

**Eficacia de dos formulaciones de metribuzina
para el control preemergente de malezas en
caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)**

Bryan Xavier San Martin Serrano

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Eficacia de dos formulaciones de metribuzina para el control preemergente de malezas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Bryan Xavier San Martin Serrano

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Eficacia de dos formulaciones de metribuzina para el control preemergente de malezas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Presentado por

Bryan Xavier San Martin Serrano

Aprobado:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Renan Pineda, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Eficacia de dos formulaciones de metribuzina para el control preemergente de malezas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Bryan Xavier San Martín Serrano

Resumen: Para poder utilizar los herbicidas se deben hacer pruebas de las formulaciones para justificar su eficacia y poder recomendar al productor una mejor alternativa en el control. Los objetivos de este experimento fue evaluar bajo condiciones de campo la eficacia de las formulaciones 2AP 48 SC y Sencor 48 SC[®] (metribuzina) para el control preemergente de malezas en caña de azúcar y evaluar la selectividad de las formulaciones 2AP 48 SC y Sencor 48 SC[®] al cultivo de caña en aplicación preemergente. Se usó un diseño de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, se usó el análisis estadístico con separación de medias Duncan y con un nivel de significancia $\leq 5\%$. En el control de gramíneas no hubo diferencia estadística entre tratamientos aplicados en los días evaluados, en la evaluación de cobertura de gramíneas a los 15 y 30 DDA hubo diferencia entre el testigo y los tratamientos aplicados. En el control de hoja ancha, a los 30 DDA la formulación 2AP 48 SC a 720 g/ha tuvo mayor control a diferencia de 2AP 48 SC 480 a g/ha y Sencor 48 SC[®] 720 con g/ha. A los 45 DDA la formulación 2AP 48 SC a 960 g/ha fue mayor a la formulación de 2AP 48 SC a 480 g/ha, a los 60 DDA no hubo diferencia entre tratamientos. En cobertura de hoja ancha a los 15 y 60 DDA hubo diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos aplicados. No se observó ningún daño o fitotoxicidad en la caña de azúcar por las formulaciones y dosis aplicadas.

Palabras clave: Fitotoxicidad, formulación, herbicida, metribuzina, preemergente.

Abstract: For the correct use of herbicides, formulations should be tested to justify its effectiveness and to recommend the producer a better alternative for the control. The objective of this experiment was to evaluate under field conditions the effectiveness of the formulations 2AP 48 SC and 48 SC[®] Sencor (metribuzin) for preemergence weed control in sugar cane and evaluate the selectivity of the formulations 2AP 48 SC and Sencor 48 SC[®] cane cultivation in preemergence application. Block design was used completely randomized with five treatments and five repetitions, statistical analysis and Duncan mean separation with a significance level $\leq 5\%$ was used. In the control of grasses there was no statistical difference between treatments applied in the days evaluated. The evaluation of grass cover at 15 and 30 DAA present no difference between the control and treatments. In the control broadleaf DAA 30 SC formulation 2AP 48 720 g/ha had more control unlike 2AP 48 SC 480 g/ha and 48 SC[®] Sencor 720 g/ha. At 45 DDA formulation SC 2AP 48 960 g/ha was higher than SC formulation 2AP 48 to 480 g/ha, at 60 DAA there was no difference between treatments. In broadleaf coverage at 15 and 60 DAA there was

significant difference between the control and treatments. No damage or phytotoxicity in sugar cane and formulations applied.

Keywords: Formulation, herbicide, metribuzin, phytotoxicity, preemergence.

CONTENIDO

Portadilla	i
Paginas de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de cuadros y figuras	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES.....	17
6. LITERATURA CITADA.....	18

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos basados en el ingrediente activo Metribuzina.....	4
2. Escala para evaluar año al cultivo (Sistema de evaluación de 0 a 100%) tomado de Southern Weed Science Society 1986.....	6
3. Especies y cantidad de malezas presentes en un área de 2.5 m ² a los 15 días después de la aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC [®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en el lote 14 perteneciente a Zona 3, Zamorano, Honduras	8
4. Especies y cantidad de malezas presentes en un área de 2.5 m ² a los 30 días después de la aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC [®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en el lote 14 perteneciente a Zona 3, Zamorano, Honduras	9
5. Especies y cantidad de malezas presentes en un área de 2.5 m ² a los 45 días después de la aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC [®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en el lote 14 perteneciente a Zona 3, Zamorano, Honduras	10
6. Especies y cantidad de malezas presentes en un área de 2.5 m ² a los 60 días después de la aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC [®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en el lote 14 perteneciente a Zona 3, Zamorano, Honduras	11
7. Porcentaje del control de malezas gramíneas a los 15, 30, 45 y 60 DDA en el lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.....	12
8. Porcentaje de la cobertura de malezas gramíneas a los 15, 30, 45 y 60 DDA en el lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.....	13
9. Porcentaje del control de malezas hoja ancha a los 15, 30, 45 y 60 DDA en el lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.....	13
10. Porcentaje de cobertura de malezas hoja ancha a los 15, 30, 45 y 60 DDA en el lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.....	14

Figura	Página
1. Parcela experimental y parcela útil usada en la evaluación de las formulaciones del herbicida metribuzina en caña de azúcar, lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras	3
2. Aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC [®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en parcelas experimentales, lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras ..	5
3. Parcelas experimentales, los círculos muestran cuatro testigos de los cinco en el lote 14 perteneciente al área de horticultura extensiva, Zamorano, Honduras	6
4. Precipitación diaria desde el 10 de junio hasta el 21 de agosto del año 2015 en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras	7

1. INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones directamente al suelo tienen importante dinámica entre las características físicas y químicas de los herbicidas. La solubilidad, absorción y adsorción son factores importantes que determinan el éxito o fracaso de la aplicación (Bailey y White 1970).

