

INTERAÇÃO E EFICÁCIA DE MISTURAS EM TANQUE DOS HERBICIDAS SAFLUFENACIL E GLYPHOSATE**INTERACTION AND EFFICACY OF SAFLUFENACIL AND GLYPHOSATE TANK MIXTURES**Jéssica Cursino Presoto^a, Jeisiane de Fátima Andrade^a, Saul Jorge Pinto de Carvalho^{b*}^aEscola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. ^bInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado, Minas Gerais, Brasil.

*Autor correspondente: sjpcarvalho@yahoo.com.br.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO**Histórico do artigo:**

Recebido: 14 Maio 2020.

Aceito: 01 Fevereiro 2021.

Publicado: 31 Março 2021.

Palavras-chave/Keywords:

Plantas daninhas/ Weeds.

Manejo/ Management.

Resistência/ Resistance.

Sinergia/ Synergy.

Antagonismo/ Antagonism.

Financiamento:

Financiamento CNPq para bolsa de graduação do primeiro autor.

Direito Autoral: Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.**Citação deste artigo:**PRESOTO, J. C.; ANDRADE, J. F.; CARVALHO, J. P. C. Interação e eficácia de misturas em tanque dos herbicidas saflufenacil e glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 4. 2020.**RESUMO**

O uso repetitivo do herbicida glyphosate e em elevadas doses tem selecionado biótipos de plantas daninhas resistentes, além de favorecer a seleção de plantas tolerantes ao mesmo. A solução mais comum nestes casos é a inclusão de herbicidas alternativos no sistema de produção, aplicados de forma isolada ou misturados em tanque. Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficácia e a interação de misturas de saflufenacil com o herbicida glyphosate para controle de plantas daninhas. Foram desenvolvidos dois experimentos independentes, avaliando-se duas espécies de plantas daninhas, uma monocotiledônea (capim-amargoso - *Digitaria insularis*) e uma dicotiledônea (corda-de-viola - *Ipomoea triloba*). Os tratamentos constaram de esquema fatorial 4x4, com quatro doses do herbicida glyphosate (0, 360, 720 e 1.080 g e.a. ha⁻¹) e quatro doses do herbicida saflufenacil (0, 21, 42 e 63 g ha⁻¹). Em ambos os trabalhos se adotou delineamento experimental de blocos ao acaso e cinco repetições. Dentre as combinações testadas, a mistura foi considerada aditiva para o capim-amargoso e para a corda-de-viola. Estas misturas foram consideradas importantes ferramentas para controle de plantas daninhas resistentes e tolerantes nos sistemas de produção, sendo o saflufenacil uma excelente molécula a ser utilizada em acompanhamento ao herbicida glyphosate.

ABSTRACT

Repetitive adoption of glyphosate and in high rates have selected resistant biotypes of weeds, as well as it has contributed to selecting glyphosate-tolerant species. The most common solution for that is the inclusion of alternative herbicides in the system of production, applied isolated or in the tank mixtures. Therefore, this work was developed with the objective of evaluating the efficacy and interaction of glyphosate-saflufenacil tank mixtures for controlling two weed species. Two independent experiments were developed, evaluating one monocotyledonous weed species (sourgrass – *Digitaria insularis*) and one dicotyledonous (morning glory – *Ipomoea triloba*). Treatments were consequence of a factorial combination 4x4, i.e., four rates of glyphosate (0, 360, 720 and 1,080 g ha⁻¹) and four rates of saflufenacil (0, 21, 42 and 63 g ha⁻¹). In all the trials, experimental design adopted was randomized blocks with five replications. Among the combinations, mixture was considered additive for sourgrass and morning glory. These mixtures may be considered as important tools to control resistant and tolerant weeds in management systems, being saflufenacil an excellent molecule to be applied with glyphosate.

1. Introdução

As plantas daninhas são um dos mais importantes fatores que afetam as culturas agrícolas, podendo causar decréscimos na produtividade, necessidade de medidas de controle e aumento nos custos de produção. Atualmente, o controle destas plantas por meio de herbicidas constitui-se no método mais eficaz, principalmente em grandes áreas de cultivo, onde o método se torna economicamente viável (AGOSTINETTO et al., 2009; CIUBERKIS et al., 2010).

