Promedio de cinco cosechas.

En la Figura 16 se presenta el comportamiento productivo en las toneladas de azúcar por hectárea obtenido durante las cinco cosechas analizadas en este estudio y producto de la aplicación de las dosis crecientes de abono orgánico, observándose que después de la segunda cosecha se presentó una caída en la producción de esta variedad y la cual se acentúa después de la cuarta cosecha. Al observar el comportamiento productivo entre el primer año de aplicación de abono orgánico y el segundo año, se presentó un incremento correlacionado con las cantidades de abono orgánico, tendencia que se mantuvo en la cosecha siguiente, pero no así en las cosechas sucesivas. Este comportamiento también se observa en la Figura 17 al separar el efecto provocado por las dosis crecientes de fertilizante químico, por lo que se puede deducir que el beneficio del abono orgánico en los suelos donde se estableció este ensayo, se da de forma importante en las primeras tres aplicaciones anuales.

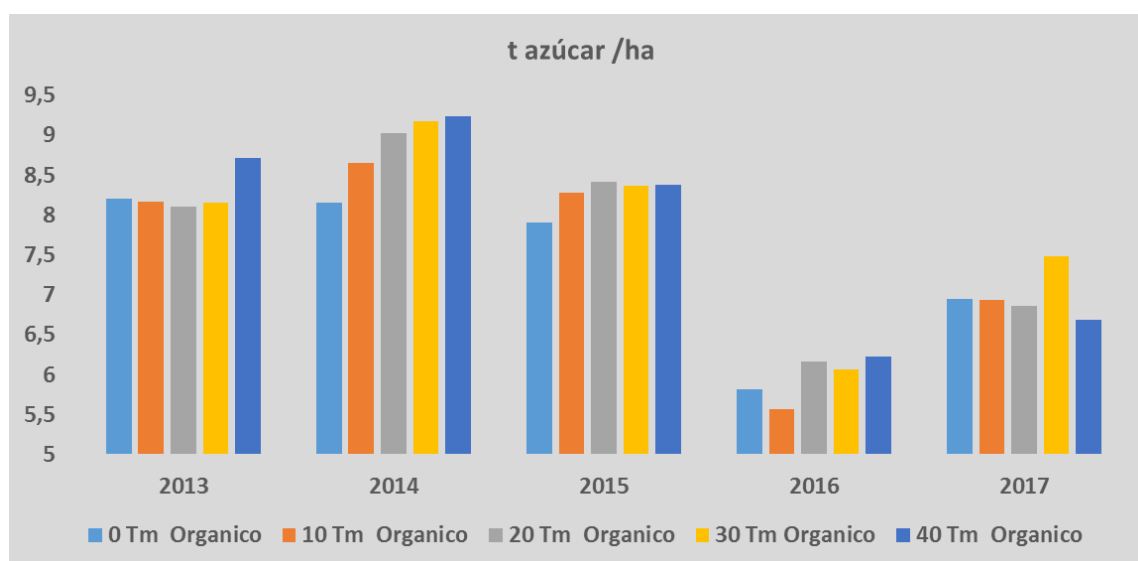


Figura 16. Efecto del incremento del abono orgánico sobre la producción de azúcar por hectárea en el promedio durante cinco cosechas.

Al analizar el promedio de las cinco cosechas, se observa que al incrementar las cantidades por hectárea de abono orgánico (Figura 18) se mantiene el mayor beneficio productivo de azúcar (t/ha) con las mayores dosis (40 t/ha), sin embargo con la dosis de 20 t/ha más viable económicamente, se puede lograr un incremento de un 5% en la producción de azúcar (t/ha) respecto a la no aplicación del abono orgánico. De igual forma a mayores cantidades de fertilizante químico (Figura 19) se espera como tendencia a una mayor producción de azúcar (t/ha).

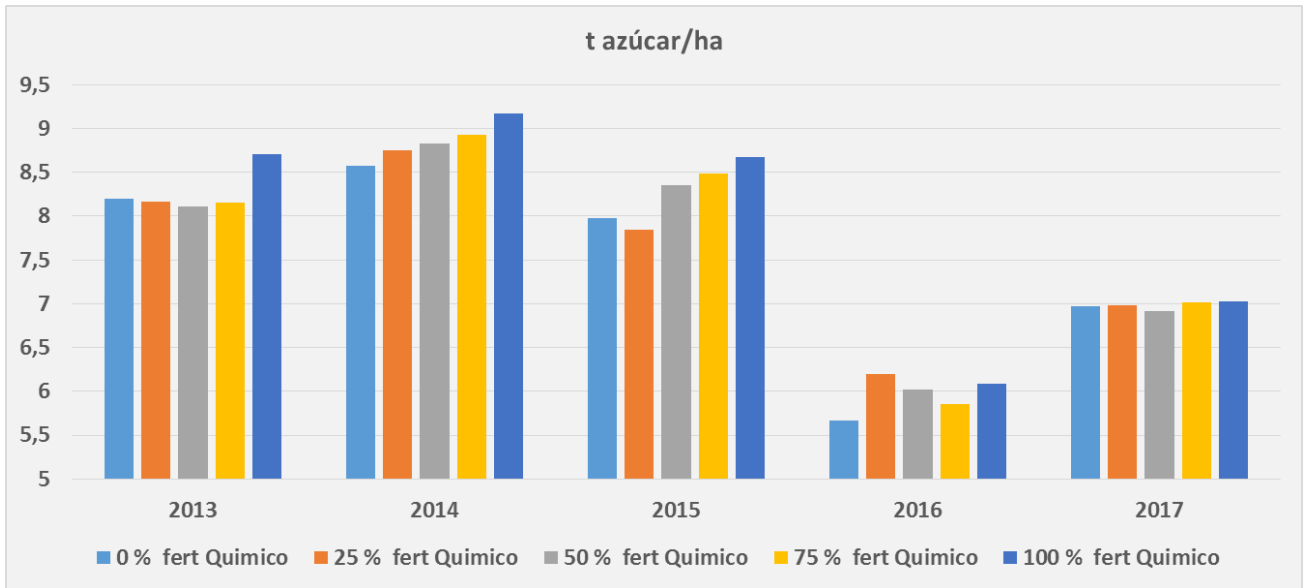


Figura 17. Efecto del incremento del fertilizante químico en la producción de caña por hectárea durante cinco cosechas.

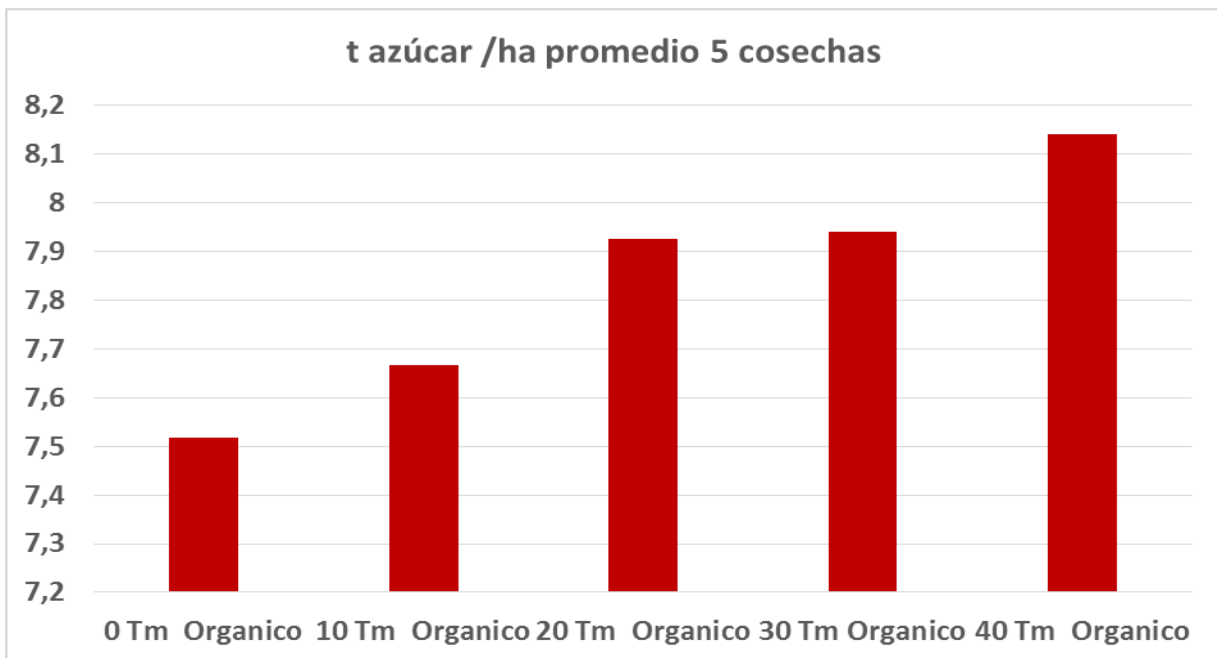


Figura 18. Efecto del incremento del abono orgánico sobre la producción de azúcar por hectárea en el promedio durante cinco cosechas.