Varias especies de malezas tienen distintas maneras para desintoxicarse de los herbicidas aplicados, es el caso de las subfamilias Festucoideae, Panicoideae y Eragrostoideae, en varios experimentos estas malezas usan la conjugación GSH para poder desintoxicarse, este es una de las principales vías de las gramíneas tolerantes (Jensen *et al.* 1977). Existen plantas como el gran tallo azul (*Andropogon gerardii*) y pasto varilla (*Panicum virgatum*) que utilizan la misma vía metabólica para la desintoxicación de atrazina por medio de la conjugación de GSH, mientras que plantas como indiagrass y pasto banderita tienen otra vía de metabolizar por medio de N-destilación (Weimer *et al.* 1988).

Las formulaciones comúnmente utilizadas son la sal amina y los ésteres de 2,4-D a 0.5-1.0 kg i.a/ha, estas controlan la mayoría de hoja ancha que compiten con la caña de azúcar, en el caso de los ésteres y más volátil que la sal amina (FAO 1996). La *Rottboellia cochinchinensis*, maleza importante que genera mayor competencia en caña de azúcar, se puede tener un control efectivo con tebuthiurón a 1,500 g/ha, también tebuthiurón + diurón a 1,000 + 1,200 g/ha y tebuthiurón + diurón/hexazinona a 1,000 + 817,2/102,2 g/ha (Esqueda 2005). Sencor 70 WP en otro producto que tiene el ingrediente activo metribuzina solamente en diferente formulación, en el caso de caña de azúcar se recomienda que la dosis sea de 1.0 a 2.0 kg/ha de producto comercial (Bayer Crop Science 2014).

Metribuzina tiene una persistencia moderada en suelos con una vida media de 30 a 120 días depende de condiciones climáticas, aproximadamente con condiciones adversas 60 días puede estar en el suelo. La movilidad depende bastante del contenido de materia orgánica, textura del suelo, porosidad del suelo, precipitación de la zona frecuencia de aplicación de plaguicidas. Se biodegrada por dos factores que son la biodegradación aerobia y anaerobia, hay que tener en cuenta que tanto la volatilización y fotólisis no son el principal mecanismo para la degradación de la metribuzina. Este tipo de herbicida puede ser adsorbido por las hojas de las plantas, pero la principal ruta son las raíces, de las raíces es traslocado a las partes aéreas. En algunas especies resistentes, este compuesto es biotransformado por reacciones de desaminación para formar compuestos conjugados hidrosolubles (INECC 2012).

Metribuzina 4-amino-6-terc-4, 5-dihidro-3-metiltio-1, 2, 4-triazin- 5-ona es un herbicida perteneciente al grupo de las triazinas de acción preemergente y postemergente. Actúa

inhibiendo el transporte de electrones en el fotosistema II. Investigaciones sobre el uso de la metribuzina sobre diferentes especies de malezas, como el caso de la *Ipomoea*, controlaron su población en un 86% en sus primeros 15 días (Singh *et al.* 2012). Gracias a datos como estos se debe tener cuidado en seguir la dosificación requerida para que haya un control eficaz y conseguir que no haya una masiva fitotoxicidad. Sencor 48 SC[®] es un producto de la compañía Bayer, su ingrediente activo es la metribuzina, una dosificación de 1.44 L/ha es un guía para evitar fitotoxicidad y obtener buenos rendimientos (Barela y Christoffoleti 2006).

Varios experimentos utilizando metribuzina con controlador de malezas han tenido buena eficacia especialmente en malezas de hoja ancha, es el caso de metribuzina con una dosificación de 600 ml/ha en tomate, resultó que durante la aplicación y el desarrollo esta fue la que generó varios efectos sin afectar al tomate, aunque datos importante en todas la dosificaciones en este ensayo se resalta que metribuzina no es eficiente controlando *Oxalis* sp., *Commelina diffusa*, *Vernonia cognata*, *Richardia brasiliensis* ni *ipomea* sp. (Lopez y Salas 2006).

Los recursos para poder incrementar el desarrollo de la caña en sus primeras etapas se vuelven más amplias gracias a fertilizantes y otras técnicas, esto se debe a que presenta mecanismo fotosintético de tipo C4, por lo tanto, la competencia con malas hierbas en ese momento es más crítico (Procópio *et al.* 2003). La capacidad de competitividad de la caña de azúcar contra las malas hierbas en los primeros estadios es bien baja, los resultados fueron reflejados en el rendimiento de caña maleable y rendimiento en azúcar, en este caso se utilizaron diferentes variedades de caña de azúcar, en este ensayo se concluyó que entre la semana 3 y 12 se debe tener un control puntual para que no haya influencia en los rendimientos (Yirefu *et al.* 2011).

El estudio se enfocó en dos objetivos:

- Evaluar bajo condiciones de campo, en plantío nuevo la eficacia de las formulaciones 2AP 48 SC y Sencor 48 SC[®] (metribuzina) para el control preemergente de malezas en caña de azúcar.
- Evaluar la selectividad de las formulaciones 2AP 48 SC y Sencor 48 SC[®] al cultivo de caña en aplicación preemergente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El experimento se realizó en el lote #14 en el área de horticultura extensiva conocida como zona 3, en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 32 km de Tegucigalpa ubicada en el Valle del Yeguaré, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. El sitio está ubicado a 800 msnm, la precipitación promedio es de 1023 mm, y tiene una temperatura promedio de 23.3 °C.