Tradicionalmente, o glyphosate tem sido considerado como o herbicida de maior importância mundial (FAIRCLOTH et al., 2001; MOLDES et al., 2012). O mesmo vem sendo utilizado por muitos anos em diversos sistemas de produção, devido à crescente utilização de culturas transgênicas tolerantes à molécula e à facilidade de seu uso, pois possui baixa toxicidade aos animais e ao homem, baixo custo, amplo espectro de ação e rápida adsorção no solo (BARROSO et al., 2014).

Porém, com seu uso contínuo, biótipos de plantas daninhas resistentes a essa molécula foram selecionados. No Brasil, existem vários casos de resistência, como as espécies de buva (*Conyza* spp.), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e, mais recentemente, o caruru-palmeri (*Amaranthus palmeri*) (MOREIRA et al., 2007; CARVALHO et al., 2011; CARVALHO et al., 2015; HEAP, 2020); além de problemas no controle relacionados a espécies de baixa suscetibilidade ao glyphosate, como a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e as cordas-de-viola (*Ipomoea* spp.) (CHRISTOFFOLETI et al., 2008; ANDRADE et al., 2018). Neste sentido, tem-se a necessidade de adotar novas estratégias para o manejo destas populações, tal como a combinação de glyphosate com outras moléculas herbicidas, aplicadas de forma isolada ou misturadas em tanque (MOREIRA et al., 2010; DALAZEN et al., 2015).

Como molécula alternativa, encontra-se o saflufenacil, herbicida inibidor da enzima protoporfirinogênio IX oxidase (PROTOX) (GROSSMANN et al., 2011). Na presença do herbicida, tem-se a inibição competitiva da PROTOX, última enzima comum das rotas de síntese do grupo heme e da clorofila (HAO et al., 2011). Apesar do uso de misturas de herbicidas ser muito comum na agricultura brasileira, há pouca disponibilidade de informações sobre a comparação da eficácia e interação dos herbicidas envolvidos, os quais podem responder de forma sinérgica, aditiva ou antagônica (GAZZIERO, 2015).

A combinação de glyphosate com herbicidas inibidores da PROTOX comumente resulta em antagonismo, em consequência da rápida destruição dos tecidos causada por herbicidas de contato, o que reduz a eficácia de ambos os herbicidas (STARKE; OLIVER, 1998; SHAW; ARNOLD, 2002; DALAZEN et al., 2015). Assim sendo, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficácia e a interação das moléculas envolvidas na mistura de glyphosate e saflufenacil para o controle de plantas daninhas.

2. Material e Métodos

Dois experimentos foram desenvolvidos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Câmpus Machado – MG (21° 40' S; 45° 55' W; 850 m de altitude), entre Agosto de 2016 e Maio de 2017. Em cada experimento, adotou-se uma espécie de planta daninha distinta, utilizando-se de uma monocotiledônea (*Digitaria insularis* – capim-amargoso, suscetível ao glyphosate) e uma dicotiledônea (*Ipomoea triloba* – corda-de-viola), ambas consideradas plantas daninhas de difícil controle. Estas espécies foram adotadas no intuito de avaliar a interferência da mistura sobre a eficácia do glyphosate (controle de *D. insularis*), bem como sobre o saflufenacil (controle de *I. triloba*); conforme abordagem realizada por Andrade et al. (2018).

As sementes das espécies daninhas foram obtidas por meio de coleta em campo ou adquiridas comercialmente. Os propágulos foram acondicionados em sacos de papel, em local seco, à temperatura ambiente, até a instalação dos experimentos. Inicialmente, as sementes foram germinadas em caixas plásticas com capacidade para 2 L, preenchidas com substrato comercial (casca de *Pinus* + turfa + vermiculita). Em estágio fenológico de uma folha plenamente expandida (monocotiledôneas) ou em folhas cotiledonares (dicotiledôneas), as plântulas foram transplantadas para vasos onde permaneceram até o final do experimento, em população média de oito plantas por vaso (*D. insularis*) ou três plantas por vaso (*I. triloba*).

