

CLETHODIM E TRICLOPIR EM ASSOCIAÇÃO NO CONTROLE DE MILHO VOLUNTÁRIO RESISTENTE AO GLYPHOSATE

CLETHODIM AND TRICLOPIR IN ASSOCIATION IN GLYPHOSATE-RESISTANT VOLUNTARY CORN CONTROL

Nilton Teixeira Pedrollo^I 

Mariane Peripolli^{II} 

Jéssica Cezar Cassol^{III} 

Sylvio Henrique Bidel Dornelles^{IV} 

^I Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Engenheiro agrônomo. E-mail: pedrollo_agronomia@hotmail.com

^{II} Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Doutoranda do PPG em Agronomia. E-mail: mperipolli@gmail.com

^{III} Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Doutoranda do PPG em Agronomia. E-mail: jessicacassol@agronoma.eng.br

^{IV} Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. Docente do curso de agronomia. E-mail: sylvibidel@gmail.com

Resumo: Os herbicidas inibidores da ACCase vêm sendo empregados no controle de milho voluntário resistente ao glyphosate, muitas vezes associados a mimetizadores de auxinas. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da associação entre herbicidas inibidores de ACCase e mimetizadores de auxinas no controle de milho resistente ao glyphosate. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos: T1 testemunha; T2 clethodim + 2,4-D amina (120 + 1209 i.a.); T3 clethodim + triclopir (120 + 720 i.a.); T4 haloxifop-methyl + 2,4-D amina (60 + 1209 i.a.); T5 haloxifop-methyl + triclopir (60 + 720 i.a.); T6 2,4-D amina (1209 i.a.); T7 triclopir (720 i.a.); T8 clethodim (120 i.a.) e T9 haloxifop-methyl (60 i.a.). A semeadura do milho voluntário ocorreu de maneira artificial, utilizando a cultivar 30B39HR. A aplicação dos tratamentos sucedeu-se com o auxílio de um pulverizador pressurizado Co2 no estágio V5 das plantas. Foram realizadas avaliações de controle visual aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação e, também, estimou-se a correlação entre as avaliações, o efeito esperado e o observado das misturas de herbicidas. A associação de haloxifop-methyl e 2,4-D amina apresentou antagonismo nas doses testadas para controle de milho resistente ao glyphosate. A associação clethodim + triclopir (120 + 720 g i.a.) apresentou o melhor resultado de controle do milho voluntário, cultivar 30B39HR, e atingiu valores superiores ao controle esperado. Portanto, a associação de herbicidas pode ser uma ferramenta no controle de milho voluntário resistente ao glyphosate.

DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v18i37.503>

Submissão: 27-04-2021

Aceite: 26-11-2021

Palavras-chave: Antagonismo. Herbicidas. Roundup Ready™. *Zea mays* L.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Abstract: ACCase-inhibiting herbicides have been used to control glyphosate-resistant voluntary maize, often associated with auxin mimics. Thus, the aim of the study was to evaluate the effect of the association between ACCase-inhibiting herbicides and auxin mimics in the control of glyphosate-resistant corn. The experimental design used was randomized blocks with nine treatments and four replications, with the treatments: T1 control; T2 clethodim + 2,4-D amine (120 + 1209 a.i.); T3 clethodim + triclopyr (120 + 720 a.i.); T4 haloxyfop-methyl + 2,4-D amine (60+1209 a.i.); T5 haloxyfop-methyl + triclopyr (60 + 720 i.a); T6 2,4-D amine (1209 i.a); T7 triclopyr (720 i.a); T8 clethodim (120 a.i.) and T9 haloxyfop-methyl (60 a.i.). The sowing of volunteer corn was done artificially, using cultivar 30B39HR. The treatments were applied with the aid of a pressurized Co₂ sprayer at the V5 stage of the plants. Visual control evaluations were carried out at 7, 14 and 21 days after application, and the correlation between the evaluations, the expected and observed effects of the herbicide mixtures was also estimated. The association of haloxyfop-methyl and 2,4-D amine showed antagonism at the doses tested to control glyphosate-resistant corn. The association clethodim + triclopyr (120 + 720 g a.i.) showed the best control result for volunteer corn, cultivar 30B39HR, and reached values higher than the expected control. therefore, the association of herbicides can be a tool to control glyphosate-resistant volunteer maize.

