

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), KALSING, A. (Dow Agrosiences Industrial Ltda., Mogi Mirim/SP - Akalsing@dow.com), LUCIO, F.R. (Dow Agrosiences Industrial Ltda, Ribeirão Preto/SP - FRLucio@dow.com), CAVENAGHI, B. (Dow Agrosiences Industrial Ltda., Londrina/PR - BCavenaghi@dow.com), HARTER, W. (Dow Agrosiences Industrial Ltda., Passo Fundo/RS - 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 constituiram-se de Haloxyfop - 520 g ea/L - EC nas doses de 0,05; 0,07; 0,09; 0,115 e 0,140 L.ha⁻¹ com uma aplicação; 0,07 e 0,14 L.ha⁻¹ com duas aplicações e 0,35 L.ha⁻¹ em pré-plantio e 0,14 L.ha⁻¹ em duas aplicações em pós-emergência, com adição de Joint Oil, na dose de 0,5 L.ha⁻¹. 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 V₃. 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⁻¹ e Roundup Ready a 2,0 L.ha⁻¹, 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 α -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/graminídeas 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 Haloxifop - 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 haloxifop-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 ²) ¹ | Estádio ² | Pls (m ²) | 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 |

¹Quantidade de plantas daninhas por metro quadrado

²Estádio 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 CO₂, aspergindo volume de calda de 150 L.ha⁻¹. Os tratamentos foram aspergidos conforme segue; aplicação A: após a semeadura do milho (modalidade aplique-plante); aplicação B: cultura do milho no estágio V₃; 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 correspondida a 36,48 m² e a subparcela de 18,24 m² (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⁻¹) e momento da aplicação. Palotina (PR) e Montividiu (GO), 2012.

| Tratamentos | Dose L p.c..ha ⁻¹ | Aplicação ¹ |
|---|-------------------------------|------------------------|
| 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 | | |

¹Aplicação A (semeadura do milho) Aplicação B (estádio V₃) 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 ⁻¹ | Fitotoxicidade | | Produtividade kg ha ⁻¹ | |
|----------------------------|----------------------------------|----------------|----------|-----------------------------------|-----------|
| | | 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 V₃) 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 ⁻¹ | Fitotoxicidade | | Produtividade kg ha ⁻¹ | |
|----------------------------|----------------------------------|----------------|----------|-----------------------------------|-----------|
| | | 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 V₃) 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.