



Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)

**Departamento de Investigación y Extensión de la
Caña de Azúcar (DIECA)**

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE DIFERENTES MADURANTES EN EL
CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR, ZONA SUR, COSTA RICA.**



**Roberto Alfaro Portugal¹
Randall Ocampo Chinchilla²
Julio César Barrantes Mora³**

Grecia, Noviembre.

Año 2019.

Introducción.

La aplicación de madurantes en el cultivo de la caña de azúcar es una práctica tradicional en el manejo del cultivo y muy particular cuando imperan condiciones adversas, como el clima o cuando se dispone de caña inmadura para iniciar zafra.

Con la aplicación de estos productos en pequeñas cantidades se logra de alguna forma inhibir, fomentar o modificar, procesos fisiológicos en la planta suficientes como para lograr mayores rendimientos industriales. En términos sencillos la función de un madurador, es hacer que la planta madure en el menor tiempo posible y que permita prolongar el almacenaje de energía en los tejidos vasculares del tallo, para luego ser transformada en azúcar durante el proceso fabril (Buenaventura, 1986). Tradicionalmente se han utilizado herbicidas post emergentes sistémicos no selectivos, entre los que se destaca el Glifosato, el cual al ser un graminicida muy eficaz, penetra en el follaje y se transloca por el simplasto junto con los productos elaborados de la fotosíntesis, acumulándose en los meristemos apicales, deteniendo el crecimiento del cultivo y actuando sobre la enzima invertasa ácida encargada del desdoblamiento de la sacarosa, en glucosa y fructosa. Como resultado de lo anterior, menos sacarosa se desdobla para crecimiento y se almacena en las células, principalmente en las del tercio superior del tallo, forzando así su madurez (Arcila y Villegas, 1995). Sin embargo, parte de la molécula de este herbicida se transloca a la cepa del cultivo acumulándose allí ante la incapacidad de este de degradarla, provocando con ello la posible pérdida de la cepa y comprometiendo la longevidad de la plantación. Ante esta situación se ha buscado e investigado nuevas alternativas de madurantes no herbicidas como por ejemplo, productos hormonales, los cuales actúan principalmente inhibiendo el crecimiento del cultivo y actuando también sobre las enzimas que catalizan la acumulación de sacarosa (Nickell y Takahasi citados por Arcila y Villegas, 1995).

¹Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA* Costa Rica. E-mail: ralfaro@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555 / Fax (506) 24-94-44-51.

²Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA* Costa Rica. E-mail: rocampo@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555 / Fax (506) 24-94-44-51.

³Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA* Costa Rica. E-mail: jbarrantes@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555 / Fax (506) 24-94-44-51.

El Trinexapac etil conocido con la marca comercial Moddus es un nuevo madurador hormonal usado en el cultivo de caña de azúcar y ha sido comprobado satisfactoriamente, en diferentes investigaciones, sobresaliendo al ser este un producto que proporciona flexibilidad en un periodo de tiempo muy corto promoviendo una curva rápidamente ascendente del contenido de azúcar. Este madurante no produce efectos residuales de deterioro en el cultivo, por el contrario permite la reanudación de una actividad metabólica normal de la planta sin que ocurran efectos adversos después de su aplicación, siendo amigable además con el medio ambiente.

También han aparecido recientemente en el mercado de los agroquímicos fertilizantes foliares hechos a base de fosfitos de potasio, los cuales han venido dando resultados satisfactorios sobre todo en mezcla con pequeñas cantidades de glifosato. Como es sabido el fósforo juega un papel preponderante en la calidad de los jugos ya que se estima, que para obtener una buena clarificación en los procesos de obtención de azúcar se requiere de 300 a 600 mg de P_2O_5 por litro de jugo. También se menciona que los compuestos fosfatados tienen su influencia en el proceso de la respiración y en el funcionamiento eficiente y la utilización del nitrógeno y de allí su importancia en el proceso de maduración. (Buenaventura, 1986).

El Fosfito es un átomo de fósforo combinado con tres átomos de oxígeno (PO_3), mientras que el fosfato es un átomo de fósforo combinado con cuatro de oxígeno (PO_4). La diferencia biológica entre estos dos compuestos es destacable, aunque químicamente sean muy similares, por ejemplo el fosfito es más activo en la planta al ser más soluble en agua que el fosfato, por lo que es fácilmente absorbido tanto a través de las raíces como de las hojas. Por este motivo la respuesta fisiológica al fosfito puede estar relacionada con su efecto en el metabolismo del azúcar, con la estimulación de la ruta del ácido chiquímico o con los cambios hormonales o químicos internos. (Lovatt y Mikkelsen, 2006).

Por otra parte el potasio presente en estos madurantes, es muy importante para obtener un almacenamiento óptimo de sacarosa en el cultivo de caña de azúcar. Los aportes de potasio mantienen la actividad de alrededor de 60 sistemas enzimáticos de la planta,

incrementando con ello, el flujo floemático, lo que resulta en un mayor acumulo de azúcares.

En la Región Sur, CoopeAgri El General cultiva 1800 hectáreas de caña de azúcar y un alto porcentaje de las mismas, deben ser aplicadas con el herbicida Glifosato como madurante para iniciar zafra. Sin embargo, todos los años se deben madurar los lotes que van a ser renovados para disminuir el daño provocado por este herbicida. En la búsqueda de mejores alternativas de maduración en esta región se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivos:

- Evaluar diferentes productos madurantes no herbicidas respecto al herbicida Glifosato en la caña de azúcar en la Región Sur.
- Determinar la mejor alternativa económica de los madurantes, no herbicidas, utilizados y evaluados en el experimento.
- Valorar el posible daño provocado por el efecto acumulativo de Glifosato como madurante.

Metodología.

El ensayo se estableció en la “Finca Sonador” propiedad de CoopeAgri ubicada en el cantón de Buenos Aires, provincia de Puntarenas a una altitud de 386 msnm. En el Cuadro 1 y 2 se presentan los registros de temperatura y precipitaciones vigentes durante el periodo de maduración y cosecha del ensayo, donde se observa que se presentó una disminución paulatina en las precipitaciones, además en las diferencias de temperatura (máxima-mínima) fueron factores climáticos favorables para un proceso de maduración adecuado. Los valores marcados son los que incidieron directamente sobre la maduración del cultivo.



Figura 1. Vista parcial del ensayo de madurantes en la Región sur.

Cuadro 1.
Datos de precipitación registrados en la estación meteorológica El CEIBO
durante el periodo de valoración el ensayo. 2013 – 2018.

PRECIPITACIÓN (mm)	Año					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ENERO	8,8	42,6	17,20	0	0,20	41,61
FEBRERO	13,6	56,6	56,60	1,6	27,60	19,00
MARZO	150,2	48,8	40,80	46,6	82,00	17,8
ABRIL	148,6	13,4	13,40	72	194,20	219,4
MAYO	377	406,87	211,8	298,4	555,65	341,0
JUNIO	275,6	402,4	339	286,6	342,8	418,0
JULIO	351,6	146,6	390,6	248	338,8	135,2
AGOSTO	389,6	352,2	181	272,6	298,4	204,4
SEPTIEMBRE	391,8	407,2	432	589,2	491,2	577,8
OCTUBRE	648,6	535,4	384,6	378	531,7	437,76
NOVIEMBRE	256,2	298,00	326,4	279,6	300,7	260
DICIEMBRE	38	33,60	58,2	65,2	31,2	30,6
TOTAL	3049,6	2743,67	2451,6	2537,8	3194,4	2702,65

Cuadro 2.
Datos de temperatura registrados en la estación meteorológica El CEIBO durante el
periodo de valoración el ensayo.

Año	2014		2015		2016		2017		2018	
	Max-2014	Min-2014	Max-2015	Min-2015	Max-2016	Min-2016	Max-2017	Min-2017	Max-2018	Min-2018
Ene	33,3	18,4	34,5	18,1	33,6	19,7	32,4	19,0	31,3	20,5
Feb	34,1	17,6	34,1	17,6	35,8	22,6	33,8	19,5		
Mar	35,8	19,2	35,8	19,2	36,7	20,8	34,3	20,3	34,9	19,3
Abr	35,6	20,4	35,6	20,4	36,4	20,6	33,4	21,6		
May	32,3	20,3	35,1	20,4	33,7	21,1	31,0	22,0	31,5	21,5
Jun	32,9	19,9	32,5	19,9	32,8	19,4	30,8	21,9	30,7	21,6
Jul	33,7	20,6	31,8	20,8	30,4	21,9	30,5	21,8	30,8	21,7
Ago	32,6	19,8	31,7	20,6	31,1	21,5	31,0	21,4	31,2	21,3
Sep	33,0	19,9	32,2	21,4	31,2	21,2	30,9	21,4	31,6	21,2
Oct	32,6	20,3	32,0	20,9	30,4	21,7	30,5	21,5	29,9	21,2
Nov	32,5	19,8	33,1	21,6	29,0	21,8	30,0	21,7	31,0	21,5
Dic	33,8	19,5	33,8	20,8	30,7	20,8	30,7	20,4	32,5	20,2

El diseño fue bloques completos al azar con tres repeticiones, las parcelas fueron previamente aleatorizadas y estuvieron constituidas por 5 surcos de 8 m de largo, separados entre sí por 1,5 m. La variedad comercial utilizada fue CP 87- 1248 y el intervalo entre la aplicación de los madurantes y la cosecha fue aproximadamente a las 9 semanas.