Preparación del terreno y siembra. Se realizó laboreo de suelo utilizando una rastra pesada, seguido de una rastra liviana para obtener un suelo menos compacto y obtener un mejor desarrollo del sistema radicular de la caña (*Saccharum officinarum*). Se sembró caña de azúcar variedad RB-86-7515 el 17 de junio de 2015, a un distanciamiento de 1.5 m entre hilera, al momento de sembrar se iba haciendo un traslape de la caña. Antes de la siembra ni durante el desarrollo del cultivo se fertilizó.

Los lotes eran de cinco surcos de ancho y 10 m de largo, la distancia entre surcos fue de 1.5 m. La parcela experimental era de 60 m², la parcela útil era de 24 m² ya que solamente se tomaron en cuenta los dos surcos del medio y en cada extremo se dejó 1.0 m de borde (Figura 1).

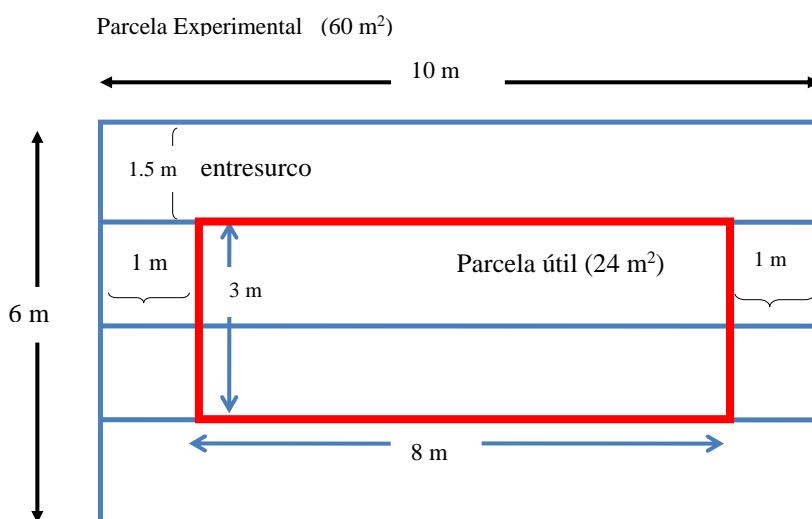


Figura 1. Parcela experimental y parcela útil usada en la evaluación de las formulaciones del herbicida metribuzina en caña de azúcar, lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.

Tratamientos y aplicación. Se aplicaron en preemergencia las formulaciones 2AP 48 SC y Sencor 48 SC[®], en ambas metribuzina es el ingrediente activo. Cada formulación tuvo una dosificación diferente, teniendo un total de cinco tratamientos con el testigo el cual no se aplicó ningún herbicida (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos basados en el ingrediente activo Metribuzina.

Producto Comercial	Ingrediente activo (g/ha)	Producto comercial (L/ha)	Parcelas asignadas
2AP 48 SC	480	1.0	105, 204, 301, 405, 505
2AP 48 SC	720	1.5	102, 201, 303, 401, 504
2AP 48 SC	960	2.0	101, 203, 305, 404, 502
Sencor 48 SC [®]	720	1.5	103, 205, 304, 402, 501
Testigo sin herbicida			104, 202, 302, 403, 503

2AP. Herbicida anónimo.

Los tratamientos se aplicaron el 19 de junio con un equipo de aspersión modelo T de acero inoxidable accionado con CO₂, un aguilón con una boquilla TQ 15005, con una presión de 35 PSI y usando 200 L/ha. La aplicación comenzó a las 5:21 pm con una humedad relativa de 73%, temperatura de 23 °C y velocidad del viento 9 km/h. La aplicación culminó a las 6:14 pm, la humedad relativa era de 79%, la temperatura de 25°C y la velocidad del viento de 3.5 km/h; durante la aplicación no llovió.

Diseño experimental. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con cinco repeticiones y cinco tratamientos. Se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS). Los datos por las evaluaciones se sometieron a un análisis de varianza, en caso de haber diferencias significativas, para la separación entre medias se utilizó la prueba de DMS de Duncan con una probabilidad del $P \leq 0.05$.¹

¹ Mochila modelo T, equipada con contenedor de acero inoxidable de 11.35 L, cilindro de CO₂ de 2.27 kg, regulador de presión y aguilón de una sola boquilla. Fabricado por Bellspray, Inc.; P. O Box 269, Opelousas, LA 70571-0269, Estados Unidos.



Figura 2. Aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC[®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en parcelas experimentales, lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.

Malezas presentes y densidad. Una vez que ocurrió la germinación y emergencia de las malezas, se identificaron las especies presentes en cada lote experimental. Se marcaron dos puntos fijos seleccionados aleatoriamente en cada parcela útil. Se contó el número de plantas de cada especie dentro de un marco de 50 × 50 cm que se colocó dos veces al azar. Estos conteos se realizaron a los 0, 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA).

Control y cobertura de malezas. Estimación visual del porcentaje de control de malezas (gramíneas y hojas anchas) en la parcela útil, a los 15, 30, 45 y 60 (DDA). Para ello, se utilizó una escala de 0 a 100 %; donde 0 = ausencia de control, 100 % = control total. La estimación visual del porcentaje de cobertura de malezas (gramíneas y hojas anchas) en la parcela útil se hizo a los 15, 30, 45 y 60 DDA.

