

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS AL GLIFOSATO COMO MADURADORES DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LAS CONDICIONES DEL VALLE DEL RÍO CAUCA

Alejandro Duran¹
Silvio Fernando Cadena²

RESUMEN

Cenicaña considera muy importante identificar nuevos productos maduradores que actúen como el glifosato pero con menos impacto ambiental, menores riesgos tóxicos a las personas, selectividad de acción en la caña, sostenibilidad del contenido de sacarosa en los tallos, mayor incremento de la sacarosa, menores costos del producto y poca deriva durante las aplicaciones. En la búsqueda e identificación de nuevos productos alternativos al glifosato y al Fusilade se realizó la presente investigación con Agratex, Sxs y BIQTICON. Para la investigación se seleccionó el lote 13 E de Cenicaña sembrado con la variedad CC 85-92, en los que se usaron parcelas de 2 surcos por 10 m de longitud. Para la aplicación se utilizó el equipo de aplicación manual de Cenicaña. Los maduradores se aplicaron a la edad de 10.2 meses de la caña y ésta se cosechó a los 12.5 meses. Los resultados mostraron que el glifosato es el madurador que mejor efecto tiene en la acumulación de azúcar en la caña. El Sxs y el BIQTICON no mostraron ningún efecto en la maduración de la caña cuando se aplicaron a los 10.2 meses de edad, sin embargo las plantas que recibieron el tratamiento con BIQTICON mostraron un mejor desarrollo en crecimiento pues los tratamientos aplicados con Roundup crecieron en promedio 25 cm, mientras los tratamientos con BIQTICON crecieron 48 cm en promedio y con BIQTICON la altura de las plantas fue 15 a 20 cm mayor que los otros tratamientos. La brotación después de la cosecha en las cepas que recibieron los tratamientos con BIQTICON mostraron el menor porcentaje de clorosis (0.5-0.9 %) a los 1.3 meses después de la cosecha.

Palabras claves: Madurador, BIQTICON y Balance Nutricional.

Introducción

La maduración de la caña de azúcar es una tecnología adoptada por los ingenios del Valle del Cauca desde hace aproximadamente dos décadas. Cenicaña inició sus investigaciones en el uso de maduradores para aumentar los rendimientos de azúcar en aquellas zonas que presentaban condiciones poco favorables para la maduración natural de la caña.

El glifosato es un herbicida sistémico, no selectivo, que se usa desde hace varios años en el sector azucarero para la maduración de la caña de azúcar e incrementa el contenido de sacarosa en los tallos hasta en 25% y se obtiene una mayor cantidad de azúcar por unidad de área cosechada. El glifosato se aplica aproximadamente en el 75% del área sembrada con caña de azúcar en el valle del río Cauca y en algunos casos se mezcla con productos bioestimulantes y fertilizantes foliares para reducir los daños a cultivos vecinos por deriva, reducir daños en cañas estresadas y aumentar el rendimiento.

Cenicaña considera muy importante identificar nuevos productos maduradores que actúen como el glifosato pero con menos impacto ambiental, menores riesgos tóxicos a las personas, selectividad de acción en la caña, sostenibilidad del contenido de sacarosa en los tallos, mayor incremento de la sacarosa, menores costos del producto y poca deriva durante las aplicaciones. En la búsqueda e identificación de nuevos productos alternativos al glifosato y al Fusilade se realizó la presente investigación con Agratex, Sxs y BIQTICON.

La aplicación de glifosato como madurador de la caña de azúcar es una tecnología usada a diario en el valle del río Cauca, y se busca mejorar la eficiencia de esta tecnología con el uso de productos alternativos o que mezclados con el glifosato pueden mejorar el contenido de sacarosa en la caña, disminuyendo en algunos casos los costos, dosis del madurador y riesgos

¹ Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Programa de Agronomía. Cenicaña