Los tratamientos evaluados se presentan en el Cuadro 3, donde hay 3 fosfitos de potasio, 3 fosfatos de potasio, 2 reguladores de crecimiento y dos herbicidas Glifosato y Fluazifop p-butyl aplicado en mezcla, el resto de los tratamientos son mezclas de estos productos con el herbicida. La dosis de Glifosato corresponde a 10 ml por tonelada de caña estimando una cosecha de 90 toneladas de caña/ha.

Cuadro 3.
Productos madurantes aplicados a la caña de azúcar en este estudio.

#	TRATAMIENTO	Característica
1	MODDUS 0,9 L/Ha	Fitorregulador, Ethil Trinexapac, Ciclohexadiona
2	POTAFOS 2 L/Ha	Fertilizante foliar quelatado (fosfato de Potasio) (0-34-45)
3	TECH SPRAY 1 l/Ha + NAIAD 0,5 l/ha	Fosfato Potasio (0-43-32)
4	COSMO MADURADOR 2 Kg/ha	Fosfato Potasio (0-32.43)
5	NUTRIPHITE 1,5 Kg/ha	Fosfito Potasio (0-48-40)
6	OPTILUX 1,5 l/ha	Regulador crecimiento (Ethephon)
7	DP 98 3 l/ha	Fosfito Potasio (4-37-8)
8	GLIFOSATO (0,9 l/ha)	Herbicida
9	GLIFOSATO 0.45 l /ha + MODDUS 0,45 l/ha	Mezcla
10	GLIFOSATO 0,45 l /ha + NUTRIPHITE 0,75 Kg/ha	Mezcla
11	OROFOS 3 l/ha	Fosfito Potasio (0-30-25)
12	NUTRIPHITE 0,75 Kg/ha + FUSILADE 0,5 l/ha	Mezcla
13	TESTIGO	
14	GLIFOSATO 0,5 l / ha + DP 98 1,5 L/ha	Mezcla

Los madurantes se aplicaron todos los años en las mismas parcelas con el objetivo de valorar el efecto acumulativo de cada tratamiento. En cada aplicación se utilizó un marco de metal provisto con 5 boquillas marca Teejet AI 11003 anti deriva, el cual sobrepaso la altura de los tallos de la caña en cada parcela y la aplicación se efectuó con una motobomba marca Carpi. La aspersión se realizó evitando al máximo la contaminación de las parcelas adyacentes y en la dosificación se tomó en cuenta el gasto de agua de cada parcela previa calibración, el volumen de agua aplicado fue de 152 l/ha.

En la Figura 2 se presenta la estructura utilizada para la aplicación de los diferentes productos madurantes y donde se aprecia el tamaño de la caña tratada con los mismos.

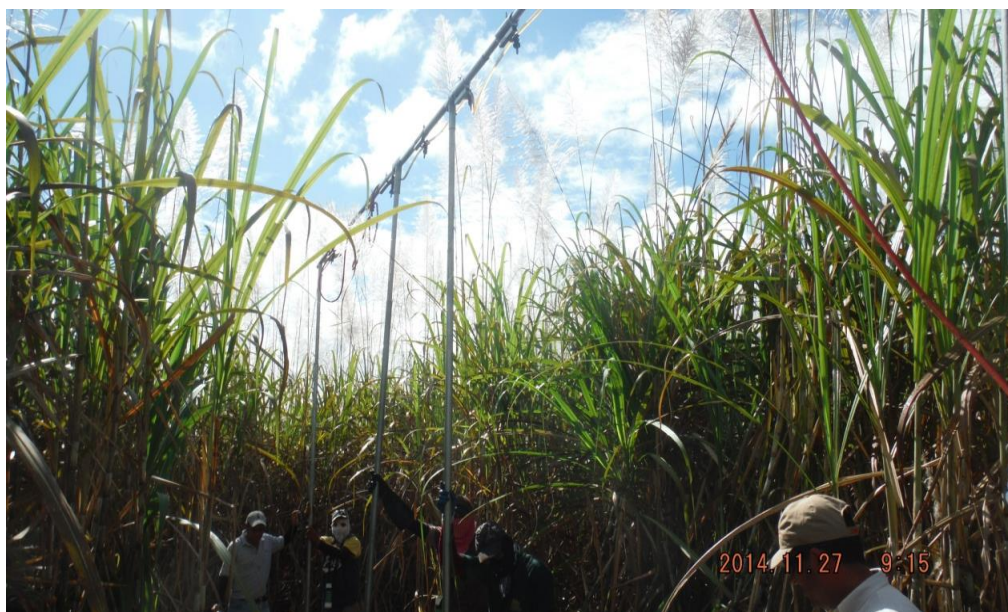


Figura 2. Equipo utilizado para la aplicación de los madurantes en las parcelas del experimento.

Para evaluar las parcelas tratadas, previo a la cosecha se recolectaron en cada parcela, 3 muestras compuestas por 6 tallos molederos y se llevaron al laboratorio del Ingenio El General para su correspondiente análisis de jugos. Los resultados industriales obtenidos (% Brix, % Pol, % Pureza, % fibra y Kg azúcar/tm) fueron promediados para obtener una muestra representativa por cada parcela y dichos resultados fueron analizados estadísticamente y expuestos en el Cuadro 4.

Resultados

PRIMERA COSECHA (Zafra 2014 – 2015).

En el Cuadro 4 se presenta el Análisis de Varianza realizado a los diferentes tratamientos evaluados en este estudio, observándose que se presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos madurantes, en las variables, rendimiento industrial (kg azúcar/t caña), en la producción de caña y azúcar (t/ha).

Según la prueba de medias(Tuckey al 5%), en el rendimiento industrial, significativamente fue superior el tratamiento con GLIFOSATO sobre los madurantes NUTRI PHITE, OPTILUX, COSMOMADURADOR, TECHSPRAY y el TESTIGO, respecto a los demás tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas importantes. En la variable producción de caña se presentaron diferencias estadísticas significativas y de acuerdo a la prueba de medias dichas diferencias fueron entre los productos MODDUS con el mayor tonelaje de caña (89,67 t/ha) y POTAFOS con la menor producción de caña (70,33 t/ha), ambos madurantes no presentaron diferencias estadísticas importantes con los demás tratamientos.

Finalmente en la producción de azúcar (t/ha) el mejor tratamiento fue la mezcla NUTRI PHITE + GLIFOSATO con (11,3 t/ha) el cual fue superior estadísticamente a los tratamientos con COSMO MADURADOR, NUTRI PHITE+ FUSILADE, OPTILUX, POTAFOS y TECH SPRAY, con los demás tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas significativas.

En la Figura 3 se presenta gráficamente las diferencias mencionadas en la variable rendimiento industrial, el mejor tratamiento como se indicó fue con el herbicida GLIFOSATO utilizado comercialmente para madurar la caña de azúcar, induciendo con un incremento sobre el TESTIGO de más de 15 kg de azúcar por tonelada de caña. Otros tratamientos como el OROFOS y las mezclas de GLIFOSATO con productos no herbicidas como NUTRI PHITE y MODDUS presentaron incrementos similares al TESTIGO (sin madurante) en esta variable. Es importante indicar que estos tratamientos también superaron al tratamiento testigo en 15 kg de azúcar por tonelada de caña.

En la Figura 4 se presenta las diferencias entre los diferentes madurantes sobre la producción de caña (t/ha), sobresaliendo positivamente como se mencionó el madurante MODDUS, el cual supero al tratamiento TESTIGO en más de 9 toneladas de caña/ha, y respecto al madurante POTAFOS el incremento fue de más de 20 toneladas de caña/ha.

Cuadro 4.
Resultados del Análisis de Varianza realizado a los tratamientos evaluados en caña soca.

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

El buen comportamiento del madurante MODDUS posiblemente obedece a que este producto al ser hormonal activa diversas actividades metabólicas induciendo al cultivo a provocar un mayor crecimiento de los tallos 60 días después de ser aplicados.

Para lograr obtener mejores conclusiones y valorar el efecto acumulativo a través de las zafas, se procedió a continuar aplicando los mismos tratamientos en socas sucesivas.

