

NOTA TÉCNICA

EFECTO DEL ACEITE MINERAL AGRATEX-HE EN EL CONTROL DE MALEZAS EN CAÑA DE AZÚCAR ¹

Valentín Alberto Esqueda-Esquivel²

RESUMEN

Efecto del aceite mineral Agratex-HE en el control de malezas en caña de azúcar. Se condujo un experimento de evaluación del aceite mineral Agratex-HE con el objeto de determinar su efectividad como coadyuvante de la mezcla de los herbicidas ametrina + 2,4-D y su toxicidad a la caña de azúcar, durante el ciclo primavera-verano 2001, en una siembra comercial de caña de azúcar de la variedad Q-96. El experimento se estableció en Tolome, en el estado de Veracruz, México. Se evaluaron siete tratamientos: Agratex-HE a 1,5; 2 y 2,5 l por 100 l de agua, con ametrina + 2,4-D a 1225 + 650 g i.a./ha, Agratex-HE a 7,5 l en 100 l de agua sin herbicida, Agridex a 2,5 l en 100 l de agua con ametrina + 2,4-D a 1.225 + 650 g i.a./ha, ametrina + 2,4-D a 1225 + 650 g i.a./ha sin coadyuvante y un testigo sin coadyuvante y sin herbicida. Se utilizó el diseño estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones. El control de las malezas gramíneas *Leptochloa mucronata* y *Urochloa fasciculata* y la toxicidad a la caña de azúcar se evaluaron a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA). Los resultados indicaron que la adición de Agratex-HE a 2 o 2,5 l por 100 l de agua a la mezcla de ametrina + 2,4-D incrementó el control de *L. mucronata* y *U. fasciculata*, y que a la dosis de 2,5 l en 100 l de agua tuvo un efecto igual o mejor que el Agridex a la misma dosis. Ambos tratamientos incrementaron ligeramente la toxicidad ocasionada por los herbicidas a la caña de azúcar, pero ésta desapareció a los 45 DDA.

Palabras claves: *Saccharum officinarum*, *Urochloa fasciculata*, *Leptochloa mucronata*, Agridex, toxicidad.

ABSTRACT

Effect of the mineral oil Agratex-HE on the control of weeds in sugarcane. An experiment was carried out in a sugarcane commercial plot planted with the Q-96 variety, during the 2001 Spring-Summer growing cycle. The objectives of the field trial were to determine the effectiveness of Agratex-HE, used as an adjuvant of the mixture of ametryne + 2,4-D and its toxicity to the sugarcane. The experiment was established in Tolome, in the state of Veracruz, Mexico. Seven treatments were evaluated: Agratex-HE at 1,5; 2 and 2,5 l per 100 l of water, with ametryne + 2,4-D at 1225 + 650 g a.i./ha, Agratex-HE at 7,5 l per 100 l of water without herbicide, Agridex at 2,5 l per 100 l of water with ametryne + 2,4-D at 1225 + 650 g a.i./ha, ametryne + 2,4-D at 1225 + 650 g a.i./ha without adjuvant and a check without adjuvant or herbicide. A randomized complete block design with four replications was used. Control of the grass weeds *Leptochloa mucronata* and *Urochloa fasciculata* and the toxicity to the sugarcane were evaluated at 15, 30 and 45 days after treatment application (DAT). The results indicated that adding Agratex-HE at 2 or 2,5 l per 100 l of water to ametryne + 2,4-D increased the control of *L. mucronata* and *U. fasciculata*, and that at 2,5 l per 100 l of water had an equal or better effect than Agridex at the same rate. A small increase in the toxicity to the sugarcane was observed with both treatments, but the injuries disappeared at 45 DDT.

Key words: *Saccharum officinarum*, *Urochloa fasciculata*, *Leptochloa mucronata*, Agridex, toxicity.



¹ Recibido: 8 de mayo, 2006. Aceptado: 18 de enero, 2008. Este trabajo es parte del Convenio de Investigación del Programa de Maleza y su Control del Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP

² Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. Km. 34 Carr. Veracruz-Córdoba. Apdo. Postal 429, 91700, Veracruz, Ver., México. Correo electrónico: esqueda.valentin@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Veracruz se tiene una superficie sembrada con caña de azúcar de alrededor de 220.000 ha, siendo el principal productor de esta gramínea en la República Mexicana (Esqueda 1999). Uno de los principales factores que pueden limitar la producción de este cultivo, es la competencia que ejercen las malezas por agua, luz y nutrientes, lo cual se refleja como una disminución en el número de tallos y el rendimiento de campo (Díaz y Masson 1996, Kuva *et al.* 2003).

