

EVALUACIÓN DE GRAMINICIDAS POSTEMERGENTES FOP Y DIM EN EL CONTROL DE *SORGHUM HALEPENSE* RESISTENTE A GLIFOSATO PARA BARBECHO QUÍMICO

Metzler M.J.¹ y Ahumada M.¹²

¹Grupo Ecofisiología Vegetal y Manejo de Cultivos

¹INTA EEA Paraná

²FCA-UNER

Introducción

La evolución de resistencia a glifosato en sorgo de Alepo en la provincia de Salta, Argentina y luego su generalización en otras provincias del país, representa un gran desafío para la agricultura por la dificultad en su control y el incremento de los costos de producción (Ustarroz, 2013).

El sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) es una maleza C4 perenne y rizomatosa que se reproduce por semillas y rizomas. Es considerada una de las principales malezas del mundo (Holmes *et al.*, 1977). Se introdujo como una especie forrajera en los EE.UU. a principios del siglo XIX y en Argentina (desde EE.UU.) en torno a 1910. *Sorghum halepense* está ampliamente naturalizada, diferentes informes muestran la gravedad y la naturaleza perniciosa de esta maleza (McWhorter, 1971). Es considerable la variación en la morfología de esta maleza y se cree que rasgos específicos de las poblaciones podrían derivar del sorgo cultivado (Celarier, 1958), ya que se han determinado híbridos entre sorgo de Alepo y sorgo cultivado (Hoang -Tang Liang, 1988; Dweikat, 2005).

Muchos estudios han investigado la competitividad de esta maleza en los sistemas agrícolas de la región pampeana argentina, así como varias características ecofisiológicas y demográficas de esta especie (Bénech-Arnold *et al.*, 1990; Ghera *et al.*, 1990, 1992). Estos estudios han demostrado pérdidas en el rendimiento del cultivo que variaron entre el 12 y el 95% en el maíz, de 19 a 99% en girasol y 18 a 94% en soja para bajos y altos niveles de infestación de *Sorghum halepense*, respectivamente (Ghera *et al.*, 1985,1993; Ghera y Martínez-Ghera, 1991). La alta fecundidad y latencia de las semillas contribuye a la supervivencia de la maleza en el banco de semillas (Leguizamón, 1986), factores muy importantes en la persistencia de sorgo de Alepo en los sistemas agrícolas de Argentina (Bénech-Arnold *et al.*, 1988, 1992). En estos sistemas, una de las principales herramientas para el control químico de los biotipos resistentes a glifosato de esta maleza son los herbicidas ariloxifenoxipropiónicos (fop's) y las ciclohexadionas (dim's) (Ustarroz, 2013).

El objetivo fue evaluar el control de *Sorghum halepense* con graminicidas post-emergentes fop y dim en combinación con diferentes coadyuvantes y en mezcla con glifosato.

Materiales y Métodos

Diseño del experimento

El experimento se realizó el 29 de octubre de 2013, en un lote con infestación natural de *Sorghum halepense* en la localidad de San Gerónimo Norte, provincia de Santa Fé (Figura 1). El diseño fue en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones. El tamaño de cada unidad experimental fue de 3 m de ancho por 5 m de longitud. Se evaluaron tres graminicidas postemergentes inhibidores de la ACCasa: haloxifop metil, fluazifop y cletodim en combinación con diferentes coadyuvantes. Además se evaluó el comportamiento de estos herbicidas en mezcla con glifosato (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos de herbicidas, dosis en mililitros de producto formulado (p.f.) o gramos equivalente ácido (g e.a.) por hectárea (ha⁻¹).

Nº	Producto	Dosis g. e.a. o ml p.f. ha ⁻¹
1	Haloxifop 53 % + MSO 1% ¹ + s-metolaclo 96 %	250 ml + 1 % vol. + 1200 ml
2	Haloxifop 53 % + glifosato ² + MSO 1% ¹	250 ml + 2000 ml + 1 % vol.
3	Haloxifop 53 % + MSO 1% ¹	250 ml + 1 % vol.
4	Haloxifop 53 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	250 ml + 250 ml
5	Haloxifop 53 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a. ³	250 ml + 250 ml+ 1.5 % vol.
6	Fluazifop 35 % + MSO 1% ¹ + s-metolaclo 96 %	700 ml + 1 % vol. + 1200 ml
7	Fluazifop 35 % + glifosato ² + MSO 1% ¹	700 ml + 2000 ml + 1 % vol.
8	Fluazifop 35 % + MSO 1% ¹	700 ml + 1 % vol.
9	Fluazifop 35 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	700 ml + 250 ml
10	Fluazifop 35 % + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a. ³	700 ml + 250 ml+ 1.5 % vol.
11	Cletodim + MSO 1% ¹ + s-metolaclo 96 %	500 ml + 1 % vol. + 1200 ml
12	Cletodim + glifosato ² + MSO 1% ¹	500 ml + 2000 ml + 1 % vol.
13	Cletodim + MSO 1% ¹	500 ml + 1 % vol.
14	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	500 ml + 250 ml
15	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a. ³	500 ml + 250 ml+ 1.5 % vol.
16	Imazetapir 10 % + S-Metolaclo 96 % + glifosato ²	1000ml + 1200 ml + 2000 ml