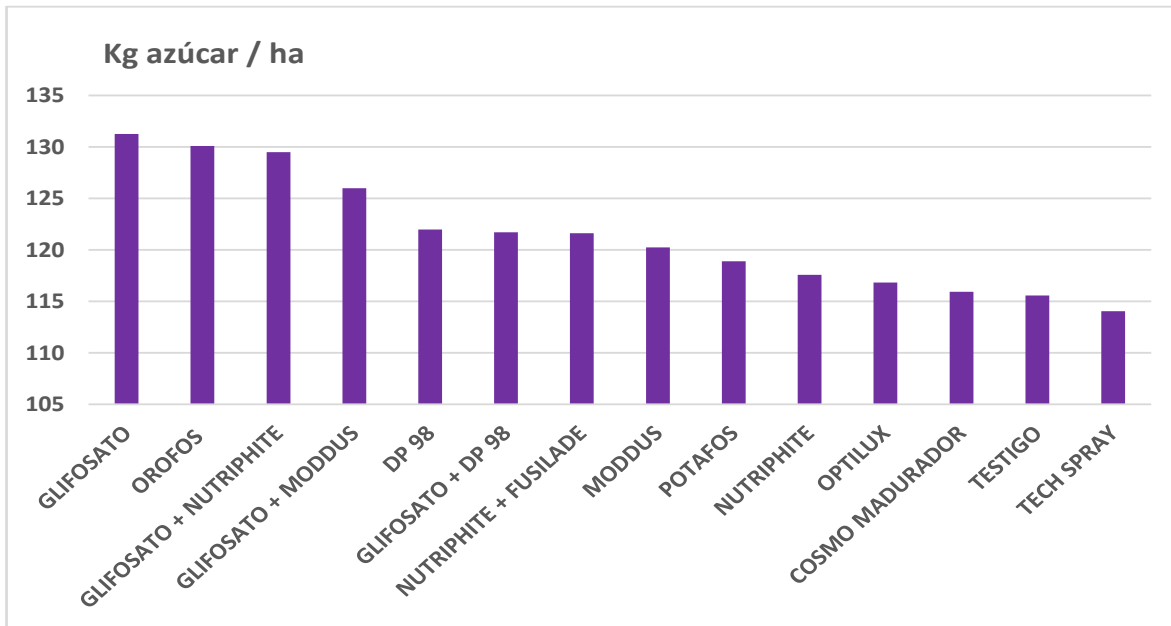


Figura 3. Rendimiento industrial (kg azúcar/ t caña) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes.

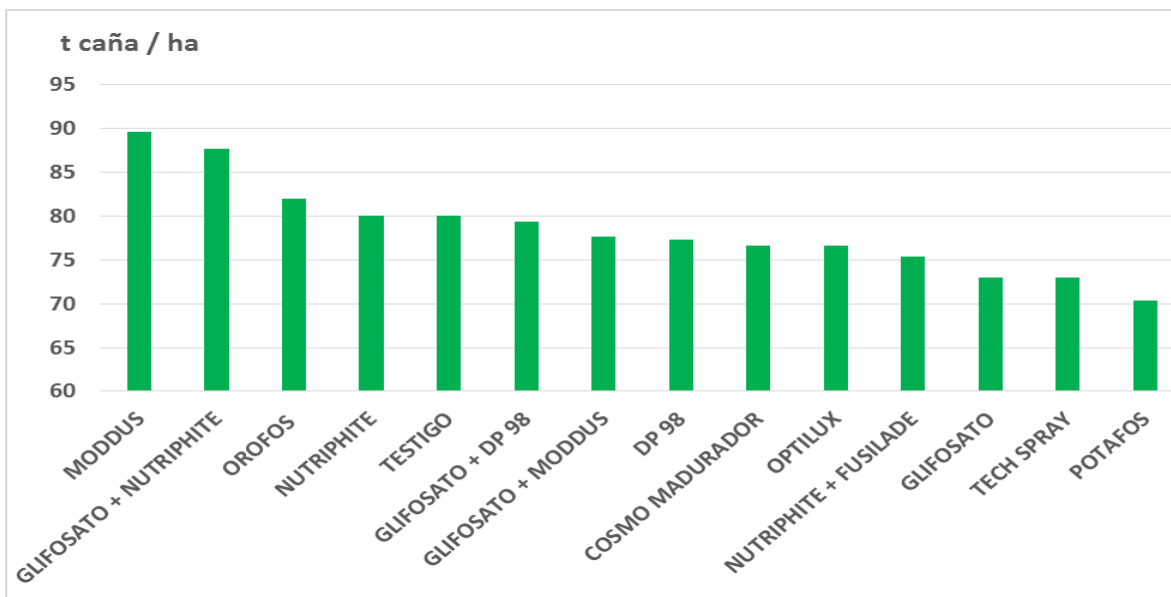


Figura 4. Producción de caña por hectárea obtenida en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos de madurantes.

SEGUNDA COSECHA (Zafra 2015 – 2016).

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza realizado a los diferentes tratamientos evaluados en esta soca, observándose que en esta cosecha únicamente se presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables % de Brix y % de Sacarosa. Respectivamente según la prueba de medias (Tuckey 5%) los mejores madurantes fueron GLIFOSATO, OROFOS y MODDUS sin diferencias significativas con los demás tratamientos con excepción de OPTILUX y con el porcentaje de sacarosa la prueba de medio no registro diferencias estadísticas importantes. Como se observa en el Cuadro 5 las demás tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas en las otras variables agroindustriales evaluadas. En la Figura 5 se presenta gráficamente diferencias en la variable rendimiento industrial, donde sobresalió al igual que en la cosecha anterior el herbicida GLIFOSATO, induciendo con un incremento sobre el TESTIGO de más de 5 kg de azúcar por tonelada de caña. Otros tratamientos como MODDUS (4,57 kg), OROFOS (4,36 kg) y COSMO MADURADOR (3,24 kg) también incrementaron la concentración de azúcar en esta cosecha. Las diferencias en esta cosecha por parte de los madurantes fue inferior respecto al año anterior posiblemente por cambios en la condiciones climáticas que indujeron una mayor maduración natural. En los Cuadros 1 y 2 correspondientes al registro de las condiciones climáticas, se puede observar que en el mes de enero del año 2016 no se presentaron lluvias como tradicionalmente ocurre en este mes, esta situación en alguna medida favoreció como se mencionó la maduración natural y con ello minimizando posiblemente las diferencias entre los tratamientos.

En la Figura 6 se presentan las diferencias entre los productos madurantes sobre la producción de caña (t/ha), sobresaliendo positivamente como se mencionó el madurante MODDUS, al igual que en la cosecha anterior, situación que confirma a este producto como una alternativa para incrementar además del rendimiento industrial, también la producción de caña. Como resultado final al conjugar estas dos variables en la Figura 7 se observa como el madurante MODDUS, presento un incremento importante aunque no estadístico en la producción de azúcar/ha superando al tratamiento testigo en más de 2 toneladas de azúcar por hectárea.

Cuadro 5.
Resultados del Análisis de Varianza realizado a los tratamientos evaluados en caña soca.

	% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Rend.Ind		T caña / ha		T azúcar / ha		
Fuente variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	2,00	0,68	0,16	0,36	1,00	1,29	0,28	0,14	1,00	15,65	1,00	61,13	1,00	1,61	0,29
Tratamientos	13,00	0,77	0,04	0,75	0,08	1,32	0,24	0,25	0,30	29,20	0,25	83,75	0,39	1,24	1,00
Error	26,00	0,34		0,39		0,96		0,20		21,66		74,76		1,25	
Total	41,00	20,23		20,65		44,77		8,63		974,05		3154,75		51,92	
CV %		2,89		3,48		1,10		2,92		4,08		8,87		10,06	
DMS		1,78		1,90		1,90		1,90		1,90		1,90		1,90	
		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Cosmo madurador		20,24	ab	18,07	a	89,28		15,06		116,46		96,94		11,29	
DP 98		20,18	ab	17,92	a	88,77		15,38		112,87		99,55		11,23	
Glifosato		21,08	a	18,83	a	89,34		15,44		118,96		93,28		11,09	
Glifosato + DP 98		20,37	ab	18,21	a	89,37		15,19		115,81		86,39		10,00	
Glifosato + Moddus		20,62	ab	18,34	a	88,87		14,93		115,58		101,00		11,67	
Glifosato + Nutriphite		20,14	ab	17,71	a	87,79		15,01		112,26		94,61		10,57	
Moddus		20,81	a	18,55	a	89,14		15,23		117,79		105,28		12,43	
Nutriphite		20,40	ab	18,22	a	89,27		15,67		114,28		100,39		11,47	
Nutriphite + Fusilade		20,01	ab	17,69	a	88,38		15,47		111,14		101,50		11,28	
Optilux		18,99	b	16,97	a	89,34		15,38		107,38		96,00		10,34	
Potafos		20,13	ab	17,59	a	87,32		14,88		111,89		102,11		11,43	
Tech Spray		19,91	ab	17,56	a	88,16		14,70		112,69		102,83		11,60	
Orofos		20,84	a	18,64	a	89,38		15,51		117,58		93,22		10,97	
Testigo		20,15	ab	17,97	a	89,15		15,52		113,22		91,06		10,31	