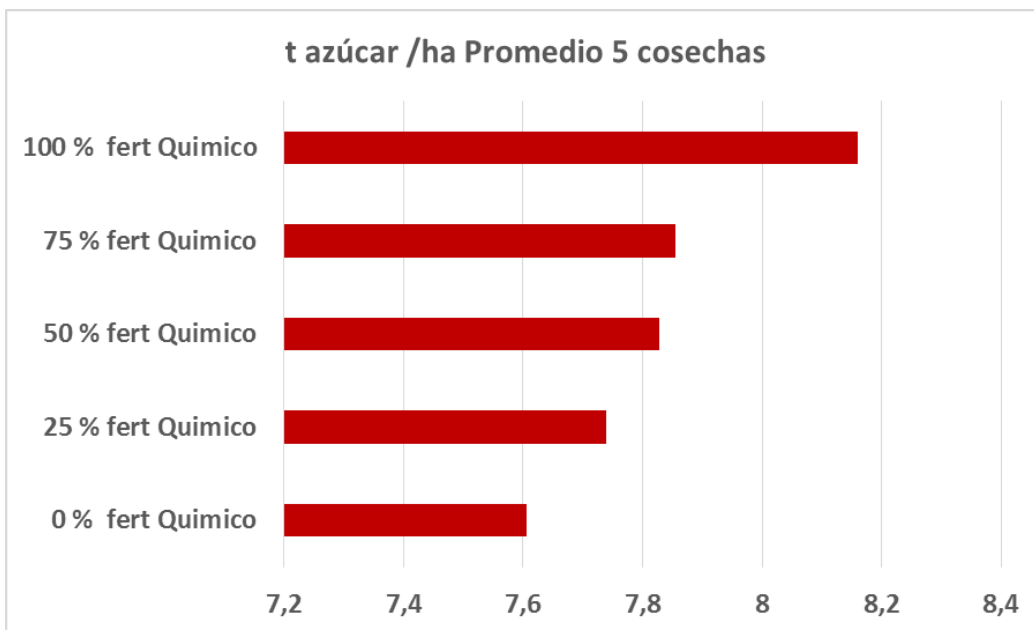


Figura 19. Efecto del incremento del fertilizante químico en la producción de azúcar por hectárea en el promedio de cinco cosechas.

En la interacción entre las cantidades crecientes del abono orgánico y las dosis crecientes del fertilizante químico (Figura 20) sobresalieron todos los tratamientos compuestos por 30 t / ha de abono orgánico y donde económicamente la dosis de un 25% de la fertilización química resultó ser la más viable.

Si se comparan los resultados de promediar 5 cosechas (Figura 20) y 3 cosechas (Figura 21) se observa que al promediar 5 cosechas la tendencia de mayor producción se logra con las mayores cantidades de abono orgánico (30 y 40 t/ha); caso contrario, si se promedian solamente las primeras tres cosechas se logra evadir la pérdida de vigor de esta variedad y con ello se rescatan efectos más puntuales y positivos con dosis bajas de abono orgánico.

Como se mencionó en la Figura 20 (promedio de 5 cosechas), se observa en los resultados que los mejores tratamientos se lograron con la aplicación de cantidades de 30 t /ha de abono orgánico y con un 25 -100 % de las cantidades de fertilizante químico. En la figura 21 en el promedio de tres cosechas, se observa que destacó el tratamiento compuesto por 10 t abono orgánico y un 100 % de la fertilización química.

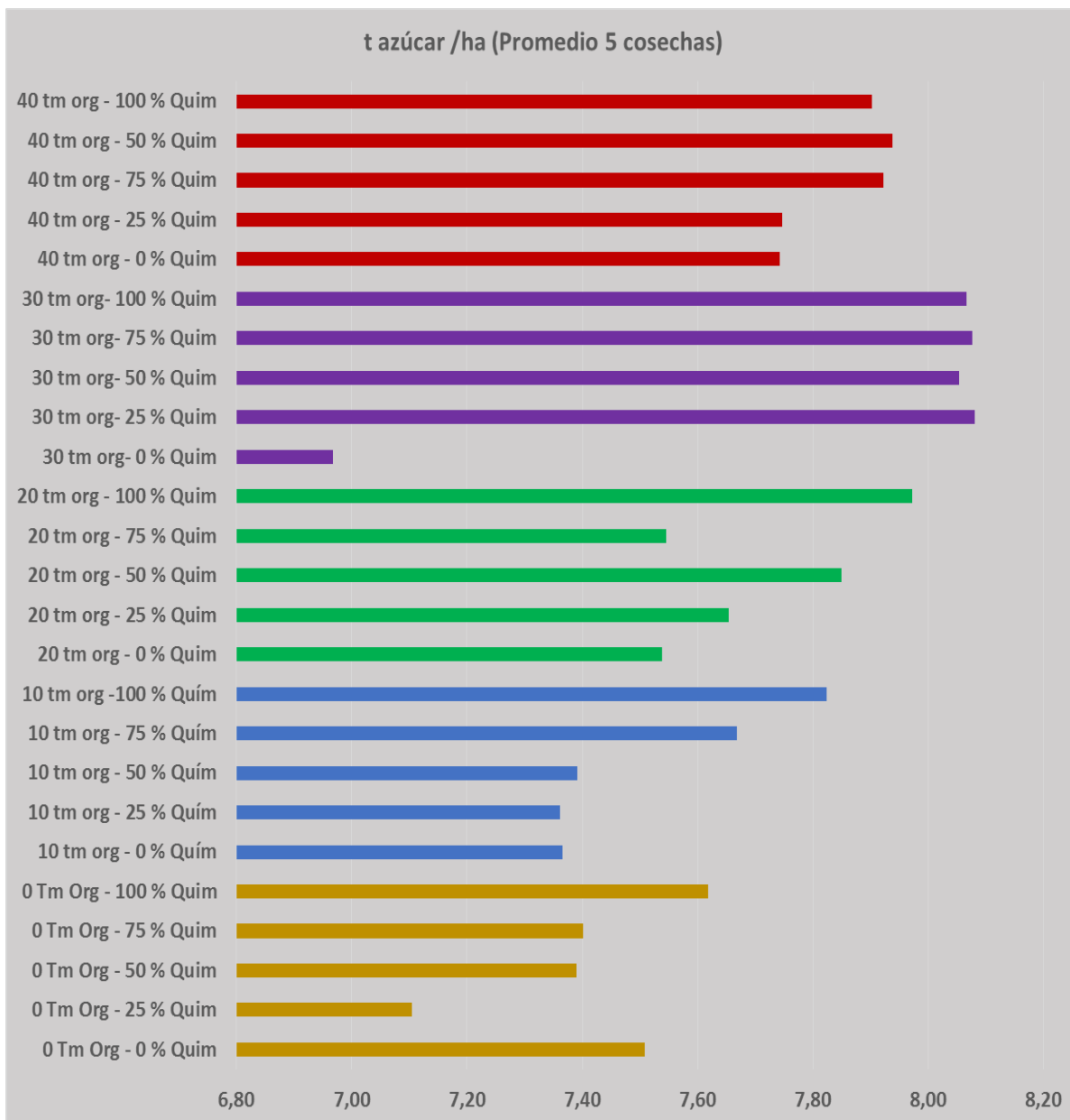


Figura 20. Producción de azúcar (t/ ha) obtenidas en el promedio de cinco cosechas en la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos.