¹MSO: aceite vegetal metilado, ²glifosato: 504 g.e.a., ³s.d.a.: sulfato de amonio

Los vástagos aéreos tenían una altura promedio de 40 cm en el momento de la aplicación de los tratamientos. Se realizaron evaluaciones visuales a los 20 y 40 días después de la aplicación (DDA), registrando el control en porcentaje respecto del testigo apareado.

Se empleó una mochila de presión constante por fuente de CO² equipada con una barra de 4 boquillas con pastillas Teejet 8001 a 50 cm de separación, a una presión de 2,7 bares y erogando un caudal de 115 litros ha⁻¹ a una velocidad de 4 km h⁻¹.



Figura 1. Coordenadas cartográficas georeferenciadas del lote con infestación natural de *Sorghum halepense*.

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a análisis de varianza (INFOSTAT, 2007) para probar los efectos de los herbicidas en el control. Se empleó el test de Fisher de diferencias de medias significativas (LSD), para detectar las diferencias entre las medias de los tratamientos.

Resultados y Discusión

A los 20 DDA los gramínicos postemergentes haloxifop, fluazifop y cletodim mostraron una muy buena eficacia igual o mayor al 90%. Por su parte imazetapir estuvo por debajo de los primeros con un promedio de 80 % (Tabla 2). A los 40 DDA, si bien continuaron destacándose tanto los herbicidas fops como los dims, se registró una caída en el control de estos respecto a la evaluación anterior, como consecuencia de un rebrote incipiente. Imazetapir disminuyó su eficacia respecto a los primeros en un 6%.

Tabla 2. Porcentaje de control de los diferentes principios activos evaluados a los 20 y 40 días después de la aplicación (DDA).

Herbicidas	DDA	
	20	40
Haloxifop metil 53%	92 a	83 a
Fluazifop 35%	90 a	84 a
Cletodim	91 a	84 a
Imazetapir 10%	80 b	75 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Cuando se evaluó de forma particular cada uno de los activos empleados el resultado fue el siguiente:

Haloxifop

A los 20 DDA se observaron los mayores valores de eficacia en el control. El agregado de s-metolacoloro a la mezcla de haloxifop metil 53 % + MSO 1% no realizó ningún aporte positivo en cuanto al control y no se diferenció estadísticamente del resto de los tratamientos con excepción de haloxifop metil 53 % + glifosato 62%. No obstante el agregado de un gramínicida preemergente es muy importante, cuando la cobertura es escasa y permite a este llegar a la superficie del suelo, ya que previene la emergencia de nuevos individuos provenientes del banco de semillas (Tabla 3, Figura 2).

Tabla 3. Porcentaje de control y test de diferencia de medias de la combinación de haloxifop metil 53% con diferentes coadyuvantes a los 20 y 40 DDA.

	Tratamientos	DDA	
		20	40
1	Haloxifop metil 53% + MSO 1% + s-metolacoloro 96 %	92 a	82 a
2	Haloxifop metil 53% + glifosato 62% + MSO 1%	91 a	84 a
3	Haloxifop metil 53% + MSO 1%	92 a	83 a
4	Haloxifop metil 53% + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	93 a	81 a
5	Haloxifop metil 53% + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a	92 a	83 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).



Figura 2. Eficacia en el control de *Sorghum halepense* a los 20 DDA de la combinación de haloxifop metil 53 % + MSO 1%. A la derecha de la línea roja testigo sin control.

Fluazifop

A los 20 DDA este activo tuvo una eficacia similar respecto a haloxifop y cletodim (Tabla 4, Figura 3). A los 40 DDA el porcentaje de control promedio disminuyó en un 5% respecto a la primera evaluación (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de control y test de diferencia de medias de la combinación de cletodim con diferentes coadyuvantes a los 20 y 40 DDA.

	Tratamientos	DDA	
		20	40
11	Cletodim + MSO 1% + s-metolacloro 96 %	91 a	83 a
12	Cletodim + glifosato 62% + MSO 1%	89 a	85 b
13	Cletodim + MSO 1%	90 a	84 a
14	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	90 a	84 a
15	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a.	90 a	84 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).



Figura 3. Eficacia en el control de *Sorghum halepense* a los 20 DDA de la combinación de fluazifop 35% + Extremo. A la derecha de la línea roja testigo apareado sin control.

Cletodim

Este principio activo tuvo un comportamiento muy similar a haloxifop y fluazifop tanto a los 20 y 40 DDA (Tabla 5, Figura 4).