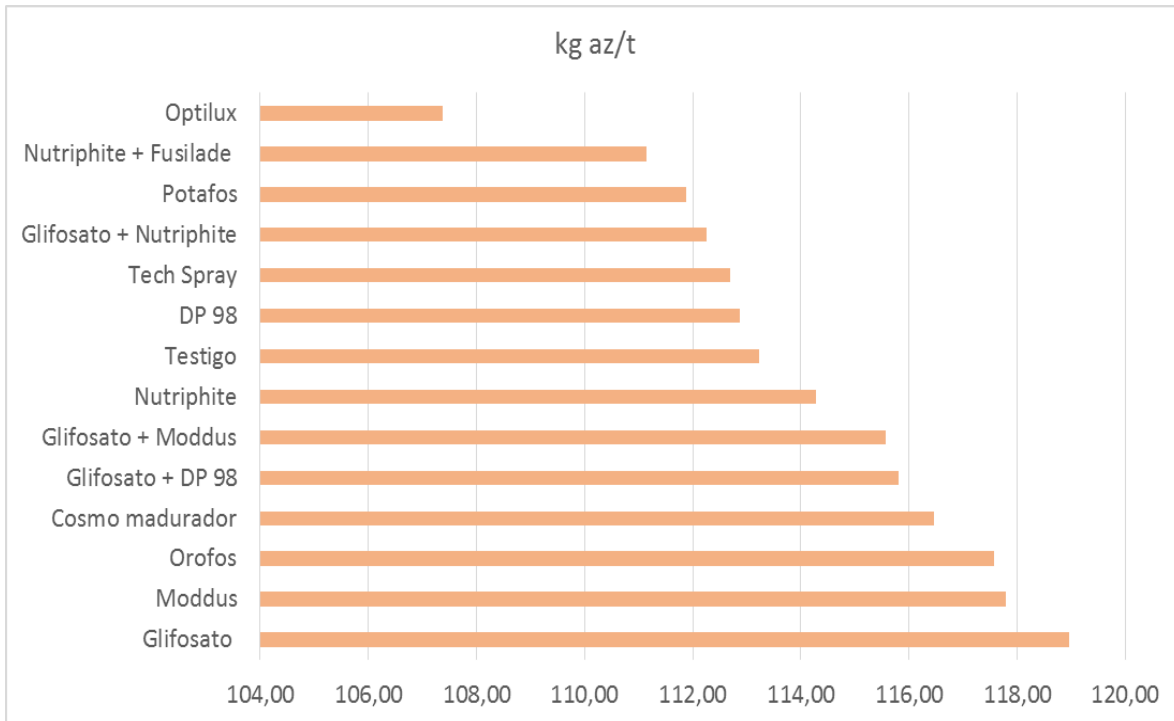


Figura 5. Rendimiento industrial (kg azúcar/ t caña) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes en la segunda cosecha.

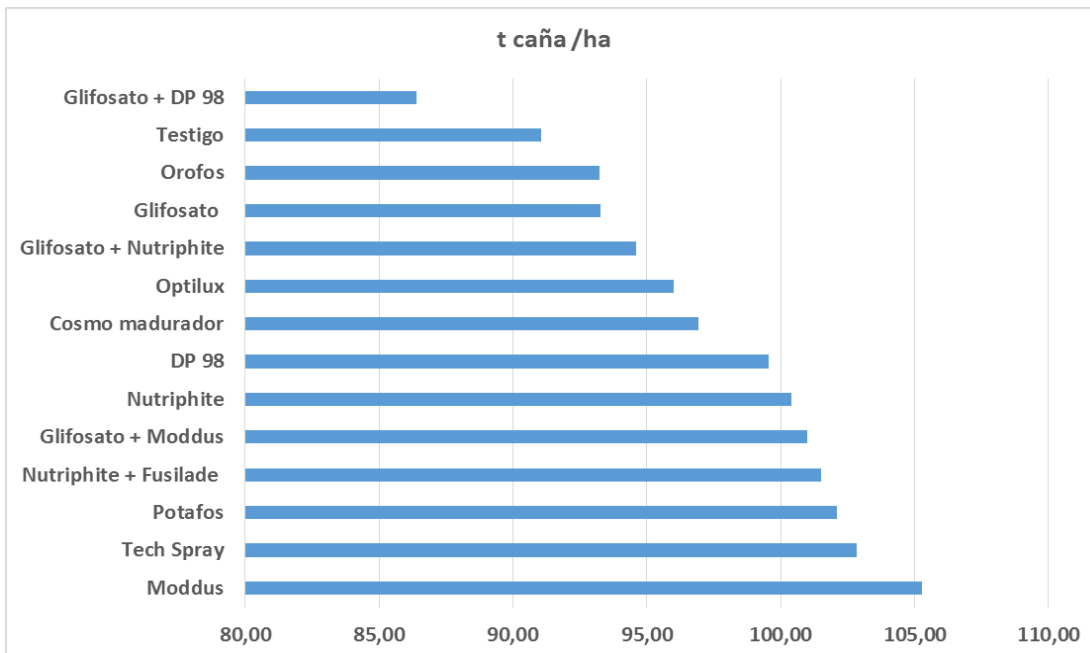


Figura 6. Producción de caña por hectárea obtenida en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos de madurantes.

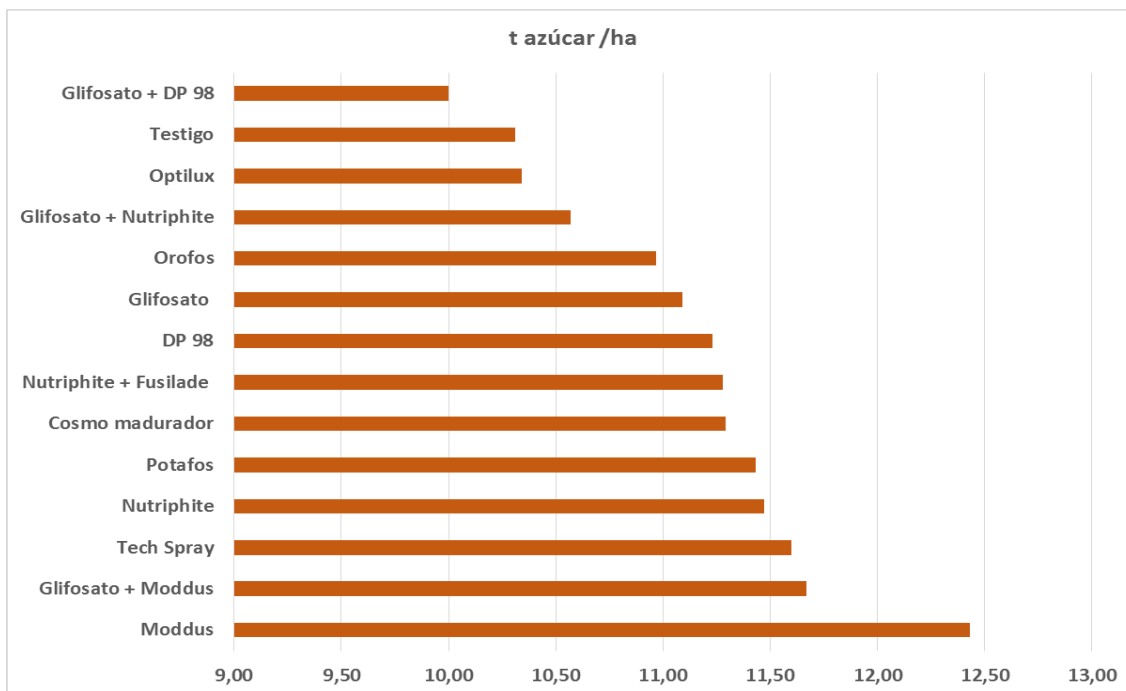


Figura 7. Producción de azúcar por hectárea obtenida en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos de madurantes.

TERCERA COSECHA (Zafra 2016 – 2017).

En el Cuadro 6 se presenta el análisis de varianza realizado a los diferentes tratamientos evaluados, observándose que en esta tercera cosecha se encontró diferencias estadísticas significativas en todas las variables agroindustriales con excepción del porcentaje de Sacarosa. En el porcentaje de brix según la prueba de medias Tuckey 5%, las diferencias entre los madurantes no fueron suficientes, en la variable porcentaje de pureza el madurante OPTILUX fue significativo respecto a NUTRIPHITE el cual presentó la menor pureza. Por su parte en el porcentaje de fibra, MODDUS presentó el menor valor y NUTRIPHITE el mayor valor, situación que trascendió directamente en la variable rendimiento industrial, donde los mayores rendimientos lo presentaron los tratamientos MODDUS (110,43 kg) y GLIFOSATO (109,42kg), presentando ambos diferencias estadísticas con NUTRIPHITE según Tuckey 5%.

En la Figura 8 se presentan gráficamente diferencias en la variable rendimiento industrial, donde se observa lo expuesto anteriormente.