Os experimentos foram instalados seguindo o modelo de delineamento experimental de blocos ao acaso, em que cada unidade experimental constou de um vaso com capacidade para 1,0 L, preenchido com a mistura de substrato comercial, terra peneirada e vermiculita na proporção de 6:3:1, respectivamente. Todas as parcelas foram devidamente fertilizadas e irrigadas diariamente. Para cada espécie (experimentos distintos), os tratamentos constaram de esquema fatorial 4x4, em que se adotaram quatro doses do herbicida glyphosate (0, 360, 720 e 1.080 g e.a. ha⁻¹) e quatro doses do herbicida saflufenacil (0, 21, 42 e 63 g i.a. ha⁻¹), resultando em 16 tratamentos e 80 parcelas (cinco repetições). Em todos os tratamentos, utilizou-se água deionizada no preparo das soluções, para evitar contaminação.

As pulverizações foram realizadas sobre plantas em pré-perfilhamento (*D. insularis*) ou quatro folhas plenamente expandidas (*I. triloba*). Para tanto, foi utilizado pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO₂, acoplado a ponta única do tipo TeeJet 110.02, posicionada a 0,50 m dos alvos, calibrado para proporcionar volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Na sequência, avaliou-se o controle percentual aos 7, 14 e 28 dias após aplicação (DAA), bem como a massa seca residual aos 28 DAA. Para as avaliações de controle percentual, foi atribuído 0% no caso da ausência de sintomas causados pelos herbicidas e 100% para a morte das plantas, segundo o método proposto pela Sociedade

Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995). A biomassa vegetal foi obtida a partir da colheita do material vegetal remanescente nos vasos, com posterior secagem em estufa a 70°C por 72 horas.

A análise dos dados foi realizada por meio da aplicação do teste F na análise da variância, seguido do emprego do teste de Scott-Knott, ambos com 5% de significância. Se considerado apenas um nível de tratamentos, observam-se tratamentos quantitativos, porém para viabilizar a análise de antagonismo-sinergia das misturas não foram aplicadas regressões.

A análise de antagonismo-sinergia foi baseada no modelo proposto por Colby (1967):

$$E = 100 - \frac{(100 - X) * (100 - Y)}{100}$$

Em que: *X* é a porcentagem de inibição do crescimento (controle) pelo glyphosate na dose *x*; *Y* é a porcentagem de inibição do crescimento (controle) pelo herbicida saflufenacil na dose *y*; e *E* é a porcentagem esperada da mistura dos herbicidas na mesma dose (*x* + *y*) (BARROSO et al., 2014; TREZZI et al., 2016). Então, *E* pode ser entendida como a toxicidade esperada da mistura.

Se a resposta observada for maior que a esperada, a mistura é sinérgica; se a resposta observada for menor que a esperada, a mistura é antagonista; se a resposta observada for igual à esperada, a mistura é aditiva. Para comparação da resposta esperada e resposta observada adotou-se o teste 't', com 5% de significância (ANDRADE et al., 2018).

3. Resultados e Discussão

Considerando-se o capim-amargoso, aos 7 e 14 DAA, a adição de glyphosate elevou o controle em todas as combinações com saflufenacil, principalmente nas maiores doses; enquanto a adição de saflufenacil elevou a eficácia do glyphosate apenas nas doses de 720 e 1.080 g ha⁻¹ (Tabela 1). Sabidamente, os herbicidas inibidores da PROTOX são latifolicidas por excelência, sem promover controle significativo sobre gramíneas (CARVALHO; GONÇALVES NETTO, 2016), o que se evidenciou nas aplicações ineficazes de saflufenacil isolado sobre o capim-amargoso em todas as avaliações (Tabela 1). Já o glyphosate, por sua vez, sendo um herbicida não seletivo, promoveu controle eficaz das plantas de capim-amargoso a partir dos 14 dias após aplicação (DAA).