7) Análisis Económico.

En toda investigación agronómica es sumamente importante valorar el beneficio económico generado por las nuevas prácticas de cultivo, que en dicha investigación sobresalieron como alternativas para incrementar la productividad del cultivo.

Este aspecto es determinante para aceptar como dominio de recomendación dichas prácticas de manejo, en el entendido que el incremento en producción logrado debe ser suficiente para pagar las diferencias de costos con los tratamientos o prácticas de manejo tradicionales de las fincas.

En la caña de azúcar este análisis es muy importante y sobre todo más valorado que en cultivos anuales por cuanto las evaluaciones o mediciones deben llevarse a cabo a través de varias cosechas donde el beneficio o perjuicio de las nuevas prácticas de manejo aplicadas como novedad por lo general son acumuladas en el tiempo.

En el siguiente Cuadro 10 se presentan los costos de aquellos rubros que afectan directamente a los tratamientos evaluados en este estudio, como se observa en este aspecto se tomó en cuenta el valor de los insumos así como el costo del transporte y su respectiva aplicación, los valores se tomaron de la información suministrada por el Departamento Agrícola del Ingenio Cutris.

Es importante tomar en cuenta que el manejo del abono orgánico con lleva altos costos por las altas cantidades que se aplican y transportan. Por este motivo además de lograr beneficios productivos adicionales debe verse como una inversión a largo plazo al mejorar sustancialmente la fertilidad del suelo donde se aplica además del beneficio ambiental que esta práctica induce.

Cuadro 10.

Costo de las principales variables económicas de la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos.

Variable	Costo
Tonelada abono orgánico	₡4.000
Transporte abono orgánico (t)	₡1.000
Aplicación tonelada de abono orgánico	₡1.836
Fertilizante Químico (50 kg)	₡11.750
Aplicación Fert.Químico (8 horas /ha)	₡1.836
Transporte fert.Químico (kg)	₡15
Aplicación Fert.Químico (8 horas)	₡1.796
Costo total cosecha por tonelada caña	₡5.489

Con base en los costos descritos en el Cuadro 10 se estructuraron los costos de cada variable (Cuadro 11) relacionadas con los diferentes tratamientos del estudio, indudablemente los costos se incrementan con las dosis de abono orgánico y químico.

Cuadro 11.
Costo de los diferentes tratamientos en las diferentes variables económicas de la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos.

Tratamientos	Abono Orgánico	Transporte Abono Orgánico	Aplicación Abono Orgánico	Fertilizante Químico	Transporte Fertilizante Químico	Aplicación Fertilizante Químico	Total Tratamiento
0 Tm Org - 0 % Quim (0 kg/ha)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0 Tm Org - 25 % Quim (112,50 kg/ha)	0,00	0,00	0,00	26.437,50	1.687,50	14.368,00	42.493,00
0 Tm Org - 50 % Quim (125 kg/ha)	0,00	0,00	0,00	29.375,00	1.875,00	14.368,00	45.618,00
0 Tm Org - 75 % Quim(237.5 kg /ha)	0,00	0,00	0,00	55.812,50	3.562,50	14.368,00	73.743,00
0 Tm Org - 100 % Quim(450kg/ha)	0,00	0,00	0,00	105.750,00	6.750,00	14.368,00	126.868,00
10 tm org - 0 % Quím	40.000,00	10.000,00	18.360,00	0,00	0,00	0,00	68.360,00
10 tm org - 25 % Quím	40.000,00	10.000,00	18.360,00	26.437,50	1.687,50	14.368,00	110.853,00
10 tm org - 50 % Quím	40.000,00	10.000,00	18.360,00	29.375,00	1.875,00	14.368,00	113.978,00
10 tm org - 75 % Quím	40.000,00	10.000,00	18.360,00	55.812,50	3.562,50	14.368,00	142.103,00
10 tm org -100 % Quím	40.000,00	10.000,00	18.360,00	105.750,00	6.750,00	14.368,00	195.228,00
20 tm org - 0 % Quim	80.000,00	20.000,00	36.720,00	0,00	0,00	0,00	136.720,00
20 tm org - 25 % Quim	80.000,00	20.000,00	36.720,00	26.437,50	1.687,50	14.368,00	179.213,00
20 tm org - 50 % Quim	80.000,00	20.000,00	36.720,00	29.375,00	1.875,00	14.368,00	182.338,00
20 tm org - 75 % Quim	80.000,00	20.000,00	36.720,00	55.812,50	3.562,50	14.368,00	210.463,00
20 tm org - 100 % Quim	80.000,00	20.000,00	36.720,00	105.750,00	6.750,00	14.368,00	263.588,00
30 tm org - 0 % Quim	120.000,00	30.000,00	55.080,00	0,00	0,00	0,00	205.080,00
30 tm org - 25 % Quim	120.000,00	30.000,00	55.080,00	26.437,50	1.687,50	14.368,00	247.573,00
30 tm org - 50 % Quim	120.000,00	30.000,00	55.080,00	29.375,00	1.875,00	14.368,00	250.698,00
30 tm org - 75 % Quim	120.000,00	30.000,00	55.080,00	55.812,50	3.562,50	14.368,00	278.823,00
30 tm org - 100 % Quim	120.000,00	30.000,00	55.080,00	105.750,00	6.750,00	14.368,00	331.948,00
40 tm org - 0 % Quim	160.000,00	40.000,00	73.440,00	0,00	0,00	0,00	273.440,00
40 tm org - 25 % Quim	160.000,00	40.000,00	73.440,00	26.437,50	1.687,50	14.368,00	315.933,00
40 tm org - 75 % Quim	160.000,00	40.000,00	73.440,00	29.375,00	1.875,00	14.368,00	319.058,00
40 tm org - 50 % Quim	160.000,00	40.000,00	73.440,00	55.812,50	3.562,50	14.368,00	347.183,00
40 tm org - 100 % Quim	160.000,00	40.000,00	73.440,00	105.750,00	6.750,00	14.368,00	400.308,00

Tipo de cambio 1 US\$ = ₡ 570

7.1 Análisis Económico (promedio 5 cosechas).

En el Cuadro 12 se presenta el ingreso neto generado por los diferentes tratamientos, obtenido al tomar en cuenta los costos totales del Cuadro 11 y el ingreso total proveniente de la venta del azúcar producida de más sobre lo producido por al tratamiento testigo, como referencia en el promedio de las cinco cosechas.

Cuadro 12.

Ingreso neto producido por los diferentes tratamientos en el promedio de 5 cosechas de la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos.