Cuadro 6.

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

		% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Rend.lnd		T caña / ha		T azúcar / ha	
Fuente variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	2,00	0,28	1,00	0,22	1,00	1,99	0,06	0,37	0,17	4,26	1,00	99,16	0,16	0,80	0,27
Tratamientos	13,00	0,84	0,08	0,77	0,09	1,65	0,02	0,51	0,02	48,17	0,07	118,87	0,03	2,10	0,00
Error	26,00	0,45		0,42		0,65		0,20		24,27		50,20		0,58	
Total	41,00	23,27		21,39		42,39		12,52		1265,85		3048,78		43,95	
CV %		3,55		3,92		0,93		2,97		4,70		7,93		8,11	
DMS		2,04		2,04		2,45		1,34		14,93		21,48		2,31	
MADURANTES		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Cosmo madurador		18,76	a	16,44		87,64	ab	15,19	ab	103,69	ab	89,56	ab	9,27	ab
DP 98		18,49	a	16,18		87,49	ab	14,92	ab	102,88	ab	86,39	ab	8,89	ab
Glifosato		19,45	a	17,14		88,13	ab	14,52	ab	109,42	a	88,33	ab	9,66	ab
Glifosato + DP 98		19,57	a	17,02		86,97	ab	14,79	ab	108,27	ab	86,33	ab	9,29	ab
Glifosato + Moddus		19,23	a	16,69		86,75	ab	14,46	ab	106,25	ab	89,39	ab	9,49	ab
Glifosato + Nutriphite		18,56	a	16,36		88,08	ab	14,95	ab	104,67	ab	97,33	ab	10,19	ab
Moddus		19,47	a	17,11		87,86	ab	14,17	b	110,43	a	95,72	ab	10,56	a
Nutriphite		17,68	a	15,16		85,68	b	15,61	a	93,57	b	84,61	ab	7,93	b
Nutriphite + Fusilade		19,22	a	16,75		87,17	ab	14,69	ab	106,95	ab	94,61	ab	10,11	ab
Optilux		18,31	a	16,18		88,28	a	14,49	ab	104,20	ab	81,33	ab	8,45	ab
Orofos		19,19	a	16,62		86,59	ab	15,42	ab	104,09	ab	100,39	a	10,46	a
Potafos		19,11	a	16,67		87,24	ab	15,08	ab	105,33	ab	91,83	ab	9,67	ab
Tech Spray hi K		19,21	a	16,90		87,94	ab	15,00	ab	106,09	ab	87,83	ab	9,32	ab
Testigo		19,10	a	16,55		86,63	ab	15,38	ab	103,02	ab	77,22	b	7,98	b

En la producción de caña (t/ha) se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los diferentes madurantes, donde el OROFOS supero al tratamiento testigo en poco más de 23 t/ha con una significancia del 3%, con los demás tratamientos dichas diferencias no fueron significativas. Como se observa en la Figura 9 todos los tratamientos superaron al testigo.



Figura 8. Rendimiento industrial (kg azúcar/ t caña) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes en la tercera cosecha.

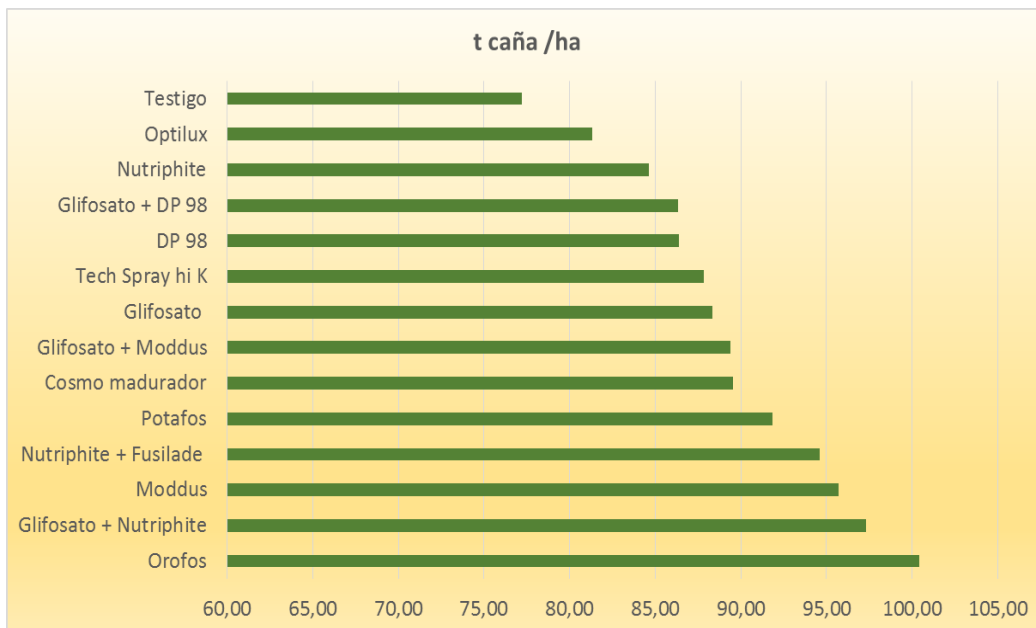


Figura 9. Producción de caña (t/ha) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes en la tercera cosecha.

En la producción de azúcar, estadísticamente los mejores tratamientos fueron MODDUS y OROFOS, presentando ambos según la prueba de Tuckey 5% diferencias estadísticas con el TESTIGO y NUTRIPHITE, no así con los demás tratamientos evaluados.

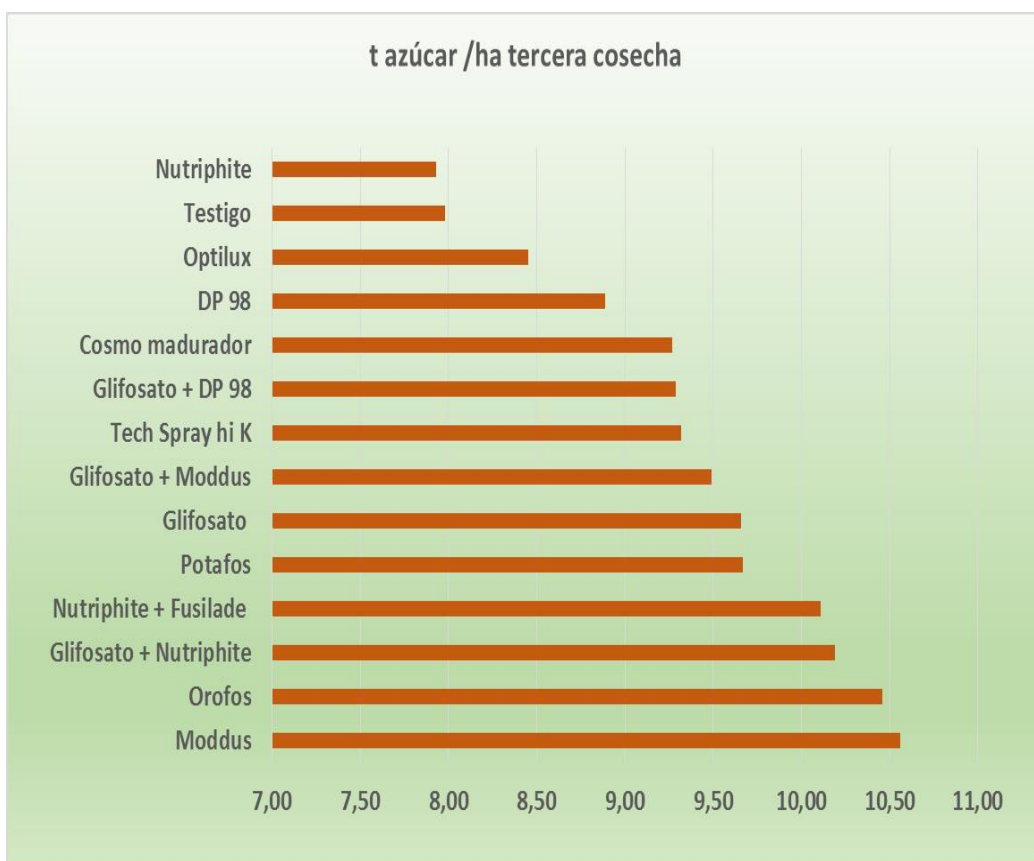


Figura 10. Producción de azúcar por hectárea obtenida en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos de madurantes.

CUARTA COSECHA (Zafra 2017-2018).

En el Cuadro 7 se presenta el análisis de varianza realizado a los diferentes tratamientos evaluados en este estudio, observándose que en esta cuarta cosecha no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las variables agroindustriales. En la Figura 11 se presenta el efecto de los tratamientos sobre los rendimientos industriales (kg azúcar /t), los mejores tratamientos en las cosechas anteriores como MODDUS y OROFOS presentaron en esta cosecha una fuerte caída en la producción agroindustrial, posiblemente

los buenos comportamientos productivos de las cosechas anteriores en las parcelas tratadas por estos dos productos, agotaron las reservas nutricionales provocando esta situación, por su parte el GLIFOSATO y la mezcla NUTRIPHITE + FUSILADE presentaron los mayores rendimientos industriales.