Para evitar los efectos nocivos de las malezas, es necesario tener un control oportuno y eficiente de las mismas (Morales 1987). Actualmente, la aplicación de herbicidas es el método más común de controlar las malezas en las plantaciones de caña de azúcar (Esqueda *et al.* 2001). Entre los herbicidas más utilizados en México, se encuentran la ametrina y el 2,4-D, que normalmente se aplican en postemergencia (Esqueda 1999).

La efectividad de los herbicidas postemergentes, depende en gran medida de su absorción y translocación a los sitios de acción, para lo cual es muy importante, que éstos sean distribuidos uniformemente en la superficie foliar de las malezas y sean absorbidos y translocados en cantidades suficientes a los sitios de acción (Ramsey *et al.* 2006). Para lograr lo anterior, al aplicar los herbicidas postemergentes normalmente se añade un coadyuvante, con lo que se retiene una mayor cantidad de la solución aplicada en la superficie foliar, su distribución es más homogénea y se reducen las pérdidas por factores climatológicos adversos como vientos o temperaturas altas (Jordan y Burns 1997, Pline *et al.* 1999, Strahan *et al.* 2000; Bellinder *et al.* 2003). Sin embargo, los coadyuvantes pueden reducir la selectividad de los herbicidas a los cultivos, al incrementar la retención y absorción de los mismos (Peterson *et al.* 2001).

En el mercado nacional existen varios tipos de coadyuvantes, con diferentes características, los cuales son cada vez más utilizados por los agricultores. El Agratex-HE pertenece a la familia de aceites parafínicos altamente refinados y está formulado como una solución concentrada de aceite mineral puro + emulsificante y tiene 888 g de aceite mineral puro por litro. Actúa como coadyuvante, adherente y penetrante

de herbicidas y es utilizado en diferentes países en mezcla con herbicidas en el cultivo de caña de azúcar. En México, se pretende comercializar este producto, por lo cual es necesario evaluarlo experimentalmente, para determinar si puede ser utilizado con seguridad, como un coadyuvante para la aplicación de herbicidas en el cultivo de caña de azúcar. Por lo anterior, se estableció un experimento con objeto de cuantificar la efectividad del Agratex-HE como un coadyuvante de la mezcla de ametrina + 2,4-D para controlar malezas en caña de azúcar y determinar si este aceite mineral produce efectos fitotóxicos en este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 45 días se condujo un experimento en Toluca, mpio. de Paso de Ovejas, Veracruz, México, en una parcela con socas de caña de azúcar de la variedad Q-96. El tipo de clima de la localidad es Am(f)(i'), que corresponde a cálido húmedo con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor a 5% (García 1987). Se evaluaron siete tratamientos (Cuadro 1), en

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados. Toluca, Veracruz, México. Ciclo P-V 2001.

No.	Coadyuvante	Herbicida (g i.a./ha)
1	Agratex-HE (1,5 l en 100 l de agua)*	ametrina + 2,4-D (1.225 + 650)
2	Agratex-HE (2,0 l en 100 l de agua)	ametrina + 2,4-D (1.225 + 650)
3	Agratex-HE (2,5 l en 100 l de agua)	ametrina + 2,4-D (1.225 + 650)
4	Agratex-HE (7,5 l en 100 l de agua)	-
5	Agri-dex (2,5 l en 100 l de agua)**	ametrina + 2,4-D (1.225 + 650)
6	Sin coadyuvante	ametrina + 2,4-D (1.225 + 650)
7	Testigo absoluto (sin coadyuvante y sin herbicida)	

* Por simplicidad, en el resto del texto se indicará únicamente la cantidad de coadyuvante añadida, sin mencionar el volumen de agua.

** Utilizado como testigo regional.

un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por cuatro surcos de 7 m de longitud y 1,2 m de separación (33,6 m²).

Los tratamientos se aplicaron el 29 de agosto de 2001, cuando la caña de azúcar tenía una altura promedio de 90 cm y la altura de las malezas gramíneas fluctuaba entre 15 y 20 cm. Se utilizó una aspersora motorizada de mochila, equipada con cuatro boquillas Tee jet 8003, que proporcionó un volumen de aspersión equivalente a 275 l/ha.