Fitotoxicidad. Se estimó en forma visual el porcentaje de daño a la caña de azúcar comparando el daño en el testigo (sin aplicación de herbicidas) con los lotes aplicados. Se utilizó una escala de 0% a 100%, donde 0% es sin daño al cultivo y 100% es que el cultivo está totalmente dañado (Cuadro 2). Estas evaluaciones fueron efectuadas en las mismas fechas en que se realizaron las evaluaciones de densidad y control de malezas.

Cuadro 2. Escala para evaluar daño al cultivo (Sistema de evaluación de 0 a 100%), tomado de Southern Weed Science Society (1986).

Calificación (%)	Descripción de categorías principales	Descripción detallada
0	Ningún efecto	No hay ningún daño al cultivo
10	Efecto leve	Leve clorosis o retraso en el crecimiento
20		Algo de clorosis y/o retraso en el crecimiento
30		Daño al cultivo más pronunciado pero no duradero
40	Efecto moderado	Daño moderado, el cultivo normalmente se recupera
50		Daño al cultivo más duradero, dudosa recuperación
60		Daño al cultivo duradero, no hay recuperación
70	Efecto severo	Fuerte daño al cultivo y pérdida de plantas
80		Cultivo casi destruido, pocas plantas sobreviven
90		Solo quedan algunas plantas ocasionales del cultivo vivas
100	Efecto completo	Destrucción total del cultivo



Figura 3. Parcelas experimentales, los círculos muestran cuatro testigos de los cinco en el lote 14 perteneciente al área de horticultura extensiva, Zamorano, Honduras.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidades de malezas. El conteo de la población de malezas durante todos los muestreos no fue uniforme, esto se atribuye a que solamente se contaba la población en los dos cuadros seleccionados al azar (cada cuadro era de 0.25 m²) que sumaban 0.50 m². La falta de uniformidad se debió a la falta de lluvia durante el desarrollo del experimento (Figura 4).

Las evaluaciones fueron afectadas por la falta de precipitación. Acorde a los registros de la Unidad de Riego de Zamorano², la precipitación total de junio, julio y agosto fue de 136 mm, lo cual fue muy bajo, a diferencia de otros años para los mismos meses. La precipitación en el 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014 fue de 758, 575, 394, 333 y 399 mm, respectivamente. La lluvia en los tres meses del ensayo fue 18, 23, 35, 41 y 34% de la registrada en el mismo periodo en el 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, respectivamente.

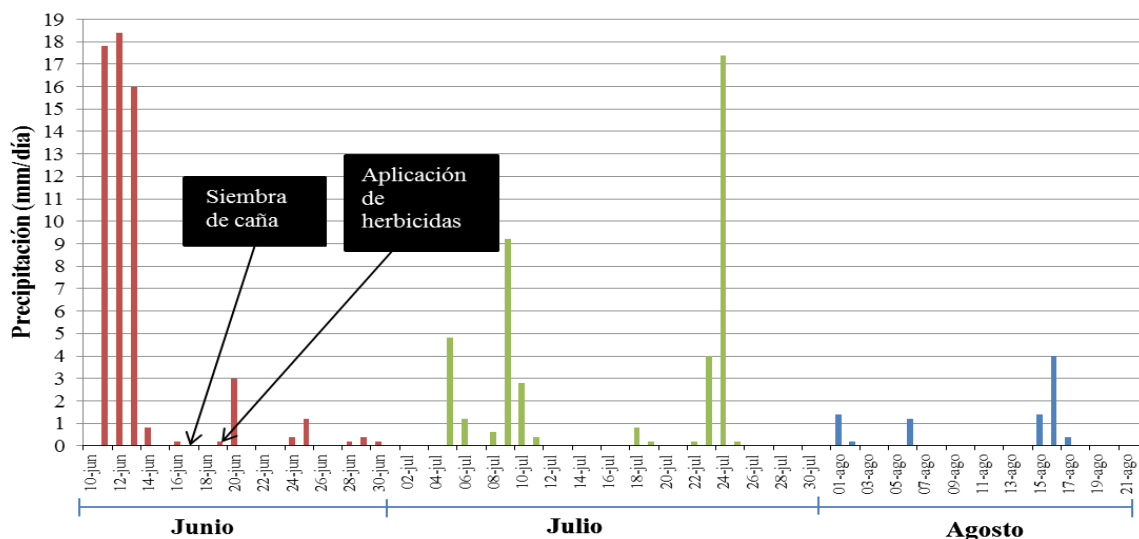


Figura 4. Precipitación diaria desde el 10 de junio hasta el 21 de agosto del año 2015 en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

² Alvarez, F. 2015. Precipitación de los últimos cinco años en los meses junio, julio y agosto. Unidad de maquinaria y riego de EAP Zamorano. Correo electrónico: falvarez@zamorano.edu.

Durante la identificación de malezas de todo el ensayo, las malezas de hojas anchas y ciperáceas presentaron una mayor cantidad de plantas obteniendo 37 y 38% respectivamente, el caso de gramíneas tuvo un 25% del total de malezas contabilizadas.

Se observó una ligera tendencia al aumentar el ingrediente activo en las dosificaciones, ya que presentaron una reducción en la cantidad de malezas, esto ocurrió en todas las semanas de evaluación. A medida que transcurría el tiempo, la cantidad de malezas de los tratamientos aplicados iba alcanzando las cantidades de malezas de los testigos, en especial en la última evaluación (Cuadro 6).

A los 15 DDA el tratamiento con mayor población fue el testigo (112 plantas) y tuvo una población mayor de malezas de hoja ancha (82 plantas). El tratamiento Sencor 48 SC[®] 720 (g/ha) tuvo la menor densidad (24 plantas en 2.5 m²) y tuvo menor número de plantas gramíneas que hoja ancha (7 plantas). El tratamiento 2AP 48 SC a 720 g/ha tuvo la mayor densidad (39 plantas en 2.5 m²) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies y cantidad de malezas presentes en un área de 2.5 m² a los 15 días después de la aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC[®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en el lote 14 perteneciente a Zona 3, Zamorano, Honduras.