Tabela 1. Controle percentual¹ do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) após pulverização de diferentes doses dos herbicidas glyphosate e saflufenacil, isolados ou em mistura, avaliado aos 7, 14 e 28 dias após aplicação. Machado - MG, 2016.

Glyphosate (g ha ⁻¹)	Saflufenacil (g ha ⁻¹)			
	0	21	42	63
Avaliação de controle realizada aos 7 dias após aplicação				
0	0,00 B b	35,0 C a	35,0 C a	43,4 C a
360	49,8 A a	53,0 B a	53,6 B a	54,6 B a
720	47,4 A b	63,0 A a	65,0 A a	68,6 A a
1080	45,0 A b	65,6 A a	72,0 A a	75,0 A a
CV = 14,15 F _{int} = 5,039* F _{gly} = 99,225* F _{sfl} = 45,557*				
Avaliação de controle realizada aos 14 dias após aplicação				
0	0,0 B c	31,2 C b	31,6 C b	43,2 B a
360	89,4 A a	88,4 B a	87,8 B a	91,4 A a
720	88,0 A b	98,6 A a	98,2 A a	98,6 A a
1080	86,4 A b	97,4 A a	97,8 A a	97,8 A a
CV = 7,76 F _{int} = 8,928* F _{gly} = 636,434* F _{sfl} = 30,485*				
Avaliação de controle realizada aos 28 dias após aplicação				
0	0,0 B c	21,8 B b	24,0 B b	33,4 B a
360	100,0 A a	99,2 A a	96,0 A a	99,8 A a
720	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
1080	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
CV = 5,00 F _{int} = 16,396* F _{gly} = 2010,188* F _{sfl} = 14,914*				

¹Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; *Significativo ao teste F, com 1% de significância.

Os resultados obtidos aos 14 e 28 DAA são semelhantes entre si e evidenciam a elevada eficácia das misturas de glyphosate e saflufenacil, em todas as doses, para o controle de capim-amargoso; bem como elevada eficácia das doses isoladas de glyphosate (Tabela 1),

indicando não haver efeitos negativos na combinação destes herbicidas. Aos 28 DAA, a eficácia de todos os tratamentos com glyphosate foi plenamente satisfatória, proporcionando controle sempre superior a 95%, dificultando a análise das misturas (Tabela 1).

Na redução de biomassa de matéria seca do capim-amargoso, todos os tratamentos alcançaram resultados semelhantes, exceto para os tratamentos isolados de saflufenacil, para os quais constatou-se maior massa seca residual (Tabela 2). Queiroz et al. (2014) ao estudarem a

eficácia e o tipo de interação nas misturas de glyphosate (1.080 ou 1.440 g e.a. ha⁻¹) e saflufenacil (24,5 g ha⁻¹) para o controle de *Brachiaria decumbens*, também registraram a eficácia das misturas, bem como das doses isoladas de glyphosate já aos 14 DAA.

Tabela 2. Massa de matéria seca¹ do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) após pulverização de diferentes doses dos herbicidas glyphosate e saflufenacil, isolados ou em mistura, avaliados aos 28 dias após aplicação. Machado - MG, 2016.

Glyphosate (g ha ⁻¹)	Saflufenacil (g ha ⁻¹)			
	0	21	42	63
Massa de matéria seca mensurada aos 28 dias após aplicação				
0	10,98 B c	5,29 B b	5,50 B b	4,24 B a
360	1,44 A a	1,25 A a	1,55 A a	1,18 A a
720	1,61 A a	1,23 A a	1,25 A a	1,34 A a
1080	1,53 A a	1,34 A a	1,10 A a	1,32 A a
	CV = 24,98	F _{int} = 24,749*	F _{gly} = 307,213*	F _{sfl} = 33,225*

¹Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; *Significativo ao teste F, com 1% de significância.

