

# EFICÁCIA DO HERBICIDA HALOXYFOP – 520 g ea/L – EC (haloxifope-p-metílico) NO CONTROLE DE GRAMINEAS E SUA SELETIVIDADE AO MILHO CONVERTIDO PARA O EVENTO DAS 40278-9

RUBIN, R. S. (Dow Agrosiences Industrial Ltda., Mogi Mirim/SP - [RSrubin@dow.com](mailto:RSrubin@dow.com)), KALSING, A. (Dow Agrosiences Industrial Ltda., Mogi Mirim/SP - [Akalsing@dow.com](mailto:Akalsing@dow.com)), LUCIO, F.R. (Dow Agrosiences Industrial Ltda, Ribeirão Preto/SP - [FRLucio@dow.com](mailto:FRLucio@dow.com)), CAVENAGHI, B. (Dow Agrosiences Industrial Ltda., Londrina/PR - [BCavenaghi@dow.com](mailto:BCavenaghi@dow.com)), HARTER, W. (Dow Agrosiences Industrial Ltda., Passo Fundo/RS - [WRHarter@dow.com](mailto:WRHarter@dow.com))

**RESUMO:** Este estudo avaliou a eficácia do herbicida Haloxyfop - 520 g ea/L - EC (haloxifope-p-metílico) em gramíneas e seletividade à cultura do milho geneticamente modificado contendo o evento DAS 40278-9. Foram conduzidos dois estudos, nos municípios de Palotina/PR e Montividiu/GO, na safra 2011/2012 com utilização do híbrido transformado com o gene *aad-1*, evento DAS40278-9. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo dez tratamentos herbicidas e duas testemunha (capinada e sem capina). Os tratamentos constituíram-se de Haloxyfop - 520 g ea/L - EC nas doses de 0,05; 0,07; 0,09; 0,115 e 0,140 L.ha<sup>-1</sup> com uma aplicação; 0,07 e 0,14 L.ha<sup>-1</sup> com duas aplicações e 0,35 L.ha<sup>-1</sup> em pré-plantio e 0,14 L.ha<sup>-1</sup> em duas aplicações em pós-emergência, com adição de Joint Oil, na dose de 0,5 L.ha<sup>-1</sup>. A primeira aplicação do herbicida Haloxyfop - 520 g ea/L – EC (denominada aplicação A) foi realizada apenas no tratamento oito, logo após a semeadura do milho (modalidade plante-aplique). A segunda aplicação (aplicação B) foi realizada quando a cultura do milho se apresentava no estágio V<sub>3</sub>. A terceira aplicação dos tratamentos (aplicação C) foi realizada aproximadamente 14 dias após a aplicação (B). Como herbicidas padrões foram usados Sanson 40 SC a 1,5 L.ha<sup>-1</sup> e Roundup Ready a 2,0 L.ha<sup>-1</sup>, aplicados em pós emergência. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O herbicida Haloxyfop - 520 g ea/L - EC foi eficiente (>95,0%) no controle das plantas daninhas sendo semelhante ao padrão com Roundup Ready e à testemunha capinada e semelhante ou superior ao Sanson; Todos os tratamentos com Haloxyfop - 520 g ea/L - EC foram seletivos para a linhagem de milho ADD-1 contendo o evento DAS 40278-9 (tolerante ao haloxifope-p-metílico), mas não foram seletivos para a isolinha (não tolerante ao haloxyfop).

Palavras chave: Tolerância, Enlist™, *Zea mays*

## INTRODUÇÃO

O efeito da interferência das plantas daninhas na cultura do milho pode causar reduções de até 85% na produtividade de grãos (KARAM & GAMA, 2008). A adoção da tecnologia Roundup Ready, em cultivos como a soja e o milho, representou um importante ganho no manejo de plantas

daninhas nestas culturas. No entanto, a massiva adoção da tecnologia proporcionou rapidamente a seleção de biótipos resistentes de algumas espécies de plantas daninhas.