Especies de malezas	Herbicidas (i.a. g/ha)				Testigo
	2AP 48 SC			Sencor 48 SC [®]	
	480	720	960	720	
Gramíneas	5	6	11	7	26
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0	0	0	0	1
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	1	1	2	0	0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	1	2	8	4	20
<i>Sorghum halepense</i>	0	2	0	0	0
Desconocida	3	1	1	3	5
Hoja ancha	9	15	9	10	82
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	2	2	0	3	1
<i>Kallstroemia maxima</i>	2	0	0	0	4
<i>Nicandra physalodes</i>	0	0	0	0	3
<i>Amaranthus spinosus</i>	1	0	1	2	21
<i>Bidens pilosa</i>	1	0	1	1	17
<i>Commelina diffusa</i>	3	9	7	3	30
Desconocida	0	4	0	1	6
Ciperáceas					
<i>Cyperus rotundus</i>	19	18	8	7	4
Total	33	39	28	24	112

i.a.= ingrediente activo

Las especies más abundantes a los 15 DDA en los herbicidas fueron: *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus spinosus*, *Bidens pilosa* y *Commelina diffusa*. En total habían cinco especies de gramíneas, siete especies de hoja ancha, una especie de ciperáceas. Hubo 13 plantas gramíneas que no se lograron identificar, y 11 plantas de hoja ancha.

A los 30 DDA el tratamiento que presentó mayor población fue el testigo (367 plantas), tuvo una población mayor de malezas de hoja ancha (250 plantas). El herbicida 2AP 48 SC aplicado a 960 g/ha tuvo la menor densidad (36 plantas en 2.5 m²) y tuvo tres especies de gramíneas y dos de hoja ancha. El herbicida 2AP 48 SC aplicado a 480 g/ha tuvo la mayor densidad con 75 plantas, tuvo dos especies de gramíneas y 5 de hoja ancha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies y cantidad de malezas presentes en un área de 2.5 m² a los 30 días después de la aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC[®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en el lote 14 perteneciente a Zona 3, Zamorano, Honduras.

Especies de malezas	Herbicidas (i.a. g/ha)				Testigo
	2AP 48 SC			Sencor 48 SC [®]	
	480	720	960	720	
Gramíneas	2	7	7	7	104
<i>Echinochloa colona</i>	1	4	2	2	24
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0	0	0	0	1
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	1	1	2	1	0
<i>Eleusine indica</i>	0	0	0	0	3
<i>Digitaria sanguinalis</i>	0	1	3	0	73
<i>Sorghum halepense</i>	0	1	0	0	0
Desconocida	0	0	0	4	3
Hoja ancha	14	3	3	5	250
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	6	1	0	2	108
<i>Kallstroemia maxima</i>	2	0	0	0	6
<i>Emilia fosbergii</i>	0	0	0	0	1
<i>Euphorbia graminea</i>	0	0	0	0	7
<i>Solanum americanum</i>	0	2	0	0	0
<i>Portulaca oleracea</i>	0	0	0	1	8
<i>Nicandra physalodes</i>	0	0	0	0	1
<i>Amaranthus spinosus</i>	2	0	1	1	42
<i>Bidens pilosa</i>	0	0	0	0	43
<i>Commelina diffusa</i>	4	0	2	1	26
Desconocida	1	0	0	0	8
Ciperáceas					
<i>Cyperus rotundus</i>	59	35	26	37	13
Total	75	45	36	49	367

i.a.= ingrediente activo

Las especies más abundantes a los 30 DDA en los cinco tratamientos fueron: *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colona*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Amaranthus spinosus*, *Bidens pilosa* y *Commelina diffusa*. En total habían siete especies de gramíneas, 11 especies de hoja ancha y una especie de ciperáceas. Hubo siete plantas gramíneas que no se logró identificar y nueve de hoja ancha.

A los 45 DDA el tratamiento que presentó mayor población fue el testigo (206 plantas) teniendo una población mayor de malezas de gramíneas (125 plantas). El herbicida 2AP 48 SC aplicado 960 g/ha tuvo la menor densidad (59 plantas en 2.5 m²) y tuvo tres especies de gramíneas y dos de hoja ancha, el herbicida 2AP 48 SC aplicado a 480 g/ha tuvo la mayor densidad con 128 plantas en 2.5 m², teniendo 3 especies de gramíneas y 6 de hoja ancha (Cuadro 5).

Cuadro 5. Especies y cantidad de malezas presentes en un área de 2.5 m² a los 45 días después de la aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC[®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en el lote 14 perteneciente a Zona 3, Zamorano, Honduras.