Keywords: Antagonism. Herbicides. Roundup Ready™. *Zea mays* L.

Introdução

A produção brasileira de milho apresentou um enorme impulso, nos últimos dez anos. A produção mundial de grãos foi de cerca de um bilhão de toneladas na safra 2019/2020 (CONAB, 2020) e o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com um total de aproximadamente 101 milhões de toneladas, na mesma safra (FAO, 2020). Essa produção é 2.020% maior que a produção da safra 2009/2010, de cinco milhões de toneladas de milho, de acordo FAO (2020). Isso é resultado, em parte, da crescente utilização de tecnologias, principalmente as associadas a programas de melhoramento de plantas, que vêm gerando variedades mais adaptadas às diversas condições. Atualmente, o milho transgênico comercializado no Brasil apresenta duas condições, a tolerância a lagartas-pragas e/ou resistência a herbicidas tradicionalmente não seletivos (CIB, 2013).

A tecnologia Roundup Ready™ (RR[®]), permitiu a expansão da área e aumento na produtividade de muitas culturas (EMBRAPA, 2020). Aproximadamente 91% da área cultivada com milho, no mundo, são semeadas com cultivares transgênicas, contendo a tecnologia Roundup Ready™ (RR[®]) (EMBRAPA, 2020). As plantas RR[®] possuem tolerância ao herbicida glyphosate devido a uma alteração genética realizada pela inserção do gene CP4, derivado de uma bactéria

do gênero *Agrobacterium*, conferindo uma modificação na enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), que se torna insensível ao herbicida (TREZZI *et al.*, 2001).

Segundo a Confederação Nacional de Agricultura, a cultura do milho pode chegar a perdas de até 10% de produção durante a colheita (IBGE, 2013). Essas perdas são causadas, na maioria dos casos, pela má regulagem da colhedora, altura da plataforma de corte, umidade dos grãos, velocidade de deslocamento (EMBRAPA, 2013), entre outros problemas que podem ocorrer. E esses grãos perdidos na área podem resultar na emergência de plantas voluntárias que se não controladas, eficientemente, podem causar danos e prejuízos às culturas posteriores (ADEGAS *et al.*, 2014; SILVA, 2014). Na cultura do milho, esse entrave, pode afetar principalmente a cultura da soja, cultivada imediatamente após a colheita do milho (safrinha) ou na safra seguinte. Essas plantas voluntárias de milho irão competir diretamente por espaço, luminosidade, água e nutrientes e indiretamente atuando como hospedeiras de pragas e doenças (ALBRECH *et al.*, 2013). E se originadas de materiais resistentes ao glyphosate, ou seja, milho com a tecnologia RR[®], a complexidade no controle químico aumentará significativamente, com restrições ao manejo de dessecação no sistema de plantio direto, reduzindo a qualidade (PIASECKI, 2015) e a produtividade da soja em até 69,9% (LÓPEZ-OVEJERO *et al.*, 2016).

Devido à necessidade da utilização de herbicidas alternativos ao uso glyphosate para controlar essas plantas de milho voluntário, na cultura da soja, a associação de herbicidas de diferentes mecanismos de ação é uma importante ferramenta a ser utilizada. O uso dos herbicidas inibidores de acetil co-A carboxilase (ACCase), por exemplo, que possuem alta especificidade em plantas da família Poaceae (OLIVEIRA JR.; CONSTANTIN, 2001), são responsáveis pela conversão da acetil co-A em malonil coenzima-A, através da adição de CO₂ (HCO₃), na primeira etapa da rota de síntese de ácidos graxos (OLIVEIRA JR., 2011). Além disso, com o intuito de elevar o espectro de ação da aplicação, desses herbicidas ACCase, o herbicida 2,4-D, do grupo dos herbicidas mimetizadores de auxinas (AIA), é amplamente utilizado.