Tratamientos	Costo Total Tratamiento	t azúcar /ha 5 cosechas	Diferencia t azúcar respecto testigo	Ingreso Respecto Testigo	Ingreso Neto
0 Tm Org - 0 % Quim (0 kg/ha)	₡0,00	7,51	0,00	₡0,00	0
0 Tm Org - 25 % Quim (112,50 kg/ha)	₡42.493,00	7,10	-0,41	-₡73.486,00	-₡115.979,00
0 Tm Org - 50 % Quim (125 kg/ha)	₡45.618,00	7,39	-0,12	-₡21.720,00	-₡67.338,00
0 Tm Org - 75 % Quim(237.5 kg /ha)	₡73.743,00	7,40	-0,11	-₡19.548,00	-₡93.291,00
0 Tm Org - 100 % Quim(450kg/ha)	₡126.868,00	7,62	0,11	₡19.548,00	-₡107.320,00
10 tm org - 0 % Quím	₡68.360,00	7,37	-0,14	-₡26.064,00	-₡94.424,00
10 tm org - 25 % Quím	₡110.853,00	7,36	-0,15	-₡26.788,00	-₡137.641,00
10 tm org - 50 % Quím	₡113.978,00	7,39	-0,12	-₡21.358,00	-₡135.336,00
10 tm org - 75 % Quím	₡142.103,00	7,67	0,16	₡28.598,00	-₡113.505,00
10 tm org -100 % Quím	₡195.228,00	7,82	0,31	₡56.834,00	-₡138.394,00
20 tm org - 0 % Quim	₡136.720,00	7,54	0,03	₡5.068,00	-₡131.652,00
20 tm org - 25 % Quim	₡179.213,00	7,65	0,14	₡26.064,00	-₡153.149,00
20 tm org - 50 % Quim	₡182.338,00	7,85	0,34	₡61.540,00	-₡120.798,00
20 tm org - 75 % Quim	₡210.463,00	7,55	0,04	₡6.516,00	-₡203.947,00
20 tm org - 100 % Quim	₡263.588,00	7,97	0,46	₡83.622,00	-₡179.966,00
30 tm org - 0 % Quim	₡205.080,00	6,97	-0,54	-₡98.102,00	-₡303.182,00
30 tm org- 25 % Quim	₡247.573,00	8,08	0,57	₡103.170,00	-₡144.403,00
30 tm org- 50 % Quim	₡250.698,00	8,05	0,54	₡98.464,00	-₡152.234,00
30 tm org- 75 % Quim	₡278.823,00	8,08	0,57	₡102.446,00	-₡176.377,00
30 tm org- 100 % Quim	₡331.948,00	8,07	0,56	₡100.636,00	-₡231.312,00
40 tm org - 0 % Quim	₡273.440,00	7,74	0,23	₡41.992,00	-₡231.448,00
40 tm org - 25 % Quim	₡315.933,00	7,75	0,24	₡42.716,00	-₡273.217,00
40 tm org - 75 % Quim	₡319.058,00	7,92	0,41	₡74.572,00	-₡244.486,00
40 tm org - 50 % Quim	₡347.183,00	7,94	0,43	₡77.468,00	-₡269.715,00
40 tm org - 100 % Quim	₡400.308,00	7,90	0,39	₡70.952,00	-₡329.356,00

₡181 / kg azúcar

Como se observa el beneficio económico en todos los tratamientos resultó ser negativo por sumas que van desde \$67.338 con el tratamiento sin abono orgánico y un 50% de la fertilización química a \$329.356, con la adición de 40 t de abono orgánico y 100% de la fertilización orgánica. Esta situación se da porque a partir de la tercera cosecha la producción disminuyó drásticamente, como se aprecia en la Figuras 16 y 17. Este comportamiento productivo posiblemente es genético, por lo que la aplicación del abono orgánico en las últimas dos cosechas contrarresta aún más el beneficio económico logrado por la aplicación de los tratamientos del estudio.

En el Cuadro 13 se presenta la relación beneficio/costo obtenida por los tratamientos evaluados y considerando los costos de cosecha y aplicación del abono orgánico y químico. Evidentemente esta relación siempre se verá afectada al incrementar las dosis de abono orgánico y químico reflejando cuanto ingreso queda por cada colón invertido en la plantación. Debe quedar claro que si se aumentan los gastos por otros rubros esta relación disminuye afectando la rentabilidad de la plantación.

En el promedio de las 5 cosechas y como se indicó por la fuerte caída en producción a partir de la cuarta cosecha el ingreso se vio comprometido y con ello la rentabilidad también en el Cuadro 13 se aprecia como a partir del tratamiento correspondiente a la aplicación de 20 t / abono orgánico y un 50% de la fertilización química se pierde por cada colón invertido 1 céntimo y así al aumentar estos rubros se llega a perder por cada colón invertido 51 céntimos con el tratamiento de 40 t/ha de abono orgánico y 100% de la fertilización química.



Cuadro 13.

Relación Beneficio -Costo obtenido por la aplicación de los diferentes tratamientos en la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos. Promedio 5 cosechas.

Tratamientos	t caña /ha	t azúcar /ha	Cosecha	Costo fert y AO	Costo total	Ingreso	Beneficio Neto	Relacion B/C
0 Tm Org - 0 % Quim (0 kg/ha)	77,90	7,51	¢427.582,12	¢0,00	¢427.582,12	¢1.366.456,00	¢938.873,88	2,20
0 Tm Org - 25 % Quim (112,50 kg/ha)	76,08	7,10	¢417.592,14	¢37.788,20	¢455.380,34	¢1.292.928,00	¢837.547,66	1,84
0 Tm Org - 50 % Quim (125 kg/ha)	77,26	7,39	¢424.080,14	¢40.913,20	¢464.993,34	¢1.344.980,00	¢879.986,66	1,89
0 Tm Org - 75 % Quim(237.5 kg /ha)	76,31	7,40	¢418.865,59	¢69.038,20	¢487.903,79	¢1.347.164,00	¢859.260,21	1,76
0 Tm Org - 100 % Quim(450kg/ha)	80,19	7,62	¢440.140,95	¢122.163,20	¢562.304,15	¢1.386.476,00	¢824.171,85	1,47
10 tm org - 0 % Quím	75,33	7,37	¢413.475,39	¢91.156,40	¢504.631,79	¢1.340.612,00	¢835.980,21	1,66
10 tm org - 25 % Quím	76,07	7,36	¢417.570,19	¢128.944,60	¢546.514,79	¢1.339.884,00	¢793.369,21	1,45
10 tm org - 50 % Quím	76,44	7,39	¢419.579,16	¢132.069,60	¢551.648,76	¢1.345.344,00	¢793.695,24	1,44
10 tm org - 75 % Quím	79,79	7,67	¢437.989,27	¢160.194,60	¢598.183,87	¢1.395.576,00	¢797.392,13	1,33
10 tm org -100 % Quím	81,01	7,82	¢444.674,87	¢213.319,60	¢657.994,47	¢1.423.968,00	¢765.973,53	1,16
20 tm org - 0 % Quim	77,85	7,54	¢427.296,69	¢182.312,80	¢609.609,49	¢1.371.916,00	¢762.306,51	1,25
20 tm org - 25 % Quim	80,34	7,65	¢440.986,26	¢220.101,00	¢661.087,26	¢1.393.028,00	¢731.940,74	1,11
20 tm org - 50 % Quim	80,59	7,85	¢442.369,49	¢223.226,00	¢665.595,49	¢1.428.700,00	¢763.104,51	1,15
20 tm org - 75 % Quim	79,77	7,55	¢437.835,57	¢251.351,00	¢689.186,57	¢1.373.372,00	¢684.185,43	0,99
20 tm org - 100 % Quim	85,04	7,97	¢466.806,52	¢304.476,00	¢771.282,52	¢1.450.904,00	¢679.621,48	0,88
30 tm org- 0 % Quim	72,12	6,97	¢395.888,64	¢273.469,20	¢669.357,84	¢1.268.176,00	¢598.818,16	0,89
30 tm org- 25 % Quim	81,43	8,08	¢446.969,27	¢311.257,40	¢758.226,67	¢1.470.560,00	¢712.333,33	0,94
30 tm org- 50 % Quim	84,00	8,05	¢461.054,04	¢314.382,40	¢775.436,44	¢1.465.828,00	¢690.391,56	0,89
30 tm org- 75 % Quim	85,48	8,08	¢469.210,70	¢342.507,40	¢811.718,10	¢1.469.832,00	¢658.113,90	0,81
30 tm org- 100 % Quim	83,69	8,07	¢459.396,37	¢395.632,40	¢855.028,77	¢1.468.012,00	¢612.983,23	0,72
40 tm org - 0 % Quim	79,37	7,74	¢435.672,91	¢364.625,60	¢800.298,51	¢1.409.044,00	¢608.745,49	0,76
40 tm org - 25 % Quim	82,47	7,75	¢452.655,87	¢402.413,80	¢855.069,67	¢1.409.772,00	¢554.702,33	0,65
40 tm org - 75 % Quim	83,93	7,92	¢460.691,77	¢405.538,80	¢866.230,57	¢1.441.804,00	¢575.573,43	0,66
40 tm org - 50 % Quim	84,44	7,94	¢463.502,14	¢433.663,80	¢897.165,94	¢1.444.716,00	¢547.550,06	0,61
40 tm org - 100 % Quim	84,91	7,90	¢466.092,95	¢486.788,80	¢952.881,75	¢1.438.164,00	¢485.282,25	0,51
		¢181000/t	¢5489 /t					