² Ingeniero Agrónomo, MSc. Suelos. Universidad Nacional de Colombia. Asesor de Investigación. ingsfc@yahoo.com

de daños a cultivos vecinos. El Agratex M es un aceite mineral producido por Chevron Texaco Company para uso agrícola, altamente refinado, de origen parafínico, de baja toxicidad, biodegradable, no contamina el ambiente y formulado especialmente para ser utilizado solo o en la aplicación de fungicidas, insecticidas, estimulantes del crecimiento, fertilizantes foliares, herbicidas, y otros. El Sxs, fabricado por More Química de Colombia Ltda, es un activador metabólico de origen vegetal, obtenido del cultivo de una cepa aislada de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) mediante un proceso biotecnológico de hidrólisis enzimática, además de su alta concentración de aminoácidos libres, contiene nucleótidos, vitaminas, ácido fólico, carbohidratos y minerales. El BIQTICON es un fertilizante orgánico mineral que está formulado con minerales quelatados en aminoácidos y lo fabrica ORIUS BIOTECNOLOGÍA (ORIUS, 2005).

El objetivo de esta investigación es determinar la respuesta de la caña de azúcar al glifosato mezclado con Agratex y compararlo con el Sxs y el BIQTICON usados como maduradores en las condiciones del valle del río Cauca.

Materiales y Métodos

Para la investigación se seleccionó el lote 13 E de Cenicaña sembrado con la variedad CC 85-92, en los que se usaron parcelas de 2 surcos por 10 m de longitud. Para la aplicación se utilizó el equipo de aplicación manual de Cenicaña. Los maduradores se aplicaron a la edad de 10.2 meses de la caña y ésta se cosechó a los 12.5 meses.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con diez tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron:

1. Testigo sin aplicación
2. Roundup SL 1.2 l/ha
3. Roundup SL 1.5 l/ha
4. Roundup SL 1.2 l/ha + Agratex 0.6 l/ha
5. Roundup SL 1.5 l/ha + Agratex 0.4 l/ha
6. Sxs 0.2 l/ha
7. Sxs 0.5 l/ha
8. Sxs 1.0 l/ha
9. BIQTICON 0.5 l/ha
- 10 BIQTICON 1.0 l/ha

Se marcaron 10 tallos para medir el crecimiento de los tallos, además se tomaron muestras de 10 tallos por parcela para el análisis de caña en el laboratorio, para hacer mediciones de la longitud de los tallos, longitud al punto natural de quiebre y el diámetro basal.

Después del corte se hizo un seguimiento del desarrollo del cultivo siguiente durante los primeros tres meses para determinar posibles efectos fitotóxicos del madurador en la variedad.

Resultados

Altura de tallos

La altura de los tallos de caña no mostró diferencia estadísticas entre los tratamientos aplicados. Se alcanzó en promedio, 3.50 m de altura a la edad de cosecha aunque con el tratamiento de BIQTICON las plantas mostraron una altura 15 a 20 cm mayor que los otros tratamientos (**Cuadro 1**).

Crecimiento

Como se muestra en el **Cuadro 2**, el crecimiento del cogollo medido a partir del momento de la aplicación se redujo en forma significativa con los tratamientos aplicados solo con Roundup, mientras estos crecieron en promedio 25 cm, los tratamientos Testigo, Roundup + Agratex, Sxs y BIQTICON crecieron 48 cm en promedio (**Figura 1**).

Cuadro 1. Altura de tallos en el experimento de productos alternativos al glifosato aplicados a los 10.2 meses como maduradores a la variedad CC 85-92 en el lote 13E de Cenicaña.

Tratamientos	Semanas de aplicación						Promedio
	0	2	4	6	8	10	
Testigo	296	313	329	324	351	357	328
Roundup 1.2 l/ha	288	300	321	323	320	321	312
Roundup 1.5 l/ha	287	310	324	325	333	338	320
Roundup 1.2 l/ha + Agratex 0.6 l/ha	289	318	325	332	350	361	329
Roundup 1.5 l/ha + Agratex 0.4 l/ha	307	300	303	326	337	360	322
Sxs 0.2 l/ha	288	294	327	321	335	344	318
Sxs 0.5 l/ha	277	310	307	337	350	350	322
Sxs 1.0 l/ha	291	305	311	333	331	351	320
BIQTICON 0.5 l/ha	304	326	335	351	363	365	341
BIQTICON 1.0 l/ha	298	308	335	355	351	356	334
Promedio	293	308	322	333	342	350	
C.V. %	7.49	7.41	6.60	7.92	6.38	6.00	
Significancia %	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	

1/ Valores promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (Duncan 5%)

Cuadro 2. Crecimiento de los tallos en el experimento de productos alternativos al glifosato aplicados a los 10.2 meses como maduradores a la variedad CC 85-92 en el lote 13E de Cenicaña.