En la producción de caña (t/ha), el GLIFOSATO no afecto la producción de la misma como se esperaba por los posibles efectos residuales de este herbicida en la caña de azúcar, situación que queda descartada al menos en esta variedad cultivada.

Cuadro 7.
Resultados del Análisis de Varianza realizado a los tratamientos evaluados en caña soca. (Cuarta Cosecha).

ANDEVA		% Brix		% Pol		% Pureza		% Fibra		Rend.Ind		T caña / ha		T azúcar / ha	
Fuente variación	G.L.	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
Repeticiones	2,00	0,08	1,00	0,10	1,00	0,09	1,00	1,77	0,00	18,46	1,00	605,96	0,00	4,92	0,01
Tratamientos	13,00	0,66	0,24	0,93	0,14	5,81	0,13	0,07	1,00	47,92	0,11	44,47	1,00	1,09	0,20
Error	26,00	0,48		0,57		3,46		0,19		27,28		55,19		0,75	
Total	41,00	21,24		27,13		165,73		9,39		1369,22		3224,86		43,41	
CV %		3,64		4,57		2,15		2,89		5,01		9,08		10,14	
MADURANTES		MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP	MEDIAS	SEP
Cosmo madurador		19,06		16,54		86,69		15,35		103,32		81,28		8,41	
DP 98		18,96		16,61		87,64		15,11		107,10		76,11		8,13	
Glifosato		19,71		17,25		87,59		14,95		109,53		87,11		9,54	
Glifosato + DP 98		19,78		17,20		86,79		14,92		107,73		83,45		8,97	
Glifosato + Moddus		19,16		16,44		85,78		14,96		103,20		74,94		7,71	
Glifosato + Nutriphite		19,35		16,58		85,60		14,96		104,12		81,11		8,44	
Moddus		18,78		15,53		82,87		14,68		96,49		81,28		7,84	
Nutriphite		18,58		16,08		86,46		14,92		101,72		86,39		8,77	
Nutriphite + Fusilade		19,75		17,33		87,69		14,98		109,92		84,72		9,31	
Optilux		18,99		16,81		88,59		15,20		106,17		87,00		9,22	
Orofos		18,30		15,88		86,56		14,93		100,30		78,61		7,92	
Potafos		19,31		16,92		87,59		14,94		107,56		83,61		8,99	
Tech Spray hi K + Naiad		18,94		16,24		85,69		14,88		102,31		78,44		8,02	
Testigo		18,44		15,85		85,86		15,08		99,26		81,67		8,09	

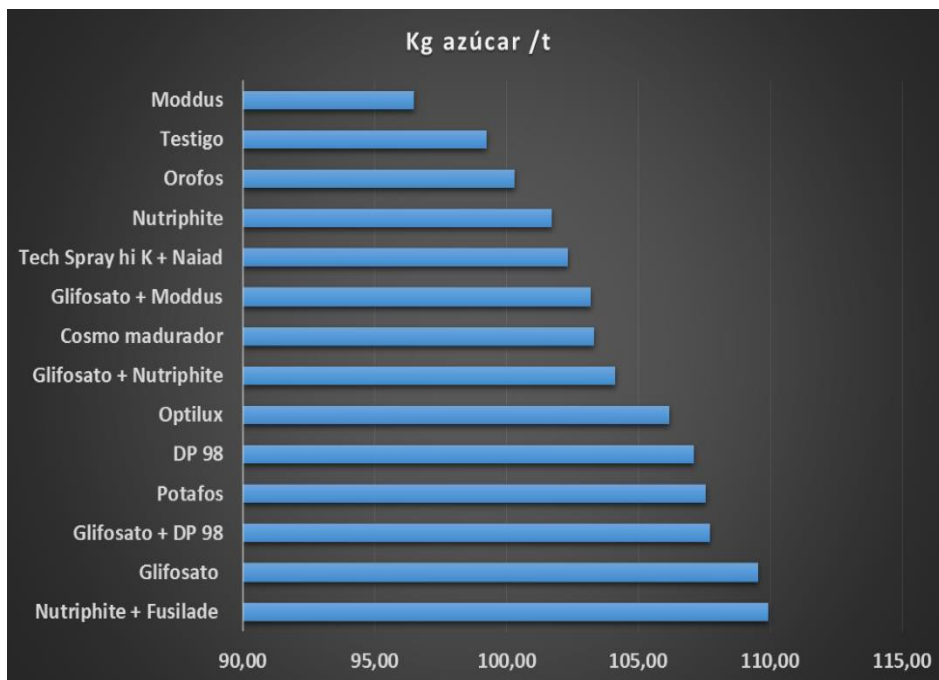


Figura 11. Rendimiento industrial (kg azúcar/ t caña) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes en la cuarta cosecha.

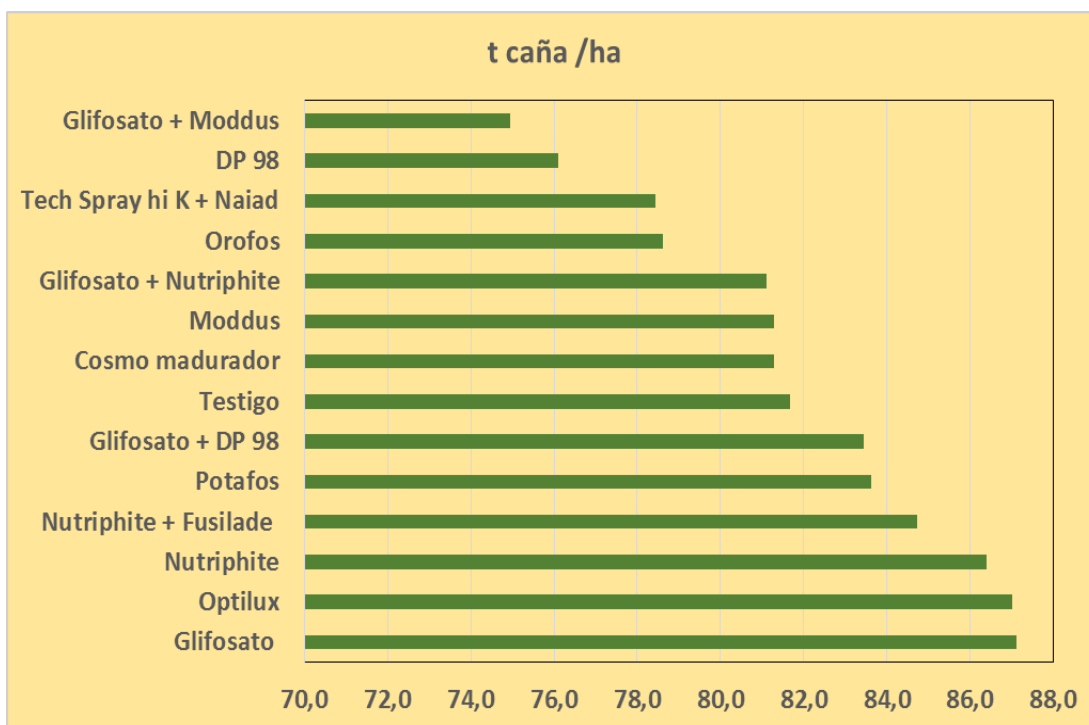


Figura 12. Producción de caña (t caña) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes en la cuarta cosecha.

En la producción de azúcar como se observa en la siguiente Figura 13, el madurante GLIFOSATO presentó la mayor producción, superando al tratamiento testigo en más de 1 tonelada por hectárea y en 1,8 t/ha al tratamiento con menor producción GLIFOSATO + MODDUS.