Especies de malezas	Herbicidas (i.a. g/ha)			Sencor 48 SC [®]	Testigo
	2AP 48 SC	960	720		
	480	720	960	720	
Gramíneas	9	19	18	18	81
<i>Paspalum conjugatum</i>	4	14	11	14	44
<i>Echinochloa colona</i>	1	0	0	1	4
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0	0	0	0	1
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	0	4	4	1	1
<i>Eleusine indica</i>	0	0	0	0	1
<i>Digitaria sanguinalis</i>	4	1	3	2	30
Hoja ancha	15	8	2	15	125
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	8	4	0	9	56
<i>Kallstroemia maxima</i>	2	0	0	1	3
<i>Emilia fosbergii</i>	0	0	0	0	1
<i>Euphorbia graminea</i>	1	0	0	1	3
<i>Solanum americanum</i>	1	0	0	1	1
<i>Galinsoga urticaefolia</i>	0	0	0		1
<i>Portulaca oleracea</i>	0	0	0	1	3
<i>Nicandra physalodes</i>	0	1	0		4
<i>Amaranthus spinosus</i>	1	1	1	1	22
<i>Commelina diffusa</i>	2	0	1	1	9
<i>Bidens pilosa</i>	0	2	0	0	22
Ciperáceas					
<i>Cyperus rotundus</i>	104	60	39	56	0
Total	128	87	59	89	206

i.a.= ingrediente activo

Las especies más abundantes a los 45 DDA en los cinco tratamientos fueron: *Digitaria sanguinalis*, *Paspalum conjugatum*, *Amaranthus spinosus* y *Bidens pilosa*. En total habían seis especies de gramíneas, 11 especies de hoja ancha y una especie de ciperáceas.

A los 60 DDA el tratamiento con mayor población fue el testigo (167 plantas) teniendo una población mayor de malezas de hoja ancha (122 plantas). El herbicida 2AP 48 SC aplicado a 960 g/ha tuvo la menor densidad (53 plantas en 2.5 m²), tuvo 3 especies de gramíneas y dos de hoja ancha, el herbicida 2AP 48 SC aplicado a 720 g/ha tuvo la mayor densidad (111 plantas en 2.5 m²), tuvo 3 especies de gramíneas y 3 de hoja ancha (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies y cantidad de malezas presentes en un área de 2.5 m² a los 60 días después de la aplicación de las formulaciones Sencor 48 SC[®] y 2AP 48 SC del herbicida metribuzina en el lote 14 perteneciente a Zona 3, Zamorano, Honduras.

Especies de malezas	Herbicidas (i.a. g/ha)				Testigo
	2AP 48 SC		Sencor 48 SC [®]		
	480	720	960	720	
Gramíneas	11	18	12	22	40
<i>Paspalum conjugatum</i>	3	13	7	16	4
<i>Echinochloa colona</i>	2	0	0	1	3
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0	0	0	0	1
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	1	4	2	2	2
<i>Digitaria sanguinalis</i>	5	1	3	3	29
<i>Ixophorus unisetus</i>	0	0	0	0	1
Hoja ancha	16	10	3	18	122
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	10	8	0	10	68
<i>Kallstroemia maxima</i>	1	0	0	2	3
<i>Solanum americanum</i>	0	1	0	0	0
<i>Euphorbia graminea</i>	0	0	0	0	5
<i>Galinsoga urticaefolia</i>	0	0	0	0	1
<i>Nicandra physalodes</i>	0	0	0	0	4
<i>Amaranthus spinosus</i>	1	0	1	5	15
<i>Commelina diffusa</i>	4	1	2	1	7
<i>Bidens pilosa</i>	0	0	0	0	19
Ciperáceas					
<i>Cyperus rotundus</i>	66	83	38	32	5
Total	93	111	53	72	167

i.a. = ingrediente activo

Las especies más abundantes a los 60 DDA fueron: *Digitaria sanguinalis*, *Paspalum conjugatum*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Amaranthus spinosus*, *Bidens pilosa* y

Commelina diffusa. En total habían seis especies de gramíneas, nueve especies de hoja ancha, una especies de ciperáceas.

Evaluación del control de gramíneas. En ninguna evaluación hubo diferencia estadística entre los herbicidas y dosis, pero comparando con el testigo si hubo diferencia significativa (Cuadro 7). Las dosis aplicada de 2AP 48 SC (g/ha) no tuvieron significancia en el control de malezas, ya que al aplicar 480, 720 y 960 g/ha de 2AP 48 SC no hubo diferencia en el porcentaje de control de gramíneas en ninguna de las semanas, así mismo el Sencor 48 SC[®] con una dosis de 720 g/ha tampoco presentó diferencia con ninguna de las dosis de 2AP 48 SC.

Cuadro 7. Porcentaje del control de malezas gramíneas a los 15, 30, 45 y 60 DDA en el lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.

Herbicidas	Ingrediente activo (g/ha)	Días después de la aplicación			
		15	30	45	60
2AP 48 SC	480	91 b [§]	89 b	70 b	40 b
2AP 48 SC	720	93 b	93 b	73 b	47 b
2AP 48 SC	960	91 b	93 b	80 b	51 b
Sencor 48 SC [®]	720	91 b	89 b	79 b	53 b
Testigo sin herbicida	0	0 a	0 a	0 a	0 a
Probabilidad		<.0001	<.0001	<.0001	0.0001
CV (%)		4.1	4.5	13.5	34.8

[§] Medias en la misma columna con letras diferentes indican que hubo diferencias significativas

En todos los tratamientos, el control de malezas disminuyó más de lo esperado al pasar el tiempo. A los 15 DDA el control era de 91 a 93% y en la semana 9 entre 40 y 53%. Esto se debe a que el ingrediente activo metribuzina tiene mejor efectividad en malezas de hoja ancha. Además la precipitación (Figura 4) a los 45 y 60 DDA aumentó dándole mejores condiciones que favorecieron su crecimiento. La concentración de metribuzina pudo disminuir ya que este ingrediente activo es muy móvil y se pudo dispersar en todo el perfil del suelo (Ahrens 1994).

Evaluación de cobertura de gramíneas. En las evaluaciones de los 15 y 30 DDA, la mayor cobertura de gramíneas fue en el testigo y hubo diferencia significativa entre este y las parcelas aplicadas. En las evaluaciones de los 45 y 60 DDA no hubo datos estadísticamente significativos ya que la probabilidad fue $P > 0.05$.