7.2 Análisis Económico (promedio 3 cosechas).

Con el objetivo de dilucidar más claramente hasta donde puede percibirse una mayor rentabilidad de los tratamientos, se consideró trabajar este aspecto con el promedio de las tres primeras cosechas. Como se aprecia en la Figura 21 productiva y económicamente

destacó el tratamiento compuesto por 10 t de abono orgánico con el 100% de la fertilización química.

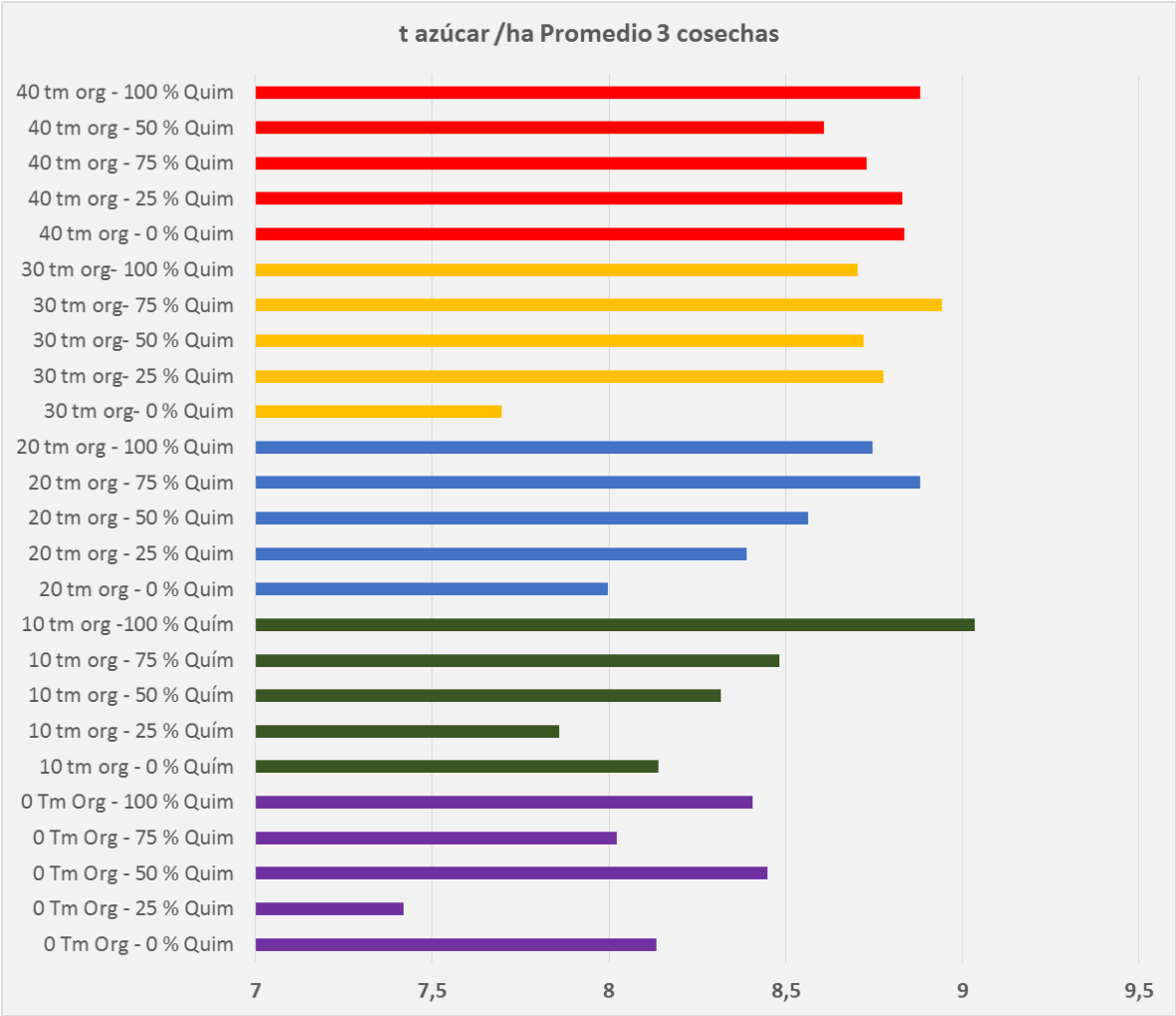


Figura 21. Producción de azúcar (t/ha) obtenidas en el promedio de tres cosechas en la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánicos y fertilizante químico en Cutris de San Carlos.

Aplicando al análisis económico al promedio de las 3 cosechas como se efectuó con el promedio de las 5 cosechas, se puede observar en el siguiente Cuadro 13 como los ingresos netos fueron mayoritariamente negativos. Como se observa en dicho cuadro, en el ingreso neto sobresalió el tratamiento de 10 t AO y 100% de la fertilización química pero con un ingreso negativo de ₡31.121 por hectárea por año, a pesar de ser uno de los mejores tratamientos respecto al testigo.

Cuadro 14.

Ingreso neto producido por los diferentes tratamientos en el promedio de 3 cosechas de la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos.

Tratamientos	CostoTotal Tratamiento	t azúcar /ha 3 cosechas	Diferencia t azúcar respecto testigo	Ingreso Respecto Testigo	Ingreso Neto
0 Tm Org - 0 % Quim (0 kg/ha)	₡0	8,13	0	₡0,00	₡0,00
0 Tm Org - 25 % Quim (112,50 kg/ha)	₡42.493	7,42	-0,71	-₡128.510,00	-₡171.003,00
0 Tm Org - 50 % Quim (125 kg/ha)	₡45.618	8,45	0,32	₡57.920,00	₡12.302,00
0 Tm Org - 75 % Quim(237.5 kg /ha)	₡73.743	8,02	-0,11	-₡19.306,67	-₡93.049,67
0 Tm Org - 100 % Quim(450kg/ha)	₡126.868	8,41	0,28	₡50.076,67	-₡76.791,33
10 tm org - 0 % Quím	₡68.360	8,14	0,01	₡1.810,00	-₡66.550,00
10 tm org - 25 % Quím	₡110.853	7,86	-0,27	-₡48.870,00	-₡159.723,00
10 tm org - 50 % Quím	₡113.978	8,32	0,19	₡33.786,67	-₡80.191,33
10 tm org - 75 % Quím	₡142.103	8,48	0,35	₡63.953,33	-₡78.149,67
10 tm org -100 % Quím	₡195.228	9,04	0,91	₡164.106,67	-₡31.121,33
20 tm org - 0 % Quim	₡136.720	8,00	-0,13	-₡24.133,33	-₡160.853,33
20 tm org - 25 % Quim	₡179.213	8,39	0,26	₡47.060,00	-₡132.153,00
20 tm org - 50 % Quim	₡182.338	8,56	0,43	₡78.433,33	-₡103.904,67
20 tm org - 75 % Quim	₡210.463	8,88	0,75	₡135.750,00	-₡74.713,00
20 tm org - 100 % Quim	₡263.588	8,75	0,62	₡111.616,67	-₡151.971,33
30 tm org- 0 % Quim	₡205.080	7,70	-0,43	-₡78.433,33	-₡283.513,33
30 tm org- 25 % Quim	₡247.573	8,78	0,65	₡117.046,67	-₡130.526,33
30 tm org- 50 % Quim	₡250.698	8,72	0,59	₡106.790,00	-₡143.908,00
30 tm org- 75 % Quim	₡278.823	8,94	0,81	₡147.213,33	-₡131.609,67
30 tm org- 100 % Quim	₡331.948	8,70	0,57	₡103.773,33	-₡228.174,67
40 tm org - 0 % Quim	₡273.440	8,84	0,71	₡127.906,67	-₡145.533,33
40 tm org - 25 % Quim	₡315.933	8,83	0,70	₡126.700,00	-₡189.233,00
40 tm org - 75 % Quim	₡319.058	8,73	0,60	₡108.600,00	-₡210.458,00
40 tm org - 50 % Quim	₡347.183	8,61	0,48	₡86.880,00	-₡260.303,00
40 tm org - 100 % Quim	₡400.308	8,88	0,75	₡135.750,00	-₡264.558,00
₡181 / kg azúcar					