Entretanto, com a nova normativa da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural de proibição do 2,4-D no estado do Rio Grande do Sul (SAPDR, 2019), e também com os relatos da ocorrência de antagonismo em misturas de tanque sobre alguns inibidores da ACCase (SCHERDER *et al.*, 2005), efeito que pode estar relacionado com a redução da translocação e aumento da metabolização dos ariloxifenoxipropiônicos (ROMAN *et al.*, 2007; TREZZI *et al.*, 2007), o uso de outros herbicidas alternativos vem crescendo. A associação com o herbicida foliar triclopir, pertencente ao grupo dos mimetizadores de auxin (AIA), pode ser uma alternativa em associação aos herbicidas do grupo dos inibidores de ACCase, substituindo o 2,4-D nas misturas, porém há poucos estudos realizados que retratem ação do triclopir em misturas com outros herbicidas.

As associações entre herbicidas graminicidas e latifolicidas são maneiras de racionalizar as aplicações, com o objetivo de explorar a complementariedade dos efeitos de controle, reduzir o gasto de tempo e recursos e principalmente, aumentar a eficácia do controle na comunidade infestante (VARGAS *et al.*, 2013). Entretanto, quando herbicidas pertencentes a mecanismos de ação diferentes são associados, pode ocorrer efeitos antagônicos na mistura, e um herbicida diminuir a eficácia de outro (GOULART *et al.*, 2012), durante ou após a aplicação. Isto significa

que os herbicidas podem interagir fisicamente ou quimicamente na solução de pulverização ou biologicamente na planta (ZHANG *et al.*, 1995). Podendo ocorrer mudanças na quantidade de um herbicida que atinge seu sítio de ação através de mudanças na absorção, translocação ou metabolismo, causada pela presença do outro herbicida; a interação entre os herbicidas pode vir a afetar a ligação de um ou outro herbicida no seu local de ação; interação entre herbicidas que podem vir a levar compostos inativos ou um aumento da taxa e metabolismo (MUELLER *et al.*, 1990; MATZENBACHER *et al.*, 2015).

Diversos métodos podem ser utilizados para calcular antagonismo entre herbicidas. Um dos mais clássicos é o método de Colby (1967). Esse método é válido apenas para casos em que os componentes da associação exibem mecanismo de ação não-similar (BLOUIN *et al.*, 2004). Nesse método, os efeitos dos produtos químicos aplicados isolados são transformados em porcentagem de inibição do crescimento, posteriormente é calculado um valor esperado de inibição do crescimento para estes produtos quando em associação. O valor calculado é comparado com o valor observado na prática. Se o valor esperado for maior que o observado significa que a associação é antagonista, se for menor é sinérgica.

Desta forma, objetivou-se testar como os herbicidas inibidores de ACCase, isolados ou associados aos herbicidas mimetizadores de auxina, atuam no controle de milho voluntário resistente ao herbicida glyphosate (cultivar 30B39HR) e avaliar há ocorrência de antagonismo entre as misturas de herbicidas mimetizadores de auxinas (2,4-D amina e triclopir) e inibidores de acetyl coenzima-A carboxilase (clethodim e haloxifop-p-metilico-p-butyl).

Metodologia

O experimento foi realizado no Departamento de Fitosanidade da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Santa Maria - RS (29° 38' 58,32" S e 53° 57' 32,36" O). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa Subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida (HELDWEIN *et al.*, 2009). O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 2006) e segundo análise química e física do Laboratório de Física do Solo - UFSM o solo apresentou: pH em água (1:1) = 4,25; matéria orgânica = 2,3%; P = 3,3 mg dm⁻³; K = 0,119 cmolc dm⁻³; Ca = 0,3 cmolc dm⁻³; Mg = 0,1 cmolc dm⁻³; H + Al = 7,3 cmolc dm⁻³; CTC efetiva = 2,7 cmolc dm⁻³; Saturação Bases = 7%; total areia = 41,228 kg kg⁻¹; silte = 41,972 kg kg⁻¹; argila: 16,8 kg kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições. Cada parcela media 3 m de largura por 5 m de comprimento (15 m²), para fins de avaliação considerou-se os 8 m² centrais. Os tratamentos com os herbicidas, descritos na Tabela 1, foram compostos por diferentes herbicidas inibidores de ACCase, isolados ou associados aos herbicidas mimetizadores de auxina, a fim de controlar o milho voluntário resistente ao glyphosate.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos, dose de ingrediente ativo (i.a.) e produto comercial (p.c.). Santa Maria-RS, 2017