La densidad de población de malezas se determinó al momento de la aplicación de los tratamientos, realizando conteos en el interior de un cuadrante de 0,5 x 0,5 m, el cual fue lanzado al azar en cada una de las parcelas correspondientes a los testigos absolutos.

Las evaluaciones de control de malezas y toxicidad a la caña de azúcar se realizaron en forma visual a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA), utilizando en ambos casos la escala de 0 a 100% (Esqueda 1999, Esqueda *et al.* 2001).

Para homogenizar las varianzas, los datos experimentales de porcentaje de control de malezas fueron transformados a su valor de arco seno por raíz cuadrada del porcentaje, y los de toxicidad a la caña de azúcar a su raíz cuadrada (Gomez y Gomez 1984). Los análisis de varianza se efectuaron con los datos transformados y como prueba de separación de medias se utilizó Tukey al 0,05. Aún cuando los análisis de varianza y las pruebas de separación de medias se efectuaron con datos transformados, por motivos de claridad, los porcentajes de control de malezas se presentan con los datos originales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al momento de la aplicación de los tratamientos, la densidad de población de las malezas era de 590.000 plantas/ha. Las especies dominantes fueron el zacate cola de zorra [*Leptochloa mucronata* (Michx.) Kunth] y el zacate carricillo [*Urochloa fasciculata* (Sw.) R. Webster], dos gramíneas anuales, que en conjunto ocuparon el 76,3% de la población total de malezas.

Exceptuando a los tratamientos 4 y 7, en que no se aplicó herbicida, a los 15 DDA, el control más bajo de *L. mucronata* se obtuvo con el tratamiento en que la mezcla de ametrina + 2,4-D fue aplicada sin la adición de coadyuvantes. Sin embargo, de acuerdo al análisis estadístico, el control que tuvo este tratamiento, fue semejante al control obtenido cuando a la mezcla herbicida se le añadieron 2,5 l de Agridex o 1,5 y 2 l de Agratex-HE. A su vez, el mayor control de *L. mucronata* se obtuvo cuando a ametrina + 2,4-D se le agregaron 2,5 l de Agratex-HE, aunque estadísticamente este control fue semejante a los controles obtenidos por cualquiera de los tratamientos en que se adicionó Agridex o Agratex-HE (Cuadro 2). A los 30 DDA, el control más alto de *L. mucronata* se obtuvo con el tratamiento en que a ametrina + 2,4-D se le añadieron 2,5 l de Agratex-HE, siendo superior al resto de los tratamientos. En esta época los controles obtenidos cuando se añadió Agridex a 2,5 l o Agratex-HE a 2 l, fueron estadísticamente semejantes entre sí. Por su parte, al añadir Agratex-HE a 1,5 l, se incrementó el control de esta especie en 5%, respecto a la aplicación de ametrina + 2,4-D sin coadyuvante (Cuadro 2). Finalmente a los 45 DDA, el mayor control de *L. mucronata* se obtuvo cuando a ametrina + 2,4-D se le agregó Agratex-HE a 2 y 2,5 l, así como cuando se añadió Agridex a 2,5 l. A su vez, agregar Agratex-HE a 1,5 l no aumentó significativamente el control de esta maleza (Cuadro 2).

El mayor control de *U. fasciculata* a los 15 DDA, se obtuvo cuando a la mezcla de ametrina + 2,4-D se le añadieron 2,5 l de Agratex-HE, sin embargo, también fueron estadísticamente semejantes a este tratamiento, los controles obtenidos cuando se añadieron 2 l de Agratex-HE o 2,5 l de Agridex. Por su parte, agregar 1,5 l de Agratex-HE, no fue suficiente para aumentar significativamente el control de *U. fasciculata* con respecto al control obtenido con la aplicación de ametrina + 2,4-D sin coadyuvante (Cuadro 3). A los 30 DDA, el control de *U. fasciculata* obtenido por los diferentes tratamientos fue muy semejante al que se observó a los 15 DDA, de tal manera, que los tratamientos con los mejores controles de esta maleza, fueron los mismos en ambas épocas de evaluación. De la misma manera, añadir 1,5 l de Agratex-HE no aumentó significativamente el control de *U. fasciculata* con respecto al control del ametrina + 2,4-D solo (Cuadro 3).

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos en el control de *Leptochloa mucronata* a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (DDA). Tolome, Veracruz, México. Ciclo P-V 2001.