O herbicida glyphosate em mistura com saflufenacil não resultou em efeitos negativos quando comparado à sua aplicação isolada (Tabelas 1 e 2). Historicamente, a combinação de glyphosate com inibidores da PROTOX (sulfentrazone ou fomesafen) resulta em antagonismo. Isso se deve à rápida destruição dos tecidos provocada pelos inibidores da PROTOX (STARKE; OLIVER, 1998; SHAW; ARNOLD, 2002; DALAZEN et al., 2015), o que reduz a eficácia de ambos os herbicidas. Entretanto, o saflufenacil possui características físico-químicas (pKa de 4,41 e log Kow de 2,6) que permitem sua mobilidade via floema (ASHIGH; HALL, 2010), sem que haja prejuízo na

combinação com glyphosate (DALAZEN et al., 2015).

Com relação à corda-de-violão, em todos os resultados obtidos nas avaliações de controle percentual, evidenciou-se a interação positiva das doses de glyphosate e saflufenacil desde 7 DAA, com controle superior a 96%, assim como perfeita eficácia das aplicações isoladas de saflufenacil (Tabela 3). As espécies de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* são muito sensíveis ao herbicida saflufenacil. Com frequência, doses reduzidas deste ingrediente ativo (< 20 g ha⁻¹) são suficientes para controle absoluto das plantas (CARVALHO et al., 2020).

Tabela 3. Controle percentual¹ da corda-de-violão (*Ipomoea triloba*) após pulverização de diferentes doses dos herbicidas glyphosate e saflufenacil, isolados ou em mistura, avaliado aos 7, 14 e 28 dias após aplicação. Machado - MG, 2017.

Glyphosate (g ha ⁻¹)	Saflufenacil (g ha ⁻¹)			
	0	21	42	63
Avaliação de controle realizada aos 7 dias após aplicação				
0	0,0 C b	97,2 A a	98,2 A a	98,2 A a
360	27,0 B b	98,0 A a	97,4 A a	98,4 A a
720	37,4 A b	97,6 A a	98,2 A a	97,8 A a
1080	34,6 A b	96,2 A a	97,6 A a	97,6 A a
	CV = 3,85	F _{int} = 39,703*	F _{gly} = 37,252*	F _{sfl} = 2845,421*
Avaliação de controle realizada aos 14 dias após aplicação				
0	0,0 C b	97,2 A a	98,0 A a	99,0 A a
360	47,6 B b	98,2 A a	98,2 A a	98,8 A a
720	74,8 A b	98,2 A a	98,6 A a	99,8 A a
1080	81,6 A b	98,6 A a	99,8 A a	99,6 A a
	CV = 6,10	F _{int} = 59,657*	F _{gly} = 66,501*	F _{sfl} = 406,398*
Avaliação de controle realizada aos 28 dias após aplicação				
0	0,0 C b	99,2 A a	99,8 A a	100,0 A a
360	53,0 B b	100,0 A a	99,8 A a	100,0 A a
720	88,4 A b	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
1080	91,4 A b	100,0 A a	100,0 A a	100,0 A a
	CV = 4,85	F _{int} = 119,187*	F _{gly} = 122,686*	F _{sfl} = 461,465*

¹Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; *Significativo ao teste F, com 1% de significância.

No caso de buva (*Conyza* spp.) resistente ao glyphosate, resultados semelhantes e satisfatórios foram obtidos utilizando-se glyphosate (540 g e.a. ha⁻¹) + saflufenacil (35 g ha⁻¹) (DALAZEN et al., 2015). Neste caso, as misturas preveniram a ocorrência de rebrote e a dispersão de novas sementes de buva, o que não ocorreu para as plantas tratadas apenas com saflufenacil. Neste mesmo sentido, Rocha et al. (2016) verificaram que a adição de saflufenacil à mistura de glyphosate elevou a eficácia de controle para plantas de mamona (*Ricinus communis*) durante a dessecação em pré semeadura da soja (*Glycine max*).