Tratamientos	Semanas de aplicación									
	2		4		6		8		10	
Testigo	10	a 1/	19	a	29	a	46	a	52	ab
Roundup 1.2 l/ha	7	bc	12	bc	17	b	28	bc	24	c
Roundup 1.5 l/ha	6	c	10	c	14	b	21	c	26	c
Roundup 1.2 l/ha + Agratex 0.6 l/ha	8	abc	16	ab	23	ab	39	ab	43	b
Roundup 1.5 l/ha + Agratex 0.4 l/ha	9	abc	16	ab	23	ab	40	a	49	ab
Sxs 0.2 l/ha	9	ab	17	ab	22	ab	39	ab	49	ab
Sxs 0.5 l/ha	10	ab	17	ab	27	a	41	a	48	ab
Sxs 1.0 l/ha	8	abc	17	ab	22	ab	38	ab	46	ab
BIQTICON 0.5 l/ha	11	a	20	a	31	a	48	a	56	a
BIQTICON 1.0 l/ha	10	ab	20	a	28	a	40	a	44	ab
Promedio	9		16		24		38		44	
C.V. %	21.60		20.71		23.98		18.04		18.12	
Significancia %	5		0.1		1		0.01		<0.01	

1/ Valores promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (Duncan 5%)

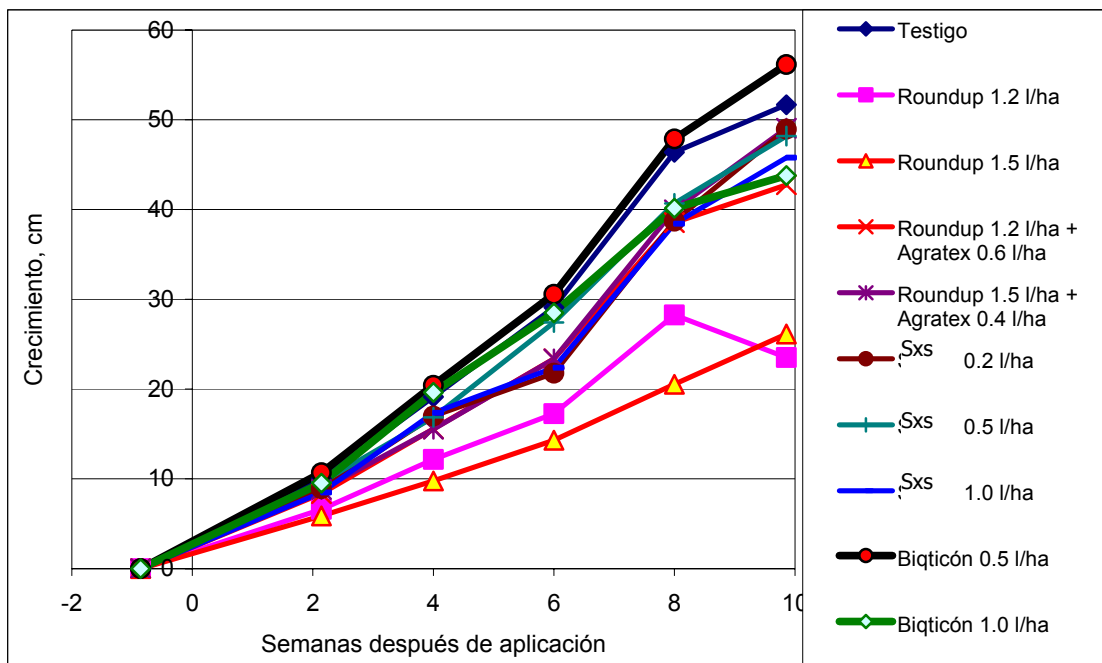


Figura 1. Crecimiento de los tallos en el experimento de productos alternativos al glifosato aplicados a los 10.2 meses como maduradores a la variedad CC 85-92 en el lote 13E de Cenicaña.