A Dow AgroSciences inseriu o gene *aad-1 v3*, (AAD-1) que codifica a proteína AAD-1, que é uma enzima ariloxialcanoato dioxigenase. Essa enzima dioxigenase  $\alpha$ -cetoglutarato dependente, que degrada 2-4-D através da catálise de conversão de 2,4-D em 2,4-diclorofenol (DCP), que não tem atividade herbicida (WESTENDORF *et al.*, 2002 e 2003; WRIGHT *et al.*, 2005). AAD-1 é capaz de degradar R-enantiômeros (isômeros com atividade herbicida) de auxinas fenoxi quirais além de auxinas fenoxi aquirais. AAD-1 também catalisa a reação de degradação de classes genéricas de herbicidas/graminídeos comerciais e não-comerciais da classe geral ariloxifenoxipropionatos (AOPPs) aos seus fenóis inativos correspondentes. Através desta descoberta e introdução na cultura do milho tornou-se possível e seguro o uso de herbicidas tradicionais, tais como o haloxifop-p-metílico.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de controle do herbicida Haloxyfop - 520 g ea/L - EC (haloxifop-p-metílico) em gramíneas e seletividade à cultura do milho geneticamente modificado contendo o evento DAS 40278-9.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois estudos, nos municípios de Palotina/PR e Montividiu/GO, na safra 2011/2012. O milho utilizado nos estudos foi o híbrido contendo o evento DAS 40278-9, ao qual confere tolerância aos herbicidas ao 2,4-D e haloxyfop-p,etílico, foi semeado manualmente com espaçamento de 0,76 m entre linhas e 20 cm entre plantas. Nos estudos, as plantas daninhas foram semeadas na ocasião do plantio do milho sendo que as espécies presentes em cada ensaio e suas respectivas fases fenológicas estão dispostas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Plantas daninhas presentes nos ensaios. Fase fenológica e quantidade amostral.

Plantas Daninhas	Palotina/PR		Montividiu/GO	
	Pls (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Estádio <sup>2</sup>	Pls (m <sup>2</sup> )	Estádio
<i>Cenchrus echinatus</i>	35	4-8	18	2-4
<i>Panicum maximum</i>	40	5-10	12	3-5
<i>Avena sativa</i>	15	5-10	12	2-4
<i>Brachiaria decumbens</i>	15	2-4	10	3-6
<i>Pennisetum glaucum</i>	---	---	25	2-6

<sup>1</sup>Quantidade de plantas daninhas por metro quadrado

<sup>2</sup>Estádio fenológico das plantas daninhas no momento da aplicação em pós emergência (V2-V4 do milho), em número de folhas e/ou perfilhos

Para aspersão dos tratamentos herbicidas foi utilizado pulverizador costal mantido a pressão constante com CO<sub>2</sub>, aspergindo volume de calda de 150 L.ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos foram aspergidos conforme segue; aplicação A: após a semeadura do milho (modalidade aplique-plante); aplicação B: cultura do milho no estágio V<sub>3</sub>; Aplicação C: 14 dias após a aplicação (B).

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso arranjados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram avaliados dez tratamentos herbicidas e duas linhagens (ADD-1 e isolinha) nas subparcelas e duas testemunhas, sendo uma absoluta (mantida com infestação de plantas daninhas) e uma testemunha capinada (Tabela 2). Cada parcela foi composta por quatro linhas de cada linhagem (subparcelas). A área da parcela foi correspondia a 36,48 m<sup>2</sup> e a subparcela de 18,24 m<sup>2</sup> (4 linhas de 0,76 X 6,0 m).

Com a finalidade de separar os efeitos dos tratamentos em relação à seletividade dos efeitos na eficiência de controle, dividiu-se cada subparcela em duas partes iguais, tanto para a linhagem ADD-1 quanto para sua isolinha, sendo uma metade capinada (onde se avaliou apenas o efeito de seletividade sobre a cultura) e a outra metade mantida com as plantas daninhas (onde se avaliou a eficiência dos tratamentos no controle das plantas daninhas). Para eficácia no controle das plantas daninhas e seletividade à cultura do milho foram realizadas avaliações utilizando-se a escala de notas proposta pela SBCPD (1995), que varia de 0 a 100%, onde 0% corresponde à ausência de controle ou sintomas de injúria e 100% à morte das plantas. No final do ciclo da cultura foi mensurada a produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) e as médias foram comparados pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabela 2.** Tratamentos herbicidas, doses em litros de produto comercial por hectare (L p.c.ha<sup>-1</sup>) e momento da aplicação. Palotina (PR) e Montividiu (GO), 2012.