Cuadro 8. Porcentaje de la cobertura de malezas gramíneas a los 15, 30, 45 y 60 DDA en el lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.

Herbicidas	Ingrediente activo (g/ha)	Días después de la aplicación			
		15	30	45	60
2AP 48 SC	480	5 b [§]	9 b	27 a	33 a
2AP 48 SC	720	5 b	5 b	26 a	29 a
2AP 48 SC	960	6 b	6 b	16 a	26 a
Sencor 48 SC [®]	720	5 b	8 b	15 a	24 a
Testigo sin herbicida	0	18 a	25 a	26 a	20 a
Probabilidad		<.0001	<.0001	0.1787	0.6771
CV (%)		18.2	31.1	40.3	45.4

[§] Medias en la misma columna con letras diferentes indican que hubo diferencias significativas

Evaluación del control de hoja ancha. En ninguna evaluación hubo diferencia estadística entre los herbicidas y dosis, comparado en relación al testigo, este tuvo diferencia significativa con todos los tratamientos (Cuadro 9). A los 30 DDA hubo diferencia estadística entre 2AP 48 SC con 720 (g/ha) y los tratamientos 2AP 48 SC con 420 (g/ha) y Sencor 48 SC[®] con 720 (g/ha), pero 2AP 48 SC con 720 (g/ha) no fue diferente a 2AP 48 SC con 960 (g/ha). El herbicida Sencor 48 SC[®] con 720 (g/ha) no tuvo diferencia estadística con los herbicidas 2AP 48 SC con 960 (g/ha) ni 2AP 48 SC con 480 (g/ha).

A los 45 DDA hubo diferencia estadística entre 2AP 48 SC aplicado a 960 g/ha y 2AP 48 SC aplicado a 480 g/ha, pero el herbicida 2AP 48 SC con 960 g/ha no fue diferente estadísticamente a los tratamientos con Sencor 48 SC[®] a 720 g/ha ni 2AP 48 SC con 720 g/ha. En las evaluaciones de los 15 y 60 DDA después tuvieron diferencia estadística entre los 30 y 45 DDA para el tratamiento de 2AP 48 SC con 480 g/ha.

Cuadro 9. Porcentaje del control de malezas hoja ancha a los 15, 30, 45 y 60 DDA en el lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.

Herbicidas	Ingrediente activo (g/ha)	Días después de la aplicación			
		15	30	45	60
2AP 48 SC	480	91 b [§]	91 c	81 c	70 b
2AP 48 SC	720	92 b	96 b	88 bc	78 b
2AP 48 SC	960	90 b	94 bc	90 b	82 b
Sencor 48 SC [®]	720	90 b	90 c	87 bc	76 b
Testigo sin herbicida	0	0 a	0 a	0 a	0 a
Probabilidad		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
CV (%)		5.6	4.4	7.9	17.2

[§] Medias en la misma columna con letras diferentes indican que hubo diferencias significativas

En todos los tratamientos, el control de malezas disminuyó a través del tiempo. A los 15 DDA el control estaba de 90 a 92%, en la semana 9 bajó entre 70 a 82% (Cuadro 9). El control de malezas no disminuyó tanto a diferencia del control de gramíneas porque el ingrediente activo metribuzina es más eficiente en el control de hoja ancha.

Evaluación de la cobertura de hoja ancha. En todas las evaluaciones, la mayor cobertura de hoja ancha se dio en el testigo y hubo diferencia significativa entre este y las parcelas aplicadas en todas las semanas después de aplicación. A los 15 y 60 DDA se tuvo la misma diferencia estadística entre el testigo y las parcelas aplicadas con herbicidas, a los 30 DDA hubo diferencia estadística entre Sencor 48 SC[®] a 720 g/ha y las parcelas aplicadas con 2AP 48 SC a 720 g/ha y 2AP 48 SC a 960 g/ha, la que tuvo menor cobertura fue 2AP 48 SC a 720 g/ha pero no fue diferente a la parcela aplicada con 2AP 48 SC a 960 g/ha (Cuadro 10).

La evaluación a los 45 DDA el testigo fue diferente estadísticamente a todas las parcelas aplicadas, pero la que presento menor cobertura fue el tratamiento con 2AP 48 SC con 960 g/ha, pero al mismo tiempo esta no fue diferente estadísticamente a los tratamientos 2AP 48 SC con 720 g/ha y Sencor 48 SC[®] con 720 g/ha (Cuadro 10).

Cuadro 10. Porcentaje de cobertura de malezas hoja ancha a los 15, 30, 45 y 60 DDA en el lote 14, Zona 3, Zamorano, Honduras.

Herbicidas	Ingrediente activo (g/ha)	Días después de la aplicación			
		15	30	45	60
2AP 48 SC	480	6 b [§]	10 bc	17 b	23 b
2AP 48 SC	720	6 b	4 d	13 cb	20 b
2AP 48 SC	960	6 b	6 cd	10 c	17 b
Sencor 48 SC [®]	720	6 b	11 b	15 cb	19 b
Testigo sin herbicida	0	22 a	72 a	74 a	80 a
Probabilidad		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
CV (%)		24.3	16.7	15.1	37.2

[§] Medias en la misma columna con letras diferentes indican que hubo diferencias significativas

En los tratamientos que recibieron aplicación de herbicidas, la cobertura de malezas fue aumentando a través del tiempo. A los 15 DDA fue de 6%, a los 60 DDA la cobertura de subió entre 17 y 23% (Cuadro 10). El testigo fue aumentado considerablemente, a los 15 DDA tuvo 22% y a los 60 DDA tuvo un 80% de cobertura. Esta gran diferencia entre el testigo y parcelas aplicadas se dio porque ingrediente activo metribuzina es más selectivo a las malezas de hoja ancha. Posiblemente la competencia entre hoja ancha sobre gramíneas fue mayor presentaron una mayor tasa de crecimiento, factor importante a considerar fue la interferencia entre plantas (Pitty 1997).