A eficácia da adição de saflufenacil ao glyphosate foi observada já aos 7 DAA, desde a menor dose de glyphosate (360 g ha⁻¹), obtendo controle total aos 28 DAA com doses

de 360 g ha⁻¹ de glyphosate e 21 g ha⁻¹ de saflufenacil (Tabela 3). Já para as doses isoladas de glyphosate, o controle foi insatisfatório quando comparado às misturas até 28 DAA (Tabela 3), embora as doses de 720 e 1080 g ha⁻¹ tenham sido suficientes para obter a mesma massa de matéria seca dos tratamentos em mistura (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram obtidos por Castro et al. (2017), que ao estudarem a eficácia da mistura de glyphosate e saflufenacil observaram que o uso isolado do herbicida glyphosate não foi capaz de controlar satisfatoriamente plantas de trapoeraba (*Comelina* spp.). Porém, ao acrescentarem o herbicida saflufenacil à mistura, proporcionaram melhor controle tanto para plantas de trapoeraba, quanto para a corda-de-viola.

Tabela 4. Massa de matéria seca¹ da corda-de-viola (*Ipomoea triloba*) após pulverização de diferentes doses dos herbicidas glyphosate e saflufenacil, isolados ou em mistura, avaliados aos 28 dias após aplicação. Machado - MG, 2017.

Glyphosate (g ha ⁻¹)	Saflufenacil (g ha ⁻¹)			
	0	21	42	63
Massa de matéria seca mensurada aos 28 dias após aplicação				
0	4,01 A b	0,80 A a	0,80 A a	0,61 A a
360	1,76 B b	0,51 A a	0,62 A a	0,42 A a
720	0,78 C a	0,48 A a	0,49 A a	0,42 A a
1080	0,73 C a	0,56 A a	0,57 A a	0,40 A a
	CV = 41,21	F _{int} = 19,484*	F _{gly} = 34,743*	F _{sf} = 62,142*

¹Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si segundo teste de Scott-Knott, com 5% de significância; *Significativo ao teste F, com 1% de significância.

Devido à elevada eficácia das misturas, considerou-se a análise de interação pelo método de Colby apenas aos 7 e 14 DAA. Nesta condição, avaliaram-se 18 possibilidades de combinação de glyphosate e saflufenacil. Dentre estas 18 possibilidades, para o capim-amargoso, a mistura foi

considerada aditiva em 15 casos e antagonista em somente três casos (Tabela 5), onde foi aplicada a menor dose de glyphosate (360 g ha⁻¹). Já para a corda-de-viola, a mistura foi considerada aditiva em todas as combinações (Tabela 6).

Tabela 5. Análise da interação das misturas de glyphosate e saflufenacil aos 7 e 14 dias após pulverização sobre o capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Machado - MG, 2016.

Glyphosate (g ha ⁻¹)	Saflufenacil (g ha ⁻¹)								
	21			42			63		
	Obs. ¹	Esp. ²	Int. ³	Obs. ¹	Esp. ²	Int. ³	Obs. ¹	Esp. ²	Int. ³
Análise das misturas aos 7 dias após aplicação - DMS _t = 9,24									
360	53,0	67,4	-	53,6	67,4	-	54,6	71,6	-
720	63,0	65,8	=	65,0	65,8	=	68,6	70,2	=
1080	65,6	64,3	=	72,0	64,3	=	75,0	68,9	=
Análise das misturas aos 14 dias após aplicação - DMS _t = 7,52									
360	88,4	92,7	=	87,8	92,7	=	91,4	94,0	=
720	98,6	91,7	=	98,2	91,8	=	98,6	93,2	=
1080	97,4	90,6	=	97,8	90,7	=	97,8	92,3	=

¹Valores observados; ²Valores esperados; ³Análise da interação, considerando-se teste 't' aplicado com 5% de significância, em que (+) diz respeito à mistura sinérgica, (=) diz respeito à mistura aditiva e (-) diz respeito à mistura antagonista.

Tabela 6. Análise da interação das misturas de glyphosate e saflufenacil aos 7 e 14 dias após pulverização sobre a corda-de-viola (*Ipomoea triloba*). Machado - MG, 2017.