No.	Tratamientos	Control (%)		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
1	Agratex-HE (1,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	86,3 ab	87,5 c	81,3 bc
2	Agratex-HE (2 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	91,3 ab	91,3 b	90,0 ab
3	Agratex-HE (2,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	93,8 a	93,8 a	92,5 a
4	Agratex-HE (7,5 l en 100 l de agua)	0,0 c	0,0 e	0,0 d
5	Agridex (2,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	91,3 ab	90,0 b	88,8 ab
6	Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	85,0 b	82,5 d	76,3 c
7	Testigo absoluto	0,0 c	0,0 e	0,0 d

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos, de acuerdo a la prueba de Tukey 0,05. Las comparaciones son entre tratamientos para cada época de evaluación.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en el control de *Urochloa fasciculata* a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (DDA). Tolome, Veracruz, México. Ciclo P-V 2001.

No.	Tratamientos	Control (%)		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
1	Agratex-HE (1,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	86,3 b	83,8 bc	80,0 bc
2	Agratex-HE (2 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	91,3 ab	91,3 ab	87,5 ab
3	Agratex-HE (2,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	93,8 a	93,8 a	91,3 a
4	Agratex-HE (7,5 l en 100 l de agua)	0,0 c	0,0 d	0,0 d
5	Agridex (2,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	91,3 ab	91,3 ab	90,0 a
6	Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	85,0 b	82,5 c	75,0 c
7	Testigo absoluto	0,0 c	0,0 d	0,0 d

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos, de acuerdo a la prueba de Tukey 0,05. Las comparaciones son entre tratamientos para cada época de evaluación.

Al igual que con *L. mucronata*, a los 45 DDA, los mejores controles de *U. fasciculata* se obtuvieron al añadir Agratex-HE a 2 y 2,5 l o Agridex a 2,5 l. A su vez, al agregar la dosis menor de Agratex-HE, el control de esta maleza se incrementó en 5%, respecto al control que se observó con ametrina + 2,4-D sin coadyuvante, aunque no hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos (Cuadro 3).

La información de los Cuadros 2 y 3 indica que añadir un coadyuvante a la mezcla formulada de ametrina + 2,4-D puede incrementar el control de *L. mucronata* y *U. fasciculata* en más de 10% a los 30 DDA y de 15% a los 45 DDA. En concordancia con lo anterior, Robles y Figuerola (1997), reportaron incrementos en el control de *U. fasciculata* y *Sorghum halepense* con ametrina + 2,4-D, con la adición de

un aceite mineral como coadyuvante. Es importante recalcar que debe seleccionarse el coadyuvante adecuado para cada herbicida o especie de maleza, pues una elección incorrecta, puede resultar en controles deficientes o nulos (Curran *et al.* 1999).

A los 15 DDA, se observaron daños de toxicidad en el follaje de las plantas de caña de azúcar que fueron tratadas con ametrina + 2,4-D (tratamientos 1, 2, 3, 5 y 6). Los daños consistieron en una ligera necrosis en las puntas y bordes de las hojas que se encontraban más expuestas al momento de la aplicación de los tratamientos antes indicados. La mayor toxicidad se observó en las parcelas en que a la mezcla herbicida se le adicionó Agridex a 2,5 l o Agratex-HE a 2 y 2,5 l, aunque los valores fueron bajos y solamente abarcaron entre 5,5 y 7,3% del área foliar total. A su vez, la menor toxicidad fue ocasionada en las plantas tratadas con ametrina + 2,4-D sin coadyuvante, siendo estadísticamente semejante a la toxicidad ocasionada por este herbicida cuando se le adicionaron 1,5 l de Agratex-HE. Por otra parte, el Agratex-HE aplicado a 7,5 l, no ocasionó toxicidad al follaje de las plantas de

caña de azúcar (Cuadro 4). Entre los 15 y 30 DDA, el área foliar en que se observaban síntomas de toxicidad, disminuyó sensiblemente en todos los casos, y a los 45 DDA, la toxicidad prácticamente había desaparecido en todos los tratamientos, siendo el área necrótica menor al 1% del área foliar total (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

La adición de un coadyuvante al herbicida ametrina + 2,4-D incrementó el control de *L. mucronata* y *U. fasciculata*. La mezcla de ametrina + 2,4-D tuvo los mejores controles de estas malezas al agregarle Agratex-HE en dosis de 2 y 2,5 l en 100 l de agua, o Agridex a 2,5 l en 100 l de agua. El Agratex-HE a 2,5 l en 100 l de agua tuvo un efecto coadyuvante igual o mejor que el Agridex a la misma dosis. El Agratex-HE y Agridex incrementaron la toxicidad de la mezcla de ametrina + 2,4-D a la caña de azúcar, pero los síntomas prácticamente desaparecieron a los 45 DDA. El Agratex-HE por sí mismo, no ocasionó toxicidad a la caña de azúcar.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en la toxicidad a la caña de azúcar variedad Q-96 a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (DDA). Tolome, Veracruz, México. Ciclo P-V 2001.