Fitotoxicidad. En ninguna de las evaluaciones hubo fitotoxicidad a la caña de azúcar. Lo que indica que las formulaciones 2AP 48 SC a 480, 720 y 960 g/ha de ingrediente activo, y Sencor 48 SC® a 720 g/ha de ingrediente activo son inofensivas al cultivo de caña de azúcar; esto es porque existe tolerancia en la caña de azúcar hacia el ingrediente activo metribuzina (Ara *et al.* 2013). Este comportamiento ha sido reportado en otras investigaciones; usando concentraciones de 3.4, 2.7 y 2.1 kg/ha de ingrediente activo no se mostró fitotoxicidad (White y Richard 1995). Sin embargo, teniendo en cuenta que metribuzina es una triazina, podría ocurrir fitotoxicidad en cualquier otra variedad de caña de azúcar (Smith *et al.* 2008).

CONCLUSIONES

- Las formulaciones del herbicida metribuzina (2AP 48 SC y Sencor 48 SC[®]) a las dosis utilizadas, fueron eficientes en el control de hoja ancha. En todas las evaluaciones, el control de gramíneas fue menos efectivo comparado con las hojas anchas durante los días de evaluación.
- No hubo fitotoxicidad en la caña de azúcar con ninguna de las formulaciones (2AP 48 SC y Sencor 48 SC[®]) ni las dosis evaluadas.

4. RECOMENDACIONES

- Estudiar el rendimiento y costos de producción en caña de azúcar usando metribuzina en control preemergente de malezas.
- No aplicar herbicida preemergente en caña de azúcar en verano ya que la precipitación es bien baja y no hay competencia entre malezas y cultivo.

5. LITERATURA CITADA

Ahrens, W.H. 1994. *Herbicide Handbook*. Weed Science Society of America. Champaign, IL. 352 p.

Ara, B., J. Shah, R. Jan y M. Muhammad. 2013. Spectrophotometric determination of metribuzin herbicide with p-dimethylamino-benzaldehyde using factorial designs for optimization of experimental variables (en línea). Consultado 3 de octubre de 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319610313000392>

Baily, G.W. y J.L. White. 1970. Factors influencing the adsorption, desorption, and movement of organic pesticides by soil colloids, with implications concerning pesticides bioactivation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 12:324-332.

Barela, J. y P. Christoffoleti. 2006. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência da cultura da cana-de-açúcar (rb 867515) tratada com nematicidas. *Planta Daninha* 24(2): 371-378.

Base SAS® 9.3 TS1M2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Bayer Crop Science. 2014. Sencor 70 WP. (en línea) Consultado 20 de Septiembre de 2015. Disponible en:
http://www.bayercropscienceca.com/contenido.php?id=163&id_prod=38

Esqueda, V. 2005. Efecto de herbicidas sobre plantas y semillas de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W. Clayton, en caña de azúcar. *Agronomía Mesoamericana* 16(1): 45-50.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. (en línea) Consultado el 20 de septiembre de 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-t1147s/t1147s00.htm#Contents>

INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2012. Sistema de consulta de plaguicidas. (en línea). Consultado 16 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/busquedas.html>

Jensen, K.I., G.R. Stephenson y L.A. Hunt. 1977. Detoxification of atrazine in three gramineae subfamilies. *Weed Science* 25: 212-220.

López, H. y P. Salas. 2006. Evaluación de la fitotoxicidad del herbicida metribuzin en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y su eficacia en el control de malezas. *Investigación Agraria* 8(2): 29-37.

Pitty, A 1997. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Honduras 49 p.

Procópio, S.O., A. Silva, L. Vargas y F.A. Ferreira. 2003. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de- açúcar. Viçosa, p 150.

Singh, M. U.S. Walia, S. Surjit, S. Megh y J. Amit. 2012. Control of Morningglories (*Ipomoea* spp.) in Sugarcane (*Saccharum* spp.). *Weed Technology* 26(1):77-82.

Smith, D., E. Richard y L. Santo. 2008. Weed Control in Sugarcane and the Role of Triazine Herbicides (en línea). Consultado 3 de octubre de 2015. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/B9780444511676500180/3-s2.0-B9780444511676500180-main.pdf?_tid=2cf92824-69e2-11e5-91b2-00000aab0f26&acdnat=1443885764_a018f27c87e0eaff17edfdacd7c47a53

Southern Weed Science Society. 1986. Research methods in weed science. 3rd Ed. Edited by N. D. Camper. Champaign, Illinois, USA. 406 p.

Yirefu, F., T. Tana, A. Tafesse y Y. Zekarias. 2011. Competitive ability of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivars to weed interference in sugarcane plantations of Ethiopia, Ethiopia, 138-143.

Weimer, M.R., B.A. Swisher y K.E Vogel. 1988. Metabolism as a basis for differential atrazine tolerance in warm-season forage grasses. *Weed Science* 36: 436-440.

White, W.H. y E.P. Richard. 1995. Sugarcane recovery from spring stand losses associated with simulated insect feeding as influenced by soil-applied herbicides. *Crop Protection* 14: 483-48.