Glyphosate (g ha ⁻¹)	Saflufenacil (g ha ⁻¹)								
	21			42			63		
	Obs. ¹	Esp. ²	Int. ³	Obs. ¹	Esp. ²	Int. ³	Obs. ¹	Esp. ²	Int. ³
Análise das misturas aos 7 dias após aplicação - DMS _t = 3,87									
360	98,0	98,0	=	97,4	98,7	=	98,4	98,7	=
720	97,6	98,2	=	98,2	98,9	=	97,8	98,9	=
1080	96,2	98,2	=	97,6	98,8	=	97,6	98,8	=
Análise das misturas aos 14 dias após aplicação - DMS _t = 6,69									
360	98,2	98,5	=	98,2	99,0	=	98,8	99,5	=
720	98,2	99,3	=	98,6	99,5	=	99,8	99,7	=
1080	98,6	99,5	=	99,8	99,6	=	99,6	99,8	=

¹Valores observados; ²Valores esperados; ³Análise da interação, considerando-se teste 't' aplicado com 5% de significância, em que (+) diz respeito à mistura sinérgica, (=) diz respeito à mistura aditiva e (-) diz respeito à mistura antagonista.

Dalazen et al. (2105), constataram efeitos sinérgicos da mistura de glyphosate e saflufenacil para plantas de buva. Este resultado pode ser explicado pelo aumento da absorção foliar e da translocação desses herbicidas (RONCHI et al., 2002), onde em plantas de buva a absorção e translocação pode ter sido mais facilitada do que em plantas de capim-amargoso e corda-de-viola.

Neste sentido, ressalta-se que o método de Colby (1967) é muito rigoroso e só considera sinergismo os casos em que a mistura resulta em eficácia observada significativamente superior à esperada, o que não ocorreu para as espécies de plantas daninhas avaliadas neste experimento. Portanto, confirma-se que a mistura com saflufenacil não ocasiona prejuízos significativos à eficácia, uma vez que o saflufenacil deve permitir a mobilidade de grande parte do glyphosate absorvido (DALAZEN et al., 2015).

4. Conclusões

A aplicação da mistura de glyphosate e saflufenacil sobre o capim-amargoso foi aditiva na maioria das doses utilizadas; quanto à eficácia sobre a corda-de-viola, a mistura foi aditiva em todas as doses utilizadas. Assim sendo, esta mistura pode ser considerada uma importante ferramenta para controle de plantas daninhas resistentes e tolerantes nos sistemas de produção.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor.

Referências

Agostinetto, D.; Tironi, S. P.; Galon, L.; Dal Magro, T.

Desempenho de formulações e doses de glyphosate em soja transgênica. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 35, 2009.

Andrade, J. F.; Presoto, J. C.; Gonçalves Netto, A.; Carvalho, S. J. P. Interação e eficácia de misturas em tanque dos herbicidas metsulfuron-methyl e glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 4, e610, 2018.

Ashigh, J. J.; Hall, C. Bases for interactions between saflufenacil and glyphosate in plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 12, p. 7335-7343, 2010.

Barroso, A. A. M.; Albrecht, A. J. P.; Reis, F. C.; Victoria Filho, R. Interação entre herbicidas inibidores da ACCase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 619-627, 2014.

Carvalho, L. B.; Cruz-Hipolito, H.; González-Torralva, F.; Alves, P. L. C. A.; Christoffoleti, P. J.; De Prado, R. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. **Weed Science**, v. 59, n. 2, p. 171-176, 2011.

Carvalho, S. J. P.; Gonçalves Netto, A.; Nicolai, M.; Cavenaghi, A. L.; López-Ovejero, R. F.; Christoffoleti, P. J. Detection of glyphosate-resistant palmer-amaranth (*Amaranthus palmeri*) in agricultural areas of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 579-586, 2015.

Carvalho, S. J. P.; Gonçalves Netto, A. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX (Grupo E). In: Christoffoleti, P.J.; Nicolai, M. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Piracicaba: ESALQ, 2016. p.151-175.