Tratamentos	Dose L p.c..ha <sup>-1</sup>	Aplicação <sup>1</sup>
1 Haloxyfop – 520 g ea/L - EC + Joint Oil	0,05 + 0,5	B
2 Haloxyfop – 520 g ea/L - EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	B
3 Haloxyfop – 520 g ea/L - EC + Joint Oil	0,09 + 0,5	B
4 Haloxyfop – 520 g ea/L - EC + Joint Oil	0,115 + 0,5	B
5 Haloxyfop – 520 g ea/L - EC + Joint Oil	0,14 + 0,5	B
6 Haloxyfop – 520 g ea/L - EC + Joint Oil	(0,07 + 0,5) / (0,07 + 0,5)	A/B
7 Haloxyfop – 520 g ea/L - EC + Joint Oil	(0,07 + 0,5) / (0,07 + 0,5)	A/B
8 Haloxyfop – 520 g ea/L - EC + Joint Oil	(0,07 + 0,5) / (0,07 + 0,5) +	A/B/C
9 Nicosulfuron 40 SC	1 – 1,5	B
10 Roundup Ready	1 – 2,0	B
11 Testemunha capinada		
12 Testemunha sem capina		

<sup>1</sup>Aplicação A (semeadura do milho) Aplicação B (estádio V<sub>3</sub>) e Aplicação C 14 dias após a aplicação B.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O herbicida Haloxyfop – 520 g ea/L – EC (haloxifope-p-metilico) propiciou controle superior a 95% para todas plantas daninhas gramíneas (*Cenchrus echinatus*, *Panicum maximum*, *Avena sativa*, *Brachiaria decumbens* e *Pennisetum glaucum*), em ambos os locais Palotina/PR e Montividiu/GO, não diferenciando do tratamento testemunha Roundup Ready (não apresentado).

Todos os tratamentos com Haloxyfop foram seletivos para a linhagem de milho ADD-1 contendo o evento DAS 40278-9 (tolerante ao haloxifope-p-metilico), e não causaram sintomas de

injúrias ou variação no rendimento de grãos. Esses tratamentos não foram seletivos para a isolinha (não tolerante ao Haloxyfop), uma vez que a mesma não apresenta o gene de tolerância aos herbicidas do grupo dos ariloxifenoxipropionatos Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3.** Fitotoxicidade (% de injúria) e produção da cultivar ADD-1 (tolerante ao haloxifope-p-metílico) e de sua isolinha (não tolerante). Palotina (PR) – 2012.

Tratamentos	Dose L p.c. .ha <sup>-1</sup>	Fitotoxicidade		Produtividade kg ha <sup>-1</sup>	
		ADD-1	ISOLINHA	ADD-1	ISOLINHA
1 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,05 + 0,5	0,0 b	99,5 a	6.026,5 a	0,0 b
2 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	0,0 b	100,0 a	5.625,6 a	0,0 b
3 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,09 + 0,5	0,0 b	99,7 a	5.638,9 a	0,0 b
4 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,115 + 0,5	0,0 b	99,5 a	5.919,8 a	0,0 b
5 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,14 + 0,5	0,0 b	100,0 a	6.406,3 a	0,0 b
6 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	0,0 b	99,5 a	6.259,4 a	0,0 b
7 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	0,0 b	100,0 a	5.400,6 a	0,0 b
8 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	0,0 b	100,0 a	6.476,4 a	0,0 b
9 Sanson 40 SC	1 – 1,5	0,0 b	0,0 b	5.293,4 a	4.349,1 a
10 Roundup Ready	1 – 2,0	100,0 a	100,0 a	0,0	0,0 b
11 Testemunha capinada		0,0 b	0,0 b	5.714,2 a	5.882,7 a
12 Testemunha sem capina		0,0 b	0,0 b	5.155,3 a	5.111,6 a
F		12633,5*		33,7*	
CV (%)		0,5		21,7	
DMS		0,5		1.716,9	