Tratamentos	Dose g i.a.ha ⁻¹	Dose p.c. ha ⁻¹
1. Testemunha	-	-
2. Clethodim + 2,4-D amina	120 + 1209	0,5 + 1,5
3. Clethodim + Triclopir	120 + 720	0,5 + 2,0
4. Haloxifop-methyl + 2,4-D amina	60 + 1209	0,5 + 1,5
5. Haloxifop-methyl + Triclopir	60 + 720	0,5 + 2,0
6. 2,4-D amina	1209	1,5
7. Triclopir	720	2,0
8. Clethodim	120	0,5
9. Haloxifop-methyl	60	0,5

A infestação com milho resistente ao glyphosate foi estabelecida de modo artificial, para que ocorresse uma grande infestação na área e assim pudesse de fato avaliar o controle, com auxílio de uma semeadora adubadora da marca Semeato, modelo PAR2800, sendo realizada no dia 23 de novembro de 2016. Utilizou-se a cultivar 30B39HR, portadora do gene Roundup Ready™, com espaçamento de linhas de 0,45 m, com três sementes por metro, visando se obter uma população final de 60 mil plantas por hectare. Não foi realizada nenhuma adubação, seja de base ou de cobertura, como também nenhum tipo de tratamento das sementes com fungicidas ou inseticidas.

A aplicação dos tratamentos foi realizada quando o milho se encontrava no estágio V5 (15 na escala BBCH) (MEIER, 2001), o que corresponde de quatro a cinco folhas totalmente expandidas. Para a aplicação se utilizou um pulverizador costal com sistema de pressurização a CO₂, equipado com barra de 3 metros de comprimento e 6 bicos, espaçadas entre si em 0,5 m e a 0,5 m de altura das parte aérea das plantas, ponta 110.02, da marca Teejet, com taxa aplicação de 150 L ha⁻¹. Os dados climáticos no momento da aplicação foram registrados através de um anemômetro digital portátil Kestrel 300.

Após aplicação dos tratamentos, foram realizadas avaliações na área útil de cada parcela, o efeito dos herbicidas no controle das plantas daninhas. As avaliações foram determinadas através do método qualitativo caracterizado por avaliações visuais baseadas em escalas arbitrárias estabelecidas conforme escala da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995). Para as determinações foi empregada a escala percentual, utilizando % de plantas afetadas, assim atribuindo nota zero (0%) à ausência de injúrias e 100% à morte das plantas (SBCPD, 1995). As avaliações de controle das plantas daninhas foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos.

Os dados foram analisados, quanto às interações, pelo método de Colby (1967), dada pela equação:

$$E = 100 - \frac{(100-x)x(100-Y)}{100} \quad (E1)$$

Onde, E o controle ou redução de crescimento esperado pela mistura de herbicidas; e X e Y representando a porcentagem de controle ou redução do crescimento proporcionado pelos herbicidas aplicados isoladamente.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e os erros experimentais foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e o teste de Bartlett para analisar a homogeneidade das variâncias. Posteriormente, procedeu-se a análise de variância (ANOVA) e ao teste Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo programa Sisvar[®] 5.3 (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussões

Os resultados de controle do milho resistente ao glyphosate, estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que aos 7 DAA, o tratamento que apresentou maior eficiência de controle foi o T3 (clethodim + triclopir), causando 100% de injúria às plantas de milho e mantendo o controle até o final das avaliações, aos 21 DAA. Os tratamentos T2 (clethodim + 2,4-D amina), T8 (clethodim) e T9 (haloxifop-metyl) também mantiveram controle adequado das plantas de milho, obtendo valores \geq a 80% de controle, apresentando 92,50%, 91,25% e 87,50%, respectivamente, na avaliação realizada aos 21 DAA. O tratamento T5 (haloxifop-metyl + triclopir) obteve controle satisfatório apenas aos 7 DAA (98,25%).