Este resultado lo que revela es que la aplicación de 10 t/ha de abono orgánico y un 100% de la fertilización química representa un costo anual aproximado de ₡31.121 por hectárea, y el beneficio obtenido es que se mejora nutricionalmente el suelo y no se produce una contaminación del medio ambiente.

En el Cuadro 14 se presenta la relación beneficio costo total y anual al aplicar al cultivo los tratamientos mencionados, observándose que por cada colon gastado se recibe un ingreso adicional del 50% hasta el tratamiento de 10 t AO y 75% de la fertilización química.

Cuadro 15.

Relación Beneficio -Costo obtenido por la aplicación de los diferentes tratamientos en la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos. Promedio 3 cosechas.

Tratamientos	Costos /ha				Ingreso	Beneficio Neto	Relacion B/C	
	t caña /ha	t azúcar /ha	Cosecha	Costo fert y AO				
0 Tm Org - 0 % Quim (0 kg/ha)	80,85	8,13	¢443.803,95	¢0,00	¢443.803,95	¢1.472.133,33	¢1.028.329,39	2,32
0 Tm Org - 25 % Quim (112,50 kg/ha)	76,96	7,42	¢422.415,14	¢42.493,00	¢464.908,14	¢1.343.020,00	¢878.111,86	1,89
0 Tm Org - 50 % Quim (125 kg/ha)	85,31	8,45	¢468.266,59	¢45.618,00	¢513.884,59	¢1.529.450,00	¢1.015.565,41	1,98
0 Tm Org - 75 % Quim(237.5 kg /ha)	81,01	8,02	¢444.663,89	¢73.743,00	¢518.406,89	¢1.452.223,33	¢933.816,44	1,80
0 Tm Org - 100 % Quim(450kg/ha)	86,42	8,41	¢474.359,38	¢126.868,00	¢601.227,38	¢1.521.606,67	¢920.379,29	1,53
10 tm org - 0 % Quím	81,90	8,14	¢449.567,40	¢68.360,00	¢517.927,40	¢1.473.340,00	¢955.412,60	1,84
10 tm org - 25 % Quím	78,58	7,86	¢431.325,62	¢110.853,00	¢542.178,62	¢1.422.660,00	¢880.481,38	1,62
10 tm org - 50 % Quím	84,34	8,32	¢462.923,96	¢113.978,00	¢576.901,96	¢1.505.316,67	¢928.414,70	1,61
10 tm org - 75 % Quím	85,94	8,48	¢471.724,66	¢142.103,00	¢613.827,66	¢1.535.483,33	¢921.655,67	1,50
10 tm org -100 % Quím	90,21	9,04	¢495.144,39	¢195.228,00	¢690.372,39	¢1.635.636,67	¢945.264,27	1,37
20 tm org - 0 % Quim	82,27	8,00	¢451.598,33	¢136.720,00	¢588.318,33	¢1.447.396,67	¢859.078,34	1,46
20 tm org - 25 % Quim	84,74	8,39	¢465.137,86	¢179.213,00	¢644.350,86	¢1.518.590,00	¢874.239,14	1,36
20 tm org - 50 % Quim	86,69	8,56	¢475.823,11	¢182.338,00	¢658.161,11	¢1.549.963,33	¢891.802,22	1,35
20 tm org - 75 % Quim	88,99	8,88	¢488.484,41	¢210.463,00	¢698.947,41	¢1.607.280,00	¢908.332,59	1,30
20 tm org - 100 % Quim	89,49	8,75	¢491.228,91	¢263.588,00	¢754.816,91	¢1.583.146,67	¢828.329,76	1,10
30 tm org - 0 % Quim	77,49	7,70	¢425.324,31	¢205.080,00	¢630.404,31	¢1.393.096,67	¢762.692,35	1,21
30 tm org - 25 % Quim	86,73	8,78	¢476.042,67	¢247.573,00	¢723.615,67	¢1.588.576,67	¢864.960,99	1,20
30 tm org - 50 % Quim	89,23	8,72	¢489.765,17	¢250.698,00	¢740.463,17	¢1.578.320,00	¢837.856,83	1,13
30 tm org - 75 % Quim	93,69	8,94	¢514.282,71	¢278.823,00	¢793.105,71	¢1.618.743,33	¢825.637,63	1,04
30 tm org - 100 % Quim	87,64	8,70	¢481.055,96	¢331.948,00	¢813.003,96	¢1.575.303,33	¢762.299,37	0,94
40 tm org - 0 % Quim	88,09	8,84	¢483.507,71	¢273.440,00	¢756.947,71	¢1.599.436,67	¢842.488,95	1,11
40 tm org - 25 % Quim	89,15	8,83	¢489.326,05	¢315.933,00	¢805.259,05	¢1.598.230,00	¢792.970,95	0,98
40 tm org - 75 % Quim	91,06	8,73	¢499.810,04	¢319.058,00	¢818.868,04	¢1.580.130,00	¢761.261,96	0,93
40 tm org - 50 % Quim	88,11	8,61	¢483.617,49	¢347.183,00	¢830.800,49	¢1.558.410,00	¢727.609,51	0,88
40 tm org - 100 % Quim	91,43	8,88	¢501.877,57	¢400.308,00	¢902.185,57	¢1.607.280,00	¢705.094,43	0,78
		¢181000/t	¢5489 /t					

7.3 Análisis Económico (promedio 2 cosechas).

En la búsqueda del óptimo económico para esta práctica y al no obtener dicho beneficio con el promedio de 5 y 3 cosechas, se procedió a valorar los resultados con el promedio de 2 cosechas.

En la Figura 22 se presenta la producción de azúcar obtenida por cada tratamiento promediando las dos primeras cosechas, en dicha figura se observa que sobresalieron algunos tratamientos con el aporte de 40 y 30 t/ha de abono orgánico, ambos con un 25% e fertilizante químico. También el tratamiento con 10 t/ha de abono orgánico y un 100% de fertilizante químico, se presenta como una de las opciones con mayor viabilidad económica para el cultivo.