No.	Tratamientos	Toxicidad (%)		
		15 DDA	30 DDA	45 DDA
1	Agratex-HE (1,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	5,0 bc	2,3 bc	< 1
2	Agratex-HE (2 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	5,5 abc	3,0 ab	< 1
3	Agratex-HE (2,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	6,8 ab	3,8 a	< 1
4	Agratex-HE (7,5 l en 100 l de agua)	0,0 d	0,0 d	0,0
5	Agridex (2,5 l en 100 l de agua) Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	7,3 a	4,5 a	< 1
6	Ametrina + 2,4-D (1.225 + 650 g/ha)	4,3 c	1,5 c	< 1
7	Testigo absoluto	0,0 d	0,0 d	0,0

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos, de acuerdo a la prueba de Tukey 0,05. Las comparaciones son entre tratamientos para cada época de evaluación.

LITERATURA CITADA

- Bellinder, RR; Arsenovic, M; Shah, DA; Rauch, BJ. 2003. Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon. *Weed Sci.* 51: 1016-1021.
- Curran, WS; McGlamery, MD; Liebl, RA; Lingenfelter, DD. 1999. Adjuvants for enhancing herbicide performance. *Agronomy Facts* 37. Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. 8 p.
- Díaz, CJT; Masson, CG. 1996. Evaluación de flazasulfurón 25 GDA en el control de maleza en el cultivo de caña de azúcar, La Pesca, Ver. México, 1996. *In: ASOMECIMA* ed. Memoria XVII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Ixtapa-Zihuatanejo, Gro., México. p. 69.
- Esqueda, VA. 1999. Control de malezas en caña de azúcar con clomazone y ametrina. *Agron. Mesoamericana* 10: 23-30.
- Esqueda, VA; Altamirano, L; Hernández, Y; López, A. 2001. Evaluación de la mezcla ametrina + clomazone en caña de azúcar. *Agron. Mesoamericana* 12(2): 161-167.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república Mexicana). 4 ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 130 p.
- Gomez, KA; Gomez, AA. 1984. *Statistical procedures for agricultural research.* 2 ed. New York. Wiley. 680 p.
- Jordan, DL; Burns, AB. 1997. Influence of adjuvants on hemp sesbania (*Sesbania exaltata*) control by chlorimuron. *Weed Technol.* 11: 19-23.
- Kuva, MA; Gravena, R; Pitelli, RA; Christoffoleti, PJ; Alves, PLCA. 2003. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III - Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). *Planta Daninha* 21(1): 37-44.
- Morales, M. 1987. Manual de malezas. Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. Centro Nacional de Investigaciones Azucareras. Córdoba, Ver., México. 51 p.
- Peterson, DE; Thomson, CR; Regehr, DL; Al-Khatib, K. 2001. Herbicide mode of action. *Kansas State University Extension Publication C-715.* 24 p.
- Pline, WA; Hagood, ES; Hatzios, KK. 1999. Absorption, translocation, and metabolism of glufosinate in five weed species as influenced by ammonium sulfate and pelargonic acid. *Weed Sci.* 47: 636-643.
- Ramsey, RJL; Stephenson, GR; Hall, JC. 2006. Effect of humectants on the uptake and efficacy of glufosinate in wild oat (*Avena fatua*) plants and isolated cuticles under dry conditions. *Weed Sci.* 54(2): 205-211.
- Robles, B; Figuerola, L. 1997. Evaluación de herbicidas y coadyuvantes para el control de maleza en el cultivo de caña de azúcar. *Ingeniería Azucarera* 3: 1-29.
- Strahan, RE; Griffin, JL; Jordan, DL; Miller, DK. 2000. Influence of adjuvants on itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) control in corn (*Zea mays*) with nicosulfuron and primisulfuron. *Weed Technol.* 14(1): 66-71.
- Villaseñor, JL; Espinosa, FJ. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 449 p.