\*Médias de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*\* 28 dias após a aplicação B (Aplicação de V<sub>3</sub>) ou 14 dias após a aplicação C

**Tabela 4.** Fitointoxicação (% de injúria) e produção da cultivar ADD-1 (tolerante ao haloxifope-p-metílico) e de sua isolinha (não tolerante). Montividiu (GO) – 2012.

Tratamentos	Dose L p.c. .ha <sup>-1</sup>	Fitotoxicidade		Produtividade kg ha <sup>-1</sup>	
		ADD-1	ISOLINHA	ADD-1	ISOLINHA
1 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,05 + 0,5	0,0 b	100,0 a	7.989,2 a	-
2 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	0,0 b	100,0 a	9.574,7 a	-
3 Haloxyfop EC+ Joint Oil	0,09 + 0,5	0,0 b	100,0 a	8.476,2 a	-
4 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,115 + 0,5	0,0 b	100,0 a	8.425,5 a	-
5 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,14 + 0,5	0,0 b	100,0 a	9.253,0 a	-
6 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	0,0 b	100,0 a	7.814,2 a	-
7 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	0,0 b	100,0 a	7.886,0 a	-
8 Haloxyfop EC + Joint Oil	0,07 + 0,5	0,0 b	100,0 a	9.806,0 a	-
9 Sanson 40 SC	1 – 1,5	0,0 b	0,0 b	8.386,7 a	7.183,5 a
10 Roundup Ready	1 – 2,0	100,0 a	100,0 a	0,0 b	0,0 b
11 Testemunha capinada		0,0 b	0,0 b	8.124,7 a	7.524,0 a
12 Testemunha sem capina		0,0 b	0,0 b	7.941,5 a	7.209,2 a
F		659,23,57*		175,98*	
CV (%)		1,0		14,5	
DMS		2,1		785,57	

\*Médias de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*\* 28 dias após a aplicação B (Aplicação de de V<sub>3</sub>) ou 14 dias após a aplicação C.

## CONCLUSÕES

O herbicida Haloxyfop - 520 g ea/L - EC foi eficiente (>95,0%) no controle das plantas daninhas, não diferindo dos padrões com Roundup Ready e Sanson e da testemunha capinada.

Todos os tratamentos com Haloxyfop - 520 g ea/L - EC foram seletivos para o milho Enlist™ contendo o evento DAS40278-9 (tolerante ao glifosato, 2,4-D haloxifope-p-metílico), mas não foram seletivos para a isolinha (não tolerante ao Haloxyfop – 520 g ea/ha).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WRIGHT, T.R. et al. 2005. Novel Herbicide T.R, Lira, J.M., Merlo, D.J. and Hopkms, N. 2005; **Novel Herbicide Resistance Genes, U.S.** Patent Application Publication # WO/2005/107437

KARAM, D.; GAMA, J.C.M. Radiografia dos herbicidas. **Cultivar**, Pelotas, v.63, p.24-27, 2008.

SBCPD. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, Avaliação e Análise de Experimentos com herbicidas**. Londrina-PR, SBCPD, 1995, 42p.

WESTENDORF, A.D. et al. Purification and characterization of the enantiospecific dioxygenases from *Delftia acidovorans* MC 1 initiating the degradation of phenoxypropionates and phenoxyacetate herbicides. **Acta Biotechnology**, v.23, p.3-17, 2003.

WESTENDORF, A.D. et al. The two enantiospecific dichlorpropla-ketoglutarate-dioxygenases from *Delftia acidovorans* MC 1-protein and sequence data of *RdpA* and *SdpA*. **Microbiology Research**, v.57, p.317-22, 2002.