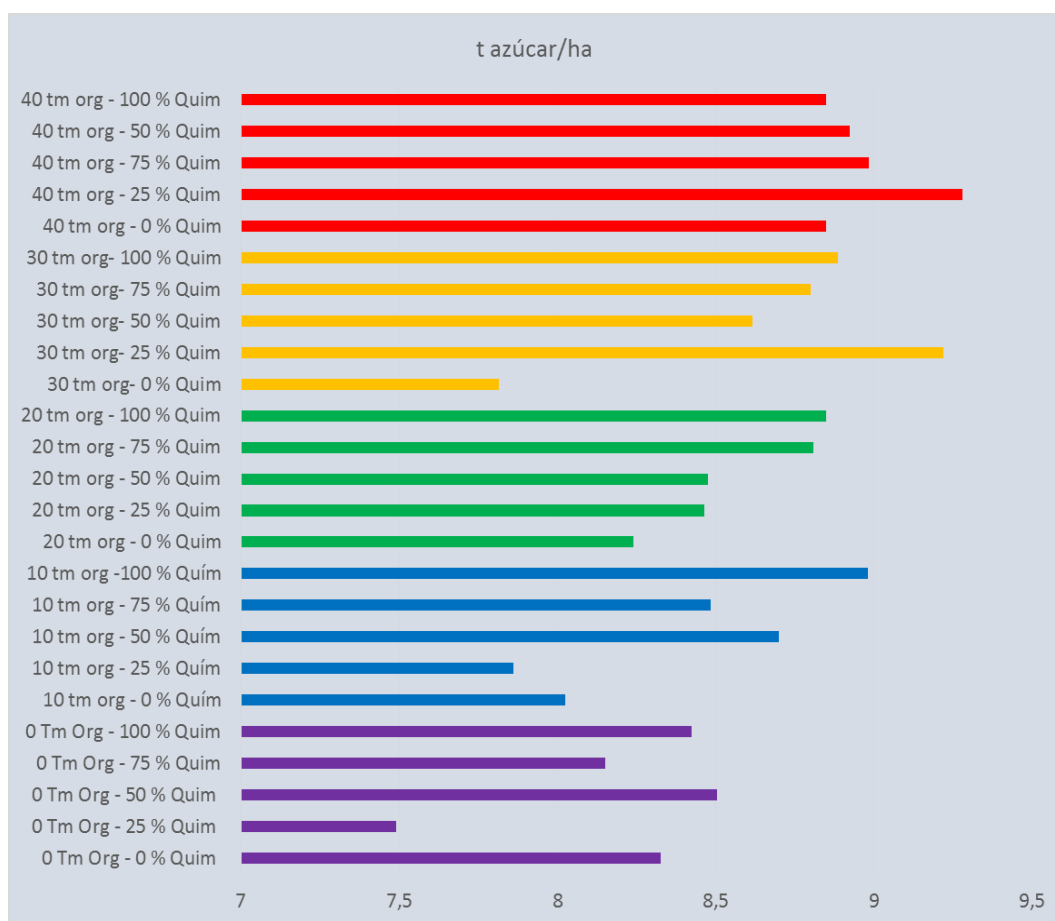


Figura 22. Producción de azúcar (t/ha) obtenidas en el promedio de tres cosechas en la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánicos y fertilizante químico en Cutris de San Carlos.

Al aplicar los costos al ingreso de estos tratamientos como se observa en el siguiente Cuadro 15, se percibe un ingreso neto importante con los tratamientos de 0 t/ha de abono orgánico

y 50% de fertilizante químico y con 10 t /ha de abono orgánico y 50% de fertilizante químico para un ingreso neto respecto al tratamiento testigo de ₡134.477 y ₡101.412.

Cuadro 16.

Ingreso neto producido por los diferentes tratamientos en el promedio de 2 cosechas de la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos.

Tratamientos	CostoTotal Tratamiento	t azúcar /ha 2 cosechas	Diferencia t azúcar respecto testigo	Ingreso Respecto Testigo	Ingreso Neto
0 Tm Org - 0 % Quim (0 kg/ha)	₡0,00	8,33	0,00	₡0,00	0
0 Tm Org - 25 % Quim (112,50 kg/ha)	₡42.493,00	7,49	-0,02	-₡3.620,00	-₡46.113,00
0 Tm Org - 50 % Quim (125 kg/ha)	₡45.618,00	8,51	0,99	₡180.095,00	₡134.477,00
0 Tm Org - 75 % Quim(237.5 kg /ha)	₡73.743,00	8,15	0,64	₡115.840,00	₡42.097,00
0 Tm Org - 100 % Quim(450kg/ha)	₡126.868,00	8,43	0,92	₡165.615,00	₡38.747,00
10 tm org - 0 % Quím	₡68.360,00	8,03	0,52	₡93.215,00	₡24.855,00
10 tm org - 25 % Quím	₡110.853,00	7,86	0,35	₡63.350,00	-₡47.503,00
10 tm org - 50 % Quím	₡113.978,00	8,70	1,19	₡215.390,00	₡101.412,00
10 tm org - 75 % Quím	₡142.103,00	8,49	0,98	₡176.475,00	₡34.372,00
10 tm org -100 % Quím	₡195.228,00	8,98	1,47	₡266.070,00	₡70.842,00
20 tm org - 0 % Quim	₡136.720,00	8,24	0,73	₡132.130,00	-₡4.590,00
20 tm org - 25 % Quim	₡179.213,00	8,47	0,96	₡172.855,00	-₡6.358,00
20 tm org - 50 % Quim	₡182.338,00	8,48	0,97	₡174.665,00	-₡7.673,00
20 tm org - 75 % Quim	₡210.463,00	8,81	1,30	₡235.300,00	₡24.837,00
20 tm org - 100 % Quim	₡263.588,00	8,85	1,34	₡242.540,00	-₡21.048,00
30 tm org- 0 % Quim	₡205.080,00	7,82	0,31	₡55.205,00	-₡149.875,00
30 tm org- 25 % Quim	₡247.573,00	9,22	1,71	₡309.510,00	₡61.937,00
30 tm org- 50 % Quim	₡250.698,00	8,62	1,11	₡200.005,00	-₡50.693,00
30 tm org- 75 % Quim	₡278.823,00	8,80	1,29	₡233.490,00	-₡45.333,00
30 tm org- 100 % Quim	₡331.948,00	8,89	1,38	₡248.875,00	-₡83.073,00
40 tm org - 0 % Quim	₡273.440,00	8,85	1,34	₡242.540,00	-₡30.900,00
40 tm org - 25 % Quim	₡315.933,00	9,28	1,77	₡320.370,00	₡4.437,00
40 tm org - 75 % Quim	₡319.058,00	8,99	1,48	₡266.975,00	-₡52.083,00
40 tm org - 50 % Quim	₡347.183,00	8,93	1,42	₡256.115,00	-₡91.068,00
40 tm org - 100 % Quim	₡400.308,00	8,85	1,34	₡242.540,00	-₡157.768,00

₡181 / kg azúcar

Este resultado lo que revela es que por algún motivo los tratamientos sin fertilizante orgánico presentaron producciones satisfactorias que limitaron en alguna medida la respuesta esperada por la aplicación indudablemente benéfica del abono orgánico, por lo que los tratamientos sin abono orgánico para efectos de la investigación, serán considerados solamente como referencia y no como recomendación. En el Cuadro 16 se presenta la relación beneficio/costo

sobresaliendo los tratamientos con 10 t /ha de abono orgánico y sin abono químico con un 0,87 adicional a lo invertido y el tratamiento de 10 t/ha con 50% de fertilizante químico y con una relación que nos indica para este caso que por cada colon invertido obtendríamos 0,74 colones. En el caso de los demás tratamientos con aplicaciones mayores de abono orgánico, los ingresos mermaron paulatinamente

Cuadro 17.

Relación Beneficio -Costo obtenido por la aplicación de los diferentes tratamientos en la evaluación de la interacción de dosis crecientes de abono orgánico y fertilizante químico en Cutris de San Carlos. Promedio 2 cosechas.