Tabela 2 - Controle de milho voluntário resistente ao herbicida glyphosate, cultivar 30B39HR, com herbicidas inibidores de ACCase e herbicidas mimetizadores de auxinas associados ou isolados. Santa Maria-RS, 2017

Tratamentos	Dose em g i.a. ha ⁻¹	Médias de controle (%)		
		7 DAA	14 DAA	21 DAA
1. Testemunha	-	0,00 c*	0,00 d	0,00 d
2. Clethodim + 2,4-D amina	120 + 1209	97,50 a	91,25 a	92,50 a
3. Clethodim + triclopir	120 + 720	100,00 a	100,00 a	100,00 a
4. Haloxifop-metyl + 2,4-D amina	60 + 1209	18,75 b	21,25 c	22,5 c
5. Haloxifop-metyl + triclopir	60 + 720	98,25 a	78,75 b	71,25 b
6. 2,4-D amina	1209	5,5 c	0,00 d	0,00 d
7. Triclopir	720	3,75 c	0,00 d	0,00 d
8. Clethodim	120	93,75 a	96,75 a	91,25 a
9. Haloxifop-metyl	60	93,25 a	85,00 b	87,50 a
Coefficiente de Variação (%)		9,45	15,81	16,74

*Resultados seguidos pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott (1974) à 5% de probabilidade de erro.

O controle menos satisfatório dentre os graminicidas foi observado no T4 (haloxifop-metyl + 2,4-D amina) aos 7, 14 e 21 DAA, com apenas 18,75, 21,25 e 22,5%, respectivamente, de controle das plantas de milho (Tabela 2). Esse resultado pode ter ocorrido devido a antagonismo, pois haloxifop-metyl isolado (T9) apresentou eficiência de controle em todos os momentos de avaliação e quando associado ao herbicida triclopir (T5) também. Já o T6 (2,4-D

amina) e T7 (triclopir) ambos não possuem ação herbicida eficiente sobre gramíneas, por isso não apresentaram efeito de controle ao longo das avaliações (LOVELACE *et al.*, 2001; SMITH *et al.*, 2002; STREET; MUELLER 1993).

Neste estudo, fica evidente que haloxifop-metyl na dose de 60 g.ha⁻¹ de i.a. apresentou controle superior a 80% sobre o milho resistente ao glifosato, porém, a eficiência quando associado a dose de 1209 g.ha⁻¹ de i.a. de 2,4-D amina foi reduzida a menos de 25% . Já o haloxifop-metyl associado ao triclopir, clethodim associado ao 2,4-D amina e clethodim associado ao triclopir não apresentam uma redução de eficiência significativa, sendo que no último caso, houve até mesmo um incremento de eficiência no controle de milho RR. Lewis *et al.* (2010) em experimento de controle de grama bermuda em obteve incremento de controle quando associou “FOP’s” ao triclopir, confirmando que estes herbicidas possuem um excelente potencial para aplicações conjuntas.

Utilizando-se da análise comparativa entre os efeitos observados a campo e os efeitos esperados das associações de herbicidas (Tabela 3), calculados pela equação de Colby (1964), é possível identificar quais efeitos as associações de herbicidas tiveram no desempenho sobre milho voluntário resistente ao glyphosate. Pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade de erro, apenas a associação haloxifop-metyl + 2,4-D amina apresentaram diferença estatística significativa.