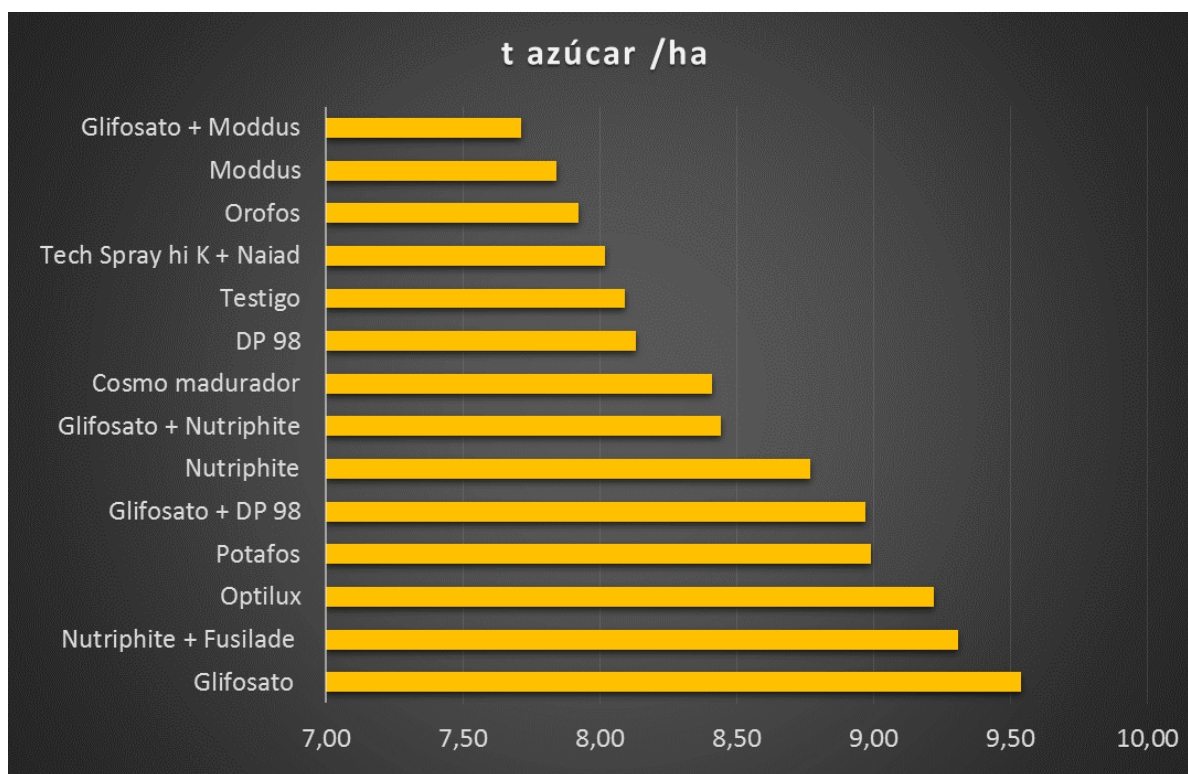


Figura 13. Producción de azúcar (t caña) obtenido en las parcelas aplicadas con los diferentes tratamientos madurantes en la cuarta cosecha.

Promedio de 4 Cosechas.

Al promediar los resultados obtenidos en este estudio, presentados en el Cuadro 8, se puede observar en el mismo como el madurante GLIFOSATO presentó la mayor concentración de azúcar por hectárea, superando al tratamiento testigo en 10,51 kg de azúcar / tonelada de caña, otros tratamientos no herbicidas como el OROFOS y MODDUS superaron al testigo en 6,23 kg y 4,45 kg, respectivamente.

En la producción de caña por hectárea el MODDUS superó a los demás tratamientos y al testigo en más de 10 t de caña, por su parte el madurante no herbicida OROFOS superó al tratamiento testigo en más de 6 toneladas de caña por hectárea. En la producción de azúcar

por hectárea el mejor madurante fue MODDUS el cual supero al testigo sin madurante en 1,49 t de azúcar /ha. Este comportamiento productivo de algunos madurantes sobre todo en la producción de caña es sumamente importante ya que al incrementar la variable de rendimiento industrial y de campo el beneficio proporcionado por el madurante es mayor al esperado con estos productos. La respuesta fisiológica del porque estos madurantes contrario a lo esperado de producir un estado de stress, la caña en apariencia sigue creciendo no se tiene claro aún sobre todo en el corto tiempo entre la aplicación del madurante y la cosecha.

Cuadro 8.
Resultados de la aplicación de los madurantes en las variables agroindustriales
y en el promedio 4 cosechas.

Madurante	Kg azúcar / T	Madurante	T caña /ha	Madurante	T azúcar /ha
Nutriphite	106,79	Testigo	82,49	Testigo	8,91
Testigo	107,77	Glifosato + DP 98	83,88	Optilux	9,24
Optilux	108,65	DP 98	84,85	Tech Spray hi K	9,33
Tech Spray hi K	108,78	Optilux	85,25	Nutriphite	9,40
Cosmo madurador	109,85	Glifosato	85,43	DP 98	9,41
Potafos	110,92	Tech Spray hi K	85,53	Cosmo madurador	9,47
DP 98	111,21	Glifosato + Moddus	85,75	Glifosato + DP 98	9,47
Moddus	111,24	Cosmo madurador	86,11	Potafos	9,61
Nutriphite + Fusilade	112,41	Potafos	86,97	Glifosato + Moddus	9,66
Glifosato + Nutriphite	112,64	Nutriphite	87,85	Nutriphite + Fusilade	9,96
Glifosato + Moddus	112,76	Orofos	88,56	Glifosato	9,97
Orofos	113,02	Nutriphite + Fusilade	89,04	Orofos	10,00
Glifosato + DP 98	113,38	Glifosato + Nutriphite	90,18	Glifosato + Nutriphite	10,13
Glifosato	117,30	Moddus	92,99	Moddus	10,40

Análisis Económico.

El conocer el beneficio económico proporcionado por los diferentes tratamientos al finalizar la investigación, es un aspecto sumamente importante para decidir por cual o cuales tratamientos fundamentar las recomendaciones finales del experimento.

En el Cuadro 9, con base en el costo de los tratamientos con los madurantes, se determinó cuanto debe incrementarse el rendimiento industrial en el promedio de las cuatro cosechas para pagar dicho costo, en este caso se observa que aproximadamente se debe superar los 3 kg de azúcar por tonelada y la mayoría de los tratamientos logran superar ese valor. En el Cuadro 10 se presenta el análisis económico, contemplando los costos variables (madurantes, aplicación y cosecha) y donde se observa que en el promedio de las cuatro cosechas, el tratamiento con MODDUS y GLIFOSATO ofrecieron el mayor beneficio neto, presentando montos muy similares entre sí.

Cuadro 9.
Costo de la aplicación de los madurantes en el promedio 4 cosechas.

TRATAMIENTOS	Costo \$ Producto Kg /L	Costo \$ /ha	Costo \$ aplicación + Producto	Producción Caña t /ha Promedio 4 cosechas	Costo equivalente Kg az / ha	kg Az/t necesarios para cubrir costo aplicación	Diferencia respecto al testigo kg az / t promedio 4 cosechas
MODDUS 0,9 L/HA	43,89	39,50	111,50	92,90	374,16	4,03	4,1
POTAFOS 2 L/HA	10,10	20,20	92,20	86,90	309,40	3,56	3,8
TECH SPRAY Hi K 1 L/HA + NAIAD 0,5 L/HA	18,06 - 16,42	26,27	98,27	85,50	328,80	3,84	1,6
COSMO MADURADOR 2 KG/HA	13,30	26,60	98,60	86,10	330,87	3,84	2,7
NUTRIPHITE 1,5 KG/HA	11,00	16,50	88,50	87,80	296,98	3,38	-0,4
OPTILUX 1,5 L/HA	13,46	20,20	92,20	85,20	309,40	3,63	1,5
DP 98 3 L/HA	5,78	17,34	89,34	84,80	299,80	3,54	4,1
GLIFOSATO (0.9 L/ha)	6,73	6,05	78,05	85,40	261,91	3,07	10,2
GLIFOSATO (0,45 L/ha) + MODDUS 0,45 L/HA	6,73 - 43,89	22,72	94,72	85,10	317,85	3,74	5,6
GLIFOSATO (0,45 L/ha) + NITRIPHITE 0,75 KG/HA	6,73 - 11	11,27	83,27	90,10	279,43	3,10	5,5
OROFOS 3 L/HA	8,67	26,01	98,01	88,50	328,89	3,72	5,9
NUTRIPHITE 0,75 KG/HA + FUSILADE 0,5 L/HA	11- 32,7	24,58	96,58	89,00	324,09	3,64	5,3
TESTIGO SIN MADURANTE	0,00	0,00	0,00	82,40	0,00	0,00	0
GLIFOSATO (0,45L/ha)+ DP 98 1,5 L/HA	6,73 - 5,78	11,69	83,69	83,80	280,84	3,35	6,2

Tipo de cambio al 11-1-2019: C 609
Precio liquidación de referencia 2018: C182/kg US : \$ 0.298

Costo aplicación con Drone: \$72
Dosis Glifosato = 10 cc / t caña producción estimada 90 t/ha

En el Cuadro 10 se presenta en resumen el beneficio neto logrado por los diferentes tratamientos en cada cosecha, observándose que en la primera cosecha productiva y económicamente la mayoría de los madurantes superaron al tratamiento testigo en forma significativa, sin embargo en las cosechas sucesivas sobresalieron OROFOS como un fosfito de potasio y MODDUS como fitoregulator, sin embargo estos tratamientos como se observa en la cuarta cosecha y como se mencionó anteriormente redujeron en forma significativa el rendimiento obtenido hasta la tercera cosecha, en respuesta posiblemente a un importante deterioro nutricional del suelo provocado por los mayores rendimientos agroindustriales obtenidos en las primeras cosechas de este estudio.