Tratamientos	t caña /ha	t azúcar /ha	Costos /ha			Ingreso	Beneficio Neto	Relacion B/C
			Cosecha	Costo fert y AO	Costo total			
0 Tm Org - 0 % Quim (0 kg/ha)	81,47	8,33	¢447.161,39	¢0,00	¢447.161,39	¢1.506.825,00	¢1.059.663,62	2,37
0 Tm Org - 25 % Quim (112,50 kg/ha)	77,10	7,49	¢423.201,90	¢42.493,00	¢465.694,90	¢1.355.690,00	¢889.995,10	1,91
0 Tm Org - 50 % Quim (125 kg/ha)	84,30	8,51	¢462.722,70	¢45.618,00	¢508.340,70	¢1.539.405,00	¢1.031.064,30	2,03
0 Tm Org - 75 % Quim(237.5 kg /ha)	81,42	8,15	¢446.914,38	¢73.743,00	¢520.657,38	¢1.475.150,00	¢954.492,62	1,83
0 Tm Org - 100 % Quim(450kg/ha)	84,96	8,43	¢466.345,44	¢126.868,00	¢593.213,44	¢1.524.925,00	¢931.711,56	1,57
10 tm org - 0 % Quím	79,86	8,03	¢438.324,10	¢68.360,00	¢506.684,10	¢1.452.525,00	¢945.840,91	1,87
10 tm org - 25 % Quím	77,69	7,86	¢426.412,97	¢110.853,00	¢537.265,97	¢1.422.660,00	¢885.394,04	1,65
10 tm org - 50 % Quím	84,12	8,70	¢461.707,24	¢113.978,00	¢575.685,24	¢1.574.700,00	¢999.014,77	1,74
10 tm org - 75 % Quím	85,21	8,49	¢467.690,25	¢142.103,00	¢609.793,25	¢1.535.785,00	¢925.991,76	1,52
10 tm org -100 % Quím	89,88	8,98	¢493.351,32	¢195.228,00	¢688.579,32	¢1.625.380,00	¢936.800,68	1,36
20 tm org - 0 % Quim	81,74	8,24	¢448.670,86	¢136.720,00	¢585.390,86	¢1.491.440,00	¢906.049,14	1,55
20 tm org - 25 % Quim	84,52	8,47	¢463.902,84	¢179.213,00	¢643.115,84	¢1.532.165,00	¢889.049,17	1,38
20 tm org - 50 % Quim	85,14	8,48	¢467.333,46	¢182.338,00	¢649.671,46	¢1.533.975,00	¢884.303,54	1,36
20 tm org - 75 % Quim	86,55	8,81	¢475.045,51	¢210.463,00	¢685.508,51	¢1.594.610,00	¢909.101,50	1,33
20 tm org - 100 % Quim	89,80	8,85	¢492.884,76	¢263.588,00	¢756.472,76	¢1.601.850,00	¢845.377,25	1,12
30 tm org- 0 % Quim	77,25	7,82	¢424.025,25	¢205.080,00	¢629.105,25	¢1.414.515,00	¢785.409,75	1,25
30 tm org- 25 % Quim	89,17	9,22	¢489.426,69	¢247.573,00	¢736.999,69	¢1.668.820,00	¢931.820,32	1,26
30 tm org- 50 % Quim	86,38	8,62	¢474.112,38	¢250.698,00	¢724.810,38	¢1.559.315,00	¢834.504,63	1,15
30 tm org- 75 % Quim	91,71	8,80	¢503.368,75	¢278.823,00	¢782.191,75	¢1.592.800,00	¢810.608,26	1,04
30 tm org- 100 % Quim	88,50	8,89	¢485.749,06	¢331.948,00	¢817.697,06	¢1.608.185,00	¢790.487,95	0,97
40 tm org - 0 % Quim	90,03	8,85	¢494.174,67	¢273.440,00	¢767.614,67	¢1.601.850,00	¢834.235,33	1,09
40 tm org - 25 % Quim	91,65	9,28	¢503.039,41	¢315.933,00	¢818.972,41	¢1.679.680,00	¢860.707,60	1,05
40 tm org - 75 % Quim	90,66	8,99	¢497.632,74	¢319.058,00	¢816.690,74	¢1.626.285,00	¢809.594,26	0,99
40 tm org - 50 % Quim	88,88	8,93	¢487.862,32	¢347.183,00	¢835.045,32	¢1.615.425,00	¢780.379,68	0,93
40 tm org - 100 % Quim	90,95	8,85	¢499.197,11	¢400.308,00	¢899.505,11	¢1.601.850,00	¢702.344,90	0,78
		¢181000/t	¢5489 /t					

8) Conclusiones.

En todo proceso de investigación, además de los resultados, se logra un importante aprendizaje que sirve para corregir errores, obtener conclusiones importantes y también dictar los mejores lineamientos de la investigación que se establezca a futuro.

Las conclusiones obtenidas de este estudio fueron las siguientes:

- 1) Es evidente la respuesta productiva a la aplicación del abono orgánico en las plantaciones de la caña de azúcar en la Región Norte. Se mostró desde la primera cosecha, una clara tendencia positiva en los índices de producción del cultivo al incremento de las dosis de abono orgánico.
- 2) Con la fertilización química también se logra obtener una mayor productividad de la caña al incremento en las dosis. Sin embargo, al interaccionar el abono orgánico con la fertilización química, en algunas cosechas las respuestas no fueron lo suficientemente claras y apegadas a lo que en teoría se esperaba, posiblemente por la interferencia ejercida por el abono orgánico.
- 3) La aplicación continua de abono orgánico en algunos tratamientos, provocó con el tiempo posibles desbalances nutricionales que se fueron agravando con la aplicación de fertilizante químico; es por ello, que hubo diferencias poco consistentes con algunos tratamientos.
- 4) El proceso de mineralización de la materia orgánica es muy dependiente de las condiciones climáticas cambiantes año con año, por lo que la respuesta esperada en algunos tratamientos es poco consistente entre periodos.
- 5) La respuesta productiva del cultivo a la aplicación del abono orgánico se encuentra estrechamente ligada también a la calidad del abono orgánico, de sus componentes y del tiempo de maduración que este tenga al momento de su aplicación.
- 6) Las buenas respuestas productivas de los tratamientos testigos posiblemente obedecieron a la contaminación de los lixiviados del abono orgánico de las parcelas contiguas a estas, con presencia de altas dosis de abono orgánicos. Para evitar esta situación, se recomienda en futuros ensayos, establecerlos con

un diseño de tratamientos de parcelas divididas donde se agrupen todas las parcelas tratadas con un misma dosis de abono orgánico.

- 7) Considerando la mejor respuesta productiva y con viabilidad económica en el promedio de dos cosechas, el mejor tratamiento fue aplicando 10 t de abono orgánico con el 50% de la fertilización química; el cual genera un ingreso adicional de ₡101.412 sobre el tratamiento testigo sin abono orgánico y fertilizante químico.
- 8) La aplicación de abono orgánico debe realizarse en esta variedad antes de la tercera soca, ya que a partir de allí resulta más antieconómica.
- 9) Con base en estos resultados es posible brindar la siguiente recomendación: aplicar el abono orgánico después de la preparación del suelo e incorporarlo con la maquinaria en la dosis de 10 - 15 t /ha, y en las dos o tres socas siguientes aplicar 10 t /ha por año de abono orgánico, dirigido a la base del surco y aplicando entre un 50 – 100 % en la fertilización química.
- 10) En importante recordar que la aplicación del abono orgánico es una excelente alternativa para incorporar de nuevo al campo subproductos orgánicos de la industria azucarera que de no retornar al campo son potencialmente contaminantes del medio ambiente.

Literatura consultada.

- 1) ANGULO, A; CHAVES. M. 1999. Interacción de la fertilización Orgánica/Inorgánica sobre los Rendimientos Agroindustriales de la Caña de azúcar .Promedio de Cuatro cosechas. Cañas Guanacaste. Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José Costa Rica, 1999. Memoria: *Suelos*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos. EUNED Volumen 3. p: 75.
- 2) FASSBENDER.H.W. 1994. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. HansW Fassbender y Elemer Bornemisza. 2da. edición Rev. San José, Costa Rica:IICA .p : 290.
- 3) HERNANDEZ F; PEREZ, O.; GARCIA, E .2001. Aplicación de Cachaza y fertilización química en un suelo Andisol. Memoria de presentación de resultados de investigación Zafra 2000 – 2001. CENGICAÑA, Guatemala. P: 100 – 103.