Tabela 3 - Controle observado e esperado de milho voluntário resistente herbicida ao glyphosate, cultivar 30B39HR, por misturas de herbicidas inibidores da ACCase e mimetizadores de auxinas. Santa Maria-RS, 2017

Combinações de herbicidas	Controle observado (%)	Controle esperado (%) ¹	P-valor	C.V. (%)
7 DAA				
Clethodim + 2,4-D amina	97,50	94,06	0,5676	7,93
Clethodim + triclopir	100,00	93,99	0,1954	5,28
Haloxifop-metyl + 2,4-D amina	18,75	93,60	0,0014*	16,26
Haloxifop-metyl + triclopir	98,25	93,47	0,4049	7,29
14 DAA				
Clethodim + 2,4-D amina	91,25	96,75	0,5270	11,60
Clethodim + triclopir	100,00	96,75	0,2227	4,03
Haloxifop-metyl + 2,4-D amina	21,25	85,00	0,0041*	21,31
Haloxifop-metyl + triclopir	78,75	85,00	0,5715	17,05
21 DAA				
Clethodim + 2,4-D amina	92,50	91,25	0,6376	3,68
Clethodim + triclopir	100,00	91,25	0,1018	5,55
Haloxifop-metyl + 2,4-D amina	22,50	87,50	0,0012*	13,89
Haloxifop-metyl + triclopir	71,25	87,50	0,3133	23,95

¹Obrido pela equação de Colby (1964).

*Diferença estatística significativa entre os valores observados e esperados pela análise da variância à 5% de probabilidade de erro (p<0,05).

Observa-se, na Tabela 3, que o T4 (haloxifop-metyl + 2,4-D amina) apresenta diferença significativa entre o efeito observado e o efeito esperado, ou seja, confirma a presença do efeito antagonístico. Aos 21 DAA observou-se que a associação dos herbicidas haloxifop-metyl + 2,4-D amina obteve controle no milho de apenas 22,5%, sendo 65% menor do que o esperado (Tabela 3). Nesse mesmo período, de 21 DAA, haloxifop-metyl isolado apresentou um controle visual de 87,5% (Tabela 2). As aplicações de 2,4-D podem aumentar o metabolismo de monocotiledôneas (PETERSON *et al.*, 2016), que podem vir a degradar herbicidas inibidores da ACCase; ou o mesmo pode reduzir a absorção e translocação de herbicidas do mecanismo de ação ACCase em monocotiledôneas (MUELLER *et al.*, 1990).

A associação haloxifop-metyl + triclopir apresentou redução de eficiência aos 14 e 21 DAA, não atingindo 80% de controle, enquanto esperava-se efeito de 85% e 87,5%, respectivamente, de controle visual sobre milho (Tabela 3). Já a associação de clethodim + triclopir apresentou o controle mais eficiente das plantas de milho, atingindo o nível de 100% em todas as avaliações, sendo superior ao controle esperado, embora não tenha ocorrido diferença estatística significativa.

Barroso *et al.* (2010) testaram diversos herbicidas inibidores de ACCase, dentre eles haloxifop-metyl + 2,4-D amina para o controle de gramíneas na cultura da soja, e obtiveram os melhores resultados de controle com o herbicida haloxifop-metyl na dose de 60 g.ha⁻¹ de i.a., sobre capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-colchão (*Digitaria ciliaris*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e timbete (*Cenchrus echinatus*). No entanto, a dose de clethodim utilizada por Barroso *et al.* (2010) foi de 84 g.ha⁻¹ de i.a., enquanto neste estudo a dose foi 120 g.ha⁻¹ de i.a., o que potencializou seu controle sobre as plantas de milho voluntário RR, apresentando controle superior ao haloxifop-metyl isolado na dose de 60 g.ha⁻¹ de i.a..

A associação de haloxifop-metyl ao 2,4-D amina também foi testada por Maciel *et al.* (2013), sobre os híbridos de milho RR em diversas cultivares como DKB 240 PRO 2, AG 8025 RR2, Pioneer 30F 53HR e AG 9045 RR2 e em diferentes doses e estádios de aplicação, entretanto não apresentou antagonismo, ou seja, não ocorreu perda de eficiência. No entanto Maciel *et al.* (2013) utilizaram 670 g.ha⁻¹ i.a. de 2,4-D amina em todas as doses variadas de haloxifop-metyl, enquanto neste estudo utilizou-se 1209 g.ha⁻¹ de i.a. de 2,4-D, provavelmente atingindo uma proporção capaz de interferir no efeito do graminicida.