Cuadro 10.
Beneficio neto obtenido por los diferentes madurantes durante cada año (cosecha) de aplicación de los madurantes.

Tratamientos	Beneficio neto / ha			
	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4
Cosmo madurador (2kg/ha)	¢571.361,80	¢290.433,80	¢259.809,80	¢166.217,80
DP 98 (3 L/ha)	¢546.245,14	¢380.237,14	¢220.381,14	¢160.189,14
Glifosato (0,9 L/ha)	¢575.292,75	¢454.600,75	¢352.652,75	¢340.084,75
Glifosato + DP 98	¢425.842,00	¢412.158,00	¢297.078,00	¢260.726,00
Glifosato (0,45 L/ha9 + Moddus (0,45 L/ha)	¢612.028,72	¢443.536,72	¢303.504,72	¢89.364,72
Glifosato (0,45L/ha) + Nutriphite(0,75 L/ha)	¢467.365,77	¢652.969,77	¢377.533,77	¢182.305,77
Moddus (0,9 L/ha)	¢707.601,70	¢522.297,70	¢439.917,70	¢54.621,70
Nutriphite (1,5 Kg/ha)	¢584.052,70	¢369.556,70	¢59.700,70	¢199.052,70
Nutriphite + Fusilade	¢536.109,89	¢343.701,89	¢375.533,89	¢305.097,89
Optilux (1,5 L/ha)	¢409.503,40	¢303.431,40	¢177.015,40	¢274.063,40
Orofos (3 L/ha)	¢541.753,20	¢570.605,20	¢394.441,20	¢97.689,20
Potafos (2 L/ha)	¢561.447,40	¢240.595,40	¢319.255,40	¢257.967,40
Tech Spray hi K (1 L/ha)+Naiad (0,5 L/ha)	¢583.217,20	¢220.245,20	¢282.257,20	¢117.021,20
Testigo	¢497.737,20	¢390.693,20	¢178.861,20	¢165.061,20

A pesar de esta situación como se observa en el Cuadro 11 donde se presenta el beneficio neto en el promedio de las cuatro cosechas el madurante MODDUS económicamente fue tan rentable como el GLIFOSATO. También OROFOS económicamente es una buena alternativa para ser utilizado como madurante.

Cuadro 11.
Análisis económico aplicado al promedio de 4 cosechas en la evaluación de los madurantes.

Tratamientos	Producción t /ha Azúcar	Ingreso ¢ /ha	Producción Caña t /ha	Cosecha costo /t	Costo Madurante / ha	Costo Total aplicación madurante ¢/ha	Total costos variables	Costos fijos	Beneficio neto
Cosmo madurador (2kg/ha)	9,47	¢1.723.085,00	86,11	¢654.455,00	¢16.199,40	¢60.047,40	¢714.502,40	¢686.626,80	¢321.955,80
DP 98 (3 L/ha)	9,41	¢1.712.620,00	84,85	¢644.822,00	¢10.560,06	¢54.408,06	¢699.230,06	¢686.626,80	¢326.763,14
Glifosato (0,9 L/ha)	9,97	¢1.814.085,00	85,43	¢649.268,00	¢3.684,45	¢47.532,45	¢696.800,45	¢686.626,80	¢430.657,75
Glifosato + DP 98	9,47	¢1.723.995,00	83,88	¢637.450,00	¢7.119,20	¢50.967,20	¢688.417,20	¢686.626,80	¢348.951,00
Glifosato (0,45 L/ha9 + Moddus (0,45 L/ha)	9,66	¢1.758.120,00	85,75	¢651.700,00	¢13.836,48	¢57.684,48	¢709.384,48	¢686.626,80	¢362.108,72
Glifosato (0,45L/ha) + Nutriphite(0,75 L/ha)	10,13	¢1.842.750,00	90,18	¢685.368,00	¢6.863,43	¢50.711,43	¢736.079,43	¢686.626,80	¢420.043,77
Moddus (0,9 L/ha)	10,40	¢1.892.345,00	92,99	¢706.705,00	¢24.055,50	¢67.903,50	¢774.608,50	¢686.626,80	¢431.109,70
Nutriphite (1,5 Kg/ha)	9,40	¢1.711.255,00	87,85	¢667.641,00	¢10.048,50	¢53.896,50	¢721.537,50	¢686.626,80	¢303.090,70
Nutriphite + Fusilade	9,96	¢1.812.265,00	89,04	¢676.704,00	¢14.975,31	¢58.823,31	¢735.527,31	¢686.626,80	¢390.110,89
Optilux (1,5 L/ha)	9,24	¢1.681.680,00	85,25	¢647.900,00	¢12.301,80	¢56.149,80	¢704.049,80	¢686.626,80	¢291.003,40
Orofos (3 L/ha)	10,00	¢1.820.455,00	88,56	¢673.018,00	¢15.840,00	¢59.688,00	¢732.706,00	¢686.626,80	¢401.122,20
Potafos (2 L/ha)	9,61	¢1.748.565,00	86,97	¢660.972,00	¢12.301,80	¢56.149,80	¢717.121,80	¢686.626,80	¢344.816,40
Tech Spray hi K (1 L/ha)+Naiad (0,5 L/ha)	9,33	¢1.697.150,00	85,53	¢649.990,00	¢16.000,00	¢59.848,00	¢709.838,00	¢686.626,80	¢300.685,20
Testigo	8,91	¢1.621.620,00	82,49	¢626.905,00	¢0,00	¢0,00	¢626.905,00	¢686.626,80	¢308.088,20

Costo / ha aplicación : ¢42.630

Costo cosecha /t = ¢7600 Tipo cambio \$ US = ¢609

Precio azúcar / kg = ¢182

Conclusiones

El uso de madurantes es una práctica de manejo generalizada y cuyo objetivo es el incremento del rendimiento industrial en plantaciones de caña de azúcar inmaduras prontas a ser cosechadas

También con la aplicación de madurantes es posible aumentar la productividad por unidad de área, e incrementar la rentabilidad del cultivo en aquellas regiones con condiciones climáticas adversas.

En este estudio todos los tratamientos con madurante evaluados incrementaron el rendimiento industrial del cultivo.

MODDUS fue el madurante no herbicida que alcanzo el mayor incremento de azúcar por tonelada de caña 9 semanas después de la aplicación.

Entre los fertilizantes foliares utilizados el comportamiento productivo fue similar con el uso de Fosfitos o fosfatos de potasio.

El mayor beneficio económico obtenido en este estudio lo presentaron los madurantes MODDUS y OROFOS durante las 3 primeras cosechas.

El GLIFOSATO en mezcla con otros productos superó al tratamiento testigo en el rendimiento industrial y en el beneficio económico.

De acuerdo al análisis económico, se requieren al menos más de 3 kg de azúcar por tonelada de azúcar para asumir el costo de la aplicación del madurante.

El madurante NUTRI PHITE fue el único tratamiento en el que el beneficio económico fue negativo.

Recomendaciones

De acuerdo a los resultados se recomienda la aplicación de los madurantes MODDUS y OROFOS en las tres primeras cosechas y a partir de la cuarta cosecha aplicar GLIFOSATO

Es importante continuar con el estudio para evaluar el efecto del GLIFOSATO sobre el rebrote de la caña de azúcar en cortes sucesivos.

Evaluar nuevas alternativas de productos madurantes tanto hormonales y fertilizantes foliares que eviten el uso del herbicida GLIFOSATO, en las plantaciones de caña.

Evaluar el efecto varietal con los mejores tratamientos en estudios posteriores.

Revisión literatura

ARCILA, J.; VILLEGAS, F. 1995 .Uso de madurantes. En CENICAÑA. El Cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali p 315 -331. Consultado 15 de abril 2015 .Disponible en www.cenicaña.org/pdf

BUENAVENTURA, CE.1986. Control de la maduración de la caña de azúcar .en: Cenicaña: El cultivo de la caña de azúcar. Memorias del curso dictado en la ciudad de Cali del 28 de julio al 1 de agosto de 1986 pp 301.Consultado 5 de Mayo 2015 .Disponible en www.cenicaña.org/pdf

CONEJO, A; MORERA, E.2011. Experiencias de campo en el uso de madurantes. Enfoque de productos no herbicidas. Ingenio Taboga, Cañas, Guanacaste. Setiembre 2011 . Consultado 12 mayo 2015. en www.laica.co.cr/biblioteca

LOVATT, C.J.,; MIKKELSEN,R.L. 2006.Phosphite fertilizer: Wat they are ?.Can you see them?. What can they do?. Better Crops with Plant Food.90 (4) 11:13.Consultado Mayo 2015. Disponible en www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/.

YAYUNC, C.G, 2014. Evaluación de madurantes no herbicidas en el cultivo de la caña de azúcar .Tesis de grado .Facultad de ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landivas. Escuintla, Quezaltenango Guatemala.85 p. Consultado mayo 2015.Disponible en [htt.biblio3url.edu.gt/](http://biblio3url.edu.gt/) tesiaro 2014.