Diámetro

El diámetro no mostró diferencias estadísticas cuando se comparó con el Testigo como se muestra en el **Cuadro 3**.

Cuadro 3. Diámetro de los tallos en el experimento de productos alternativos al glifosato aplicados a los 10.2 meses como maduradores a la variedad CC 85-92 en el lote 13E de Cenicaña

Tratamientos	Semanas de aplicación						
	0		2	4	6	8	10
Testigo	28	abc	28	29	30	28	31
Roundup 1.2 l/ha	28	ab	29	28	29	28	30
Roundup 1.5 l/ha	26	bc	28	28	31	27	30
Roundup 1.2 l/ha + Agratex 0.6 l/ha	27	abc	28	28	30	28	30
Roundup 1.5 l/ha + Agratex 0.4 l/ha	28	a	27	28	29	27	30
Sxs 0.2 l/ha	27	abc	27	28	30	34	30
Sxs 0.5 l/ha	27	abc	29	28	30	27	31
Sxs 1.0 l/ha	27	abc	28	28	30	28	30
BIQTICON 0.5 l/ha	26	c	28	27	29	28	30
BIQTICON 1.0 l/ha	29	a	27	27	29	27	29
Promedio	27		28	28	30	28	30
C.V. %	5.43		4.77	6.76	5.24	16.35	4.66
Significancia %	10		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

1/ Valores promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (Duncan 5%)

Sacarosa % caña

Antes de la aplicación de los maduradores, el tratamiento Testigo mostró un alto contenido de sacarosa % caña, tanto que fue significativamente mayor al de los tratamientos con Roundup 1.2 l/ha + Agratex 0.6 l/ha, Sxs 0.2 l/ha y BIQTICON 0.5 l/ha. Sin embargo en la segunda semana de aplicación y después de tener una precipitación acumulada desde el muestreo anterior de 122 mm, el Testigo redujo su sacarosa % caña en 0.9% de forma que desaparecen esas diferencias como se muestra en el **Cuadro 4**. En la octava semana después de la aplicación se muestran los valores más altos de sacarosa correspondientes a los tratamientos aplicados con Roundup y la mezcla de Roundup + Agratex, aun sin mostrar diferencias estadísticas con el Testigo. Los incrementos de sacarosa para Roundup fueron de 8.5% y Roundup + Agratex de 9.6 % que son muy importantes a nivel de la industria.

En la **Figura 5** se observa claramente el efecto de los maduradores en la sacarosa % caña, siendo los tratamientos aplicados con Roundup los de mejor respuesta. La precipitación acumulada logró deprimir la curva de maduración en la última semana.

Cuadro 4. Sacarosa % caña en el experimento de productos alternativos al glifosato aplicados a los 10.2 meses como maduradores a la variedad CC 85-92 en el lote 13E de Cenicaña

Tratamientos	Semanas de aplicación											
	0		2		4		6		8		10	
Testigo	13.7	a /1	12.8	ab	12.5	b	13.4	abcd	13.9	ab	12.5	b
Roundup 1.2 l/ha	13.1	abc	13.2	ab	13.7	ab	14.6	a	14.9	ab	13.4	ab
Roundup 1.5 l/ha	12.7	abc	13.9	a	14.0	a	14.1	abc	15.1	a	14.2	a
Roundup 1.2 l/ha + Agratex 0.6 l/ha	12.4	bc	13.2	ab	13.6	ab	14.4	ab	15.2	a	13.2	ab
Roundup 1.5 l/ha + Agratex 0.4 l/ha	12.8	abc	13.8	a	13.7	ab	14.7	a	15.1	a	13.6	ab
Sxs 0.2 l/ha	12.1	c	12.4	b	13.9	a	12.8	d	13.9	ab	13.1	ab
Sxs 0.5 l/ha	13.0	abc	13.2	ab	13.1	ab	13.0	cd	13.9	ab	12.9	ab
Sxs 1.0 l/ha	13.4	ab	13.2	ab	12.8	ab	13.4	bcd	14.0	ab	12.3	b
BIQTICON 0.5 l/ha	12.4	bc	12.3	b	13.1	ab	12.3	d	13.5	b	12.4	b
BIQTICON 1.0 l/ha	12.7	abc	12.4	b	12.6	b	12.6	d	14.2	ab	12.6	b
Promedio	12.8		13.0		13.3		13.5		14.3		13.0	
C.V. %	5.18		5.78		5.61		5.61		6.38		6.81	
Significancia %	5		5		5		0.01		10		10	