Takano *et al.* (2013), testou a eficiência de 2,4-D amina associado ao glyphosate para controle de plantas daninhas de difícil controle, e observou que a dose de 1005 g.ha⁻¹ de i.a. de 2,4-D amina associado a 900 g.ha⁻¹ de i.a. de glyphosate não conseguiu atingir 80% de controle de *Conyza* spp. com 15 cm de altura. Neste mesmo trabalho, para *Euphorbia heterofila* a dose de 670 g de i.a.ha⁻¹ de 2,4-D amina não ultrapassou 50% de controle quando as plantas estavam com mais de 10 folhas. Assim, plantas daninhas em estágio avançado de desenvolvimento são de difícil controle, e esta é uma realidade nas áreas de lavoura após a colheita do milho. A fim de reverter o problema, doses mais elevadas de 2,4-D amina vem sendo recomendadas, muitas vezes associado a outros herbicidas, visando redução de custo com aplicações. Entretanto, surgindo relatos de antagonismo em aplicações de graminicidas do grupo do ariloxifenoxipropionatos (FOP's) juntamente ao 2,4-D amina.

Considerações finais

A associação de haloxifop-methyl e 2,4-D amina apresentou antagonismo nas doses testadas para controle de milho resistente ao glyphosate. No entanto, na associação de clethodim ao 2,4-D amina, não houve efeito antagônico, podendo ser recomendada para controle de milho voluntário resistente ao glyphosate.

A associação dos graminicidas haloxifope-methyl e clethodim com o mimetizador de auxinas triclopir não apresentou antagonismo, podendo ser recomendada para o controle de milho voluntário resistente ao glyphosate. E o tratamento clethodim (120 g i.a.ha⁻¹) + triclopir (720 g i.a.ha⁻¹) obteve os maiores índices de controle de milho voluntário, com 100% de controle, durante os 21 dias após a aplicação.

Portanto, a associação de herbicidas pode ser uma ferramenta no controle de milho voluntário resistente ao glyphosate.

Referências

ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L.; VOLL, E. **Interferência da infestação de plantas Voluntárias no sistema de produção com a sucessão soja e milho safrinha**. Londrina/PR: Embrapa-Soja, 2014.

BARROSO, A. L. L. *et al.* Eficácia de herbicidas inibidores da ACCase no controle de gramíneas em lavouras de soja. **Planta daninha**, v. 28, n. 1, p. 149-157, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000100018>.

BBCH Monograph - **Growth stages of mono-and dicotyledonous plants**. Edited by Uwe Meier, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001.

CIB. Conselho de Informações sobre Biotecnologia: **Eventos Aprovados** – CTNBio, 2013. Disponível em: <http://cib.org.br/biotecnologia/regulamentacao/ctnbio/eventos-aprovados>. Acesso em: 15 de abr. 2021.

COLBY, S.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combinations. **Weeds**, v. 15, n. 1, p. 20-22, 1967. <https://doi.org/10.2307/4041058>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Boletim da Safra de Grãos: 7º Levantamento - Safra 2020/21**. Boletim de abril de 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/intacta/sistema>. Acesso em :15 abr. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja:** Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja. Sistema de Produção, 2013.

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crops.** Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

GOULART, I. C. G. R.; NUNES, A. L.; KUPAS, V.; MEROTTO JUNIOR, A. Interações entre herbicidas e protetores para o controle de capim-annoni em pastagem natural. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1722-1730, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012001000002>.

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência e Ambiente**, v. 38, p. 43-58, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**, 2013. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/12911-asi-perdas-de-graos-no-brasil-chegam-a-cerca-de-10-da-colheita>. Acesso em: 15 abr. 2021.

LEWIS, D. *et al.* Efficacy and Safening of Aryloxyphenoxypropionate Herbicides when Tank-Mixed with Triclopyr for Bermudagrass Control in Zoysiagrass Turf. **Weed Technology**, v. 24, n. 4, p. 489-494, 2010. <https://doi.org/10.1614/WT-D-10-00029.1>.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F. *et al.* Interferência e controle de milho voluntário tolerante ao glyphosate na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 4, p. 340-347, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000400006>.