Carvalho, S. J. P.; Nery, L. F.; Madeira, C. A. B.; Andrade, J. F.; Presoto, J. C. Suscetibility of four *Ipomoea* genus weed species to the herbicides saflufenacil os flumioxazin.

Revista Agrogeoambiental, v. 12, n. 2, p. 106-115, 2020.

Castro, E. B.; Carbonari, C. A.; Velini, E. D.; Ben, R.; Belapart, D.; Gomes, G. L. G. C.; Macedo, G. C. Deposição de calda e eficácia de controle de glyphosate e saflufenacil associados a adjuvantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 2, p. 103-111, 2017.

Christoffoleti, P. J.; Galli, A. J. B.; Carvalho, S. J. P.; Moreira, M. S.; Nicolai, M.; Foloni, L. L. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. **Pest Management Science**, v. 64, n. 4, p. 422-427, 2008.

Ciuberkis, S.; Bernotas, S.; Raudonis, S.; Felix, J. Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. **Weed Technology**, v. 21, n. 1, p. 213-218, 2010.

Colby, S. R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. **Weeds**, v. 15, n. 1, p. 20-22, 1967.

Dalazen, G.; Kruse, N. D.; Machado, S. L. O.; Balbinot, A. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 249-256, 2015.

Faircloth, W. H.; Patterson, M. G.; Monks, C. D.; Goodman, W. R. Weed management programs for glyphosate-tolerant cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, v. 15, n. 3, p. 544-551, 2001.

Gazziero, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

Grossmann, K.; Hutzler, J.; Caspar, G.; Kwiatkowski, J.; Brommer, C. L. Saflufenacil (Kixor™): Biokinetic properties and mechanism of selectivity of a new protoporphyrinogen IX oxidase inhibiting herbicide. **Weed Science**, v. 23, n. 3, p. 290-298, 2011.

Hao, G. F.; Zuo, Y.; Yang, S. G.; Yang, G. F. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor: an ideal target for herbicide discovery. **Chemistry in China**, v. 65, n. 12, p. 961-969, 2011.

Heap, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: www.weedscience.com. Acesso em: 11 Mai. 2020.

Moldes, C. A.; Camiña, J. M.; Medici, L. O.; Tsai, S. M.; Azevedo, R. A. Physiological effects of glyphosate over amino acid profile in conventional and transgenic soybean (*Glycine max*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 102, n. 2, p. 134-141, 2012.

Moreira, M. S.; Melo, M. S. C.; Carvalho, S. J. P.; Nicolai, M.; Christoffoleti, P. J. Herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistente

ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010.

Moreira, M. S.; Nicolai, M.; Carvalho, S. J. P.; Christoffoleti, P. J. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

Queiroz, J. R. G.; Silva Junior, A. C.; Costa, A. C. P. R.; Martins, D. Eficiência da aplicação da mistura de glyphosate com saflufenacil sobre plantas de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2014.

Rocha, V. S.; Costa, A. G. F.; Trovão, D. M. B. M.; Zonta, J. H.; Sofiatti, V.; Maciel, C. D. G.; Almeida, H. S. A. Management of volunteer castor bean in the glyphosate-resistant soybean crop. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 545-553, 2016.

Ronchi, C. P.; Silva, A.A.; Miranda, G. V.; Ferreira, F. R.; Terra, A. A. Mistura de herbicidas para o controle de plantas daninhas do gênero *Commelina*. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 311-318, 2002.

Shaw, D. R.; Arnold, J. C. Weed control from herbicide combinations with glyphosate. **Weed Technology**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2002.

SBCPD - Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.

Starke, R. J.; Oliver, L. R. Interaction of glyphosate with chlorimuron, fomesafen, imazetaphyr, and sulfentrazone. **Weed Science**, v. 46, n. 6, p. 652-660, 1998.

Trezzi, M. M.; Diesel, F.; Kruse, N. D.; Xavier, E.; Pazuch, D.; Pagnoncelli Junior, F.; Batistel, S. C. Interactions of saflufenacil with other herbicides promoters of oxidative stress to control joyweed. **Planta Daninha**, v. 34, n. 2, p. 319-326, 2016.