1/ Valores promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (Duncan 5%)

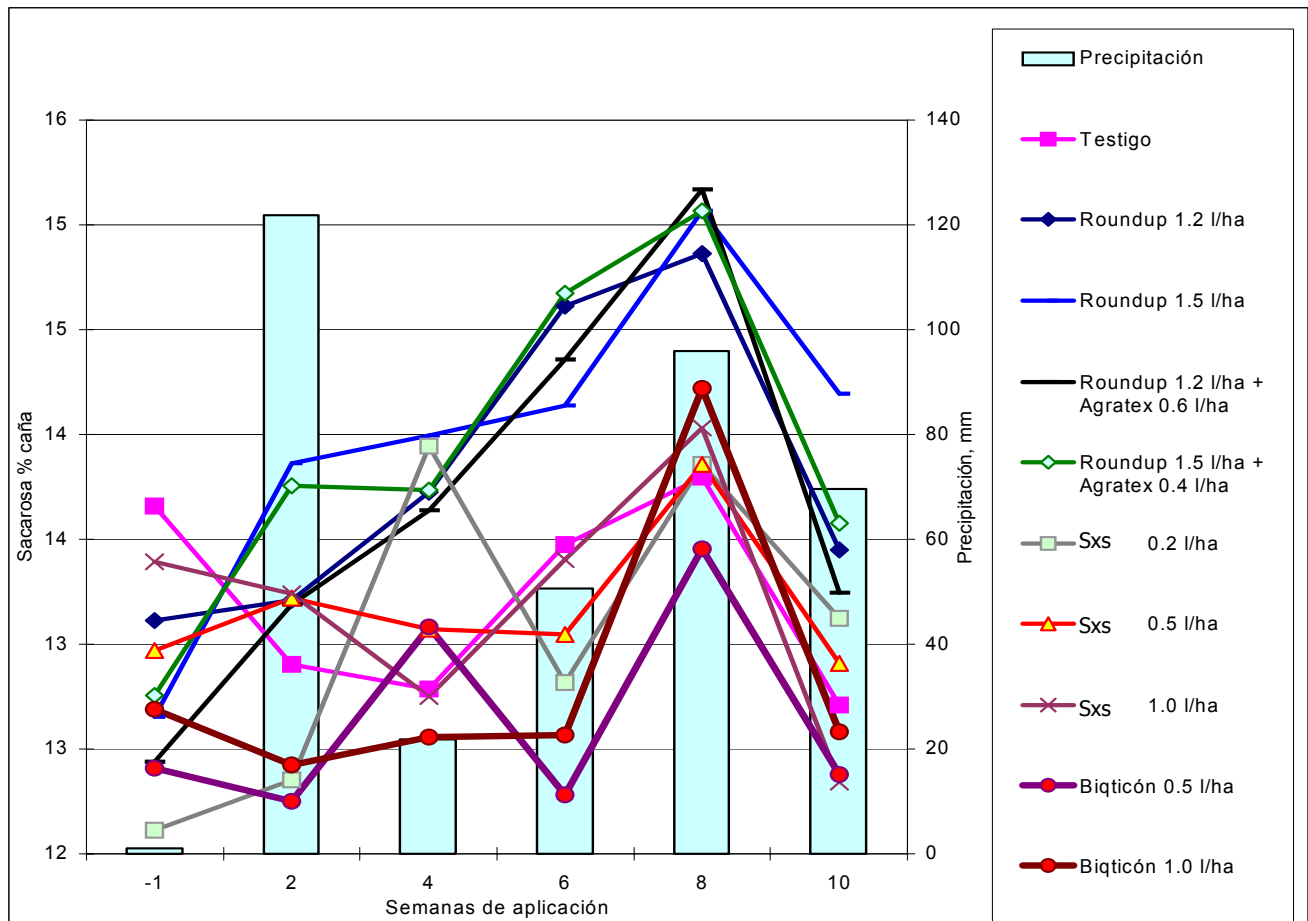


Figura 5. Curva de maduración vs. Precipitación en el experimento de productos alternativos al glifosato aplicados a los 10.2 meses como maduradores a la variedad CC 85-92 en el lote 13E de Cenicaña

Efectos residuales sobre el rebrote

En la evaluación del rebrote, se encontró a los 1.3 meses una diferencia de 88 mil tallos/ha a favor del tratamiento aplicado con Roundup 1.5 I/ha como se muestra en el **Cuadro 15**. Los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales al Testigo sin aplicación, sin embargo, a los 3.1 meses la población es estadísticamente igual para todos los tratamientos. Esta observación inicial confirma que la aplicación del Roundup puede causar un estrés sobre el cultivo que resulta en una mayor población inicial, lo cual también se ha observado en campos afectados por sequías o compactación del suelo. El % de clorosis muestra también un estrés sobre el cultivo a los 1.3 meses con las dosis altas de Roundup al mostrar valores significativamente superiores cuando se compararon con el testigo, aunque a los 3.1 meses este síntoma desaparece sin mostrar diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 15. Rebrote del experimento de productos alternativos al glifosato aplicados a los 10.2 meses como maduradores a la variedad CC 85-92 en el lote 13E de Cenicaña

Tratamientos	Rebrote (Tallos*1000/ha)			Clorosis (%)		
	1,3 M		3,1 M	1,3 M		3,1 M