LOVELACE, M. L.; TALBERT R. E.; BUEHRING N. W. E.; SCHERDER E. F. Weed control spectrum of new postemergence rice herbicides. **Proc. Sul. Weed Sci. Soc.**, v. 54, n. 45, 2001.

MACIEL, C. D. G. *et al.* Eficácia do Herbicida Haloxyfop R (GR-142) Isolado e Associado ao 2,4-D no Controle de Híbridos de Milho RR[®] Voluntário. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 12, n. 2, p. 112-123, 2013. <https://doi.org/10.7824/rbh.v12i2.244>

MEIER, U. **Growth stages of mono-and dicotyledonous plants** - BBCH. Berlin: German Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001.

MATZENBACHER, F. O., KALSING, A., DALAZEN, G., MARKUS, C.; MEROTTO JR, A. Antagonism is the predominant effect of herbicide mixtures used for imidazolinoneresistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control. **Planta Daninha**, p. 587-597, 2015.

- MUELLER, T. C.; BARRETT, M.; WITT, W. W. A basis for the antagonistic effect of 2,4-D on haloxyfop-methyl toxicity to johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Science**, v. 38, p. 103-107, 1990.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. *In: Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba, PR: Omnipax, 2011.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. S; CONSTANTIN, J. (Orgs.) **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- PETERSON, M. A; MCMASTER, S. A; RIECHERS, D. E; SKELTON, J.; STAHLMAN, P. W. 2, 4-D passado, presente e futuro: uma revisão. **Weed Technology**, p. 303-345, 2016.
- PIASECKI, C. **Interferência e controle de milho voluntário resistente ao glyphosate na cultura da soja**. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2015.
- REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2010/2011 e 2011/2012**. Cruz Alta: FUNDACEP, 2010.
- ROMAN, E. S.; BERCKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M. A.; WOLF, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, 2007.
- SAPDR. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. 2019. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/inicial>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- SBCPD. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.
- SCHERDER, E. F. *et al.* Antagonism of cyhalofop grass activity by halosulfuron, triclopyr and propanil. **Weed Technol.**, v. 19, p. 934-941, 2005. <https://doi.org/10.1614/WT-03-177R2.1>.
- SILVA, B. A. S. **Influência de diferentes períodos de chuva após a aplicação de Clethodim, Quizalofope-p-metilico e Haloxifope em pós-emergência no controle de Plantas Daninhas**. 2014. 66 f. Dissertação (Proteção em Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade De Ciências Agrônômicas, Campus De Botucatu, Botucatu-SP, 2014.
- SMITH, K. L.; NAMENEK, R. C.; BRANSON, J. W.; BALDWIN, F. L. Antagonism with tank mixes of new rice and cotton herbicides. **Proc. Sul. Weed Sci. Soc.**, v. 55, n. 39, 2002.
- STREET, J. E.; MUELLER T. C. Rice (*Oryza sativa*) weed control with soil applications of quinclorac. **Weed Technol.**, v. 7, p. 600-604, 1993.
- TAKANO, H. K. *et al.* Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 12, n. 1, p. 1-13, 2013. <https://doi.org/10.7824/rbh.v12i1.207>.

TREZZI, M. M. *et al.* Antagonistic Action of Clodinafop-Propargyl Associated with Metsulfuron-Methyl and 2,4-D in the Control of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*).

Planta Daninha, v. 25, n. 4, p. 839-847, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000400021>.

TREZZI, M. M.; KRUSE, N. D.; VIDAL, R.A. Inibidores de EPSPs. *In*: VIDAL, R. A.; METOTTO JR., A. (Eds.) **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001.

VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D. ; GAZZIERO, D. ; KARAM, D. Resistência de plantas daninhas no Brasil: Histórico, custo, e o desafio do manejo no futuro. *In*: RÍOS, A. **Viabilidad del glyphosate en sistemas productivos sustentables** (Serie Técnica 204). Montevideo: INIA, 2013.

ZHANG, J.; A. S. HAMILL; S. E. WEAVER. Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies. **Weed Technology**, v. 9, p. 86-90, 1995.