Tabla 5. Porcentaje de control y test de diferencia de medias de la combinación de cletodim con diferentes coadyuvantes a los 20 y 40 DDA.

T	Tratamientos	DDA	
		20	40
11	Cletodim + MSO 1% + s-metolacloro 96 %	91 a	83 a
12	Cletodim + glifosato 62% + MSO 1%	89 a	85 b
13	Cletodim + MSO 1%	90 a	84 a
14	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado)	90 a	84 a
15	Cletodim + (ac. vegetal metilado + organosiliconado) + s.d.a.	90 a	84 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).



Figura 4. Eficacia en el control de *Sorghum halepense* a los 40 DDA de la combinación de cletodim + MSO 1%. A la derecha de la línea roja testigo apareado sin control.

Conclusiones

Tanto los herbicidas ariloxifenoxipropiónicos (fops) como las ciclohexadionas (dims) tienen un desempeño similar en la eficacia de control, fundamentalmente a los 20 DDA, con controles promedio del 90% para los tres gramínicidas postemergentes evaluados, mientras que a los 40 DDA la eficacia de los mismos disminuyó por efecto del rebrote de los vástagos. Por su parte imazetapir, tanto a los 20 DDA como a los 40 DDA, mostró un desempeño inferior con respecto a los gramínicidas. No se observó en esta maleza antagonismo en las mezclas de gramínicidas con glifosato.

Bibliografía

- BENECH-ARNOLD R.L., GHRESA C.M., SANCHEZ R.A. and P. INSAUSTI 1990. Temperature effects on dormancy release and germination rate in *Sorghum halepense* (L.) Pers. seeds: a quantitative analysis. *Weed Res.* 30:81-89.
- BENECH-ARNOLD R.L., GHRESA C.M., SANCHEZ R.A. and A.E. GARCIA-FERNANDEZ 1988. The role of fluctuating temperatures in the germination and establishment of *Sorghum halepense* (L.) Pers. Regulation of germination under leaf-canopies. *Funct. Ecol.* 2:311-318.
- BENECH-ARNOLD R.L., FENNER M. and P.J. EDWARDS 1992. Changes in dormancy level in *Sorghum halepense* seeds induced by water stress during seed development. *Funct. Ecol.* 6:596-605.
- CELARIER R.P. 1958. Cytotaxonomic notes on the subsection Halepensis of the genus *Sorghum*. *Bull. Torr. Bot. Club* 85:49-62.
- DWEIKAT I. 2005. A diploid, interspecific, fertile hybrid from cultivated sorghum, *Sorghum bicolor* and the common Johnsongrass weed *Sorghum halepense*. *Mol. Breed.* 16:93-101.
- GHERSA C.M. and M.A. MARTINEZ-GHERSA 1991. A field method for predicting yield losses in maize caused by Johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Technol.* 5:279-285.
- GHERSA C.M., SATORRE E.H. and M.L. VAN ESSO 1985. Seasonal pattern of Johnsongrass seed production in different agricultural systems. *Israel J. Bot.* 34:24-30.
- GHERSA C.M., SATORRE E.H., VAN ESSO M.L., PATARO A. and R. ELIZAGARAY 1990. The use of thermal calendar models to improve the efficiency of herbicide applications in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Res.* 30:153-160.
- GHERSA C.M., MARTINEZ-GHERSA M.A, SATORRE E.H., VAN ESSO M.L and G. CHICHOTKY 1993. Seed dispersal, distribution and recruitment of seedlings of *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Res.* 33:79-88.
- GHERSA C.M., BENECH-ARNOLD R.L. and M.A. MARTINEZ-GHERSA 1992. The role of fluctuating temperatures in germination and establishment of *Sorghum halepense*. Regulation of germination at increasing depths. *Funct. Ecol.* 6:460-468.
- HOANG-TANG D. and G.H. LIANG, 1988. The genomic relationship between cultivated sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] and Johnsongrass [Johnsongrass (L.) Pers.]: a re-evaluation. *Theor. Appl. Gen.* 76:277-284.
- HOLM L.G., PLUCKNETT D.L., PANCHO J.V. and J.P. HERBERGER 1977. The World's worst weeds-distribution and biology. University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii, p. 609.
- INFOSTAT 2007. Infostat version 2007. grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba
- LEGUIZAMON E.S. 1986. Seed survival and patterns of seedling emergence in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Res.* 26:397-403.
- McWHORTER C.G. 1971. Introduction and spread of Johnsongrass in the United States. *Weed Sci.* 5:496-500.
- USTARROZ D. 2013. Control de *Sorghum halepense* "sorgo de Alepo" resistente a glifosato con herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS). Manfredi, Provincia de Córdoba (AR): INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Reuniones y Congresos: resúmenes y trabajos presentados. ISSN On line 1851-4987.