Testigo	334.27	bcd 1/	245.18	1,2	cd	0,3
Roundup 1.2 l/ha	367.27	abc	263.43	2,0	abc	0,3
Roundup 1.5 l/ha	422.44	a	265.18	2,7	a	0,3
Roundup 1.2 l/ha + Agratex 0.6 l/ha	392.69	ab	258.51	1,3	bcd	0,5
Roundup 1.5 l/ha + Agratex 0.4 l/ha	393.35	ab	285.10	2,3	ab	0,2
Sxs 0.2 l/ha	327.93	bcd	256.68	1,2	bcd	0,4
Sxs 0.5 l/ha	291.01	d	244.60	1,4	bcd	0,1
Sxs 1.0 l/ha	333.52	bcd	250.68	0,9	cd	0,4
BIQTICON 0.5 l/ha	314.10	cd	281.26	0,5	d	0,3
BIQTICON 1.0 l/ha	326.43	bcd	249.85	0,9	cd	0,3
Promedio	350.3		260.0	1.5		0,3
C.V. %	11,62		9,58	46,46		101,82
Significancia %	0,1		N.S.	0,1		N.S.

1/ Valores promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (Duncan 5%)

Conclusiones

- El glifosato es el madurador que mejor efecto tiene en la acumulación de azúcar en la caña.
- La variedad CC 85-92 debe cosecharse 8 semanas después de la aplicación del Roundup.
- El rebrote de las cepas no se afecta con la aplicación del glifosato, siempre y cuando se apliquen dosis apropiadas.
- El BIQTICON y el Sxs no mostraron ningún efecto en la maduración de la caña cuando se aplicaron a los 10.2 meses de edad.
- Con el tratamiento de BIQTICON las plantas mostraron una altura 15 a 20 cm mayor que los otros tratamientos.
- Los tratamientos aplicados solo con Roundup crecieron en promedio 25 cm, mientras los tratamientos con BIQTICON crecieron 48 cm en promedio.
- Las plantas que recibieron el tratamiento con BIQTICON mostraron en general un mejor desarrollo en crecimiento y altura.

Bibliografía

ORIUS BIOTECNOLOGÍA. 2005. www.oriusbiotecnologia.com.