



Pulverização de glyphosate puro ou em mistura após diferentes períodos de armazenamento da calda pronta

Saul Jorge Pinto de Carvalho¹, Débora Fernanda Oliveira Batista²,
Jonathan Miguel Matoso³, Ludimila Justina Ferreira da Silva⁴, Michele de Souza⁵

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Docente. saul.carvalho@ifsuldeminas.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Discente. debora.fernanda@alunos.ifsuldeminas.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Discente. sjpcarvalho@yahoo.com.br

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Discente. sjpcarvalho@yahoo.com.br

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Discente. sjpcarvalho@yahoo.com.br

Recebido em : 28/06/2024

Aceito em: 05/02/2025

Resumo

Observa-se a constante necessidade do uso de misturas de herbicidas em tanque para o manejo de plantas de difícil controle, principalmente considerando a soja voluntária na cultura do milho safrinha. Nesse sentido, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficácia do herbicida glyphosate (puro, em mistura com 2,4-D ou atrazina) após diferentes períodos de armazenamento da calda pronta. Para tanto, cinco experimentos foram realizados em casa-de-vegetação, entre 2015 e 2017, três com volume de calda de 240 L ha⁻¹ e dois com volume de calda reduzido para 120 L ha⁻¹. Em todos os experimentos, os tratamentos foram consequência da combinação fatorial (5x3) + 1, em que cinco foram os períodos de repouso da calda pronta: 1, 24, 48, 96 e 168 horas; três foram as caldas de herbicidas utilizadas: glyphosate puro (720 g e.a. ha⁻¹), glyphosate + atrazina (720 + 1.500 g ha⁻¹) e glyphosate + 2,4-D (720 + 670 g e.a. ha⁻¹); e um foi a testemunha absoluta sem aplicação de herbicidas. Adotaram-se como bioindicadores a corda-de-viola (*Ipomoea triloba*), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e a soja voluntária Roundup Ready. Em síntese, não houve influência significativa dos períodos de repouso das caldas prontas sobre a eficácia dos produtos. Entre os tratamentos, o melhor controle do capim-amargoso foi obtido com glyphosate puro; para a corda-de-viola, o melhor controle foi obtido pelas misturas de glyphosate + atrazina e glyphosate + 2,4-D. Por fim, o melhor controle da soja transgênica voluntária foi obtido com glyphosate + atrazina. Houve pequenos indícios de antagonismo nas misturas de glyphosate + atrazina e glyphosate + 2,4-D.

Palavras-chave: *Glycine max*. Eficácia. Intereração. Controle químico. Pós-emergência.

Introdução

O crescimento populacional influencia diretamente a demanda e produção de alimentos, fazendo com que os produtores explorem o máximo potencial produtivo de suas propriedades e superem, ano após ano, os índices de produtividade alcançados nas safras anteriores. Entretanto, a perda do potencial produtivo das culturas pode estar relacionada à interferência de fatores bióticos, entre eles, a ocorrência de plantas daninhas nas áreas produtivas. Além de prejuízos ocasionados pelo efeito direto, como a própria competição e a alelopatia, observam-se também os efeitos indiretos, como o alojamento de insetos, doenças, interferência na colheita e na qualidade dos produtos (Vasconcelos, Silva,

Lima, 2012), principalmente quando se tratam de culturas de grande importância econômica, como é o caso do algodão, do milho e da soja.

Na safra 2022/23, o milho (*Zea mays L.*) foi cultivado em cerca de 22,2 milhões de hectares no Brasil, com produtividade de 5.923 kg ha⁻¹ e produção de 131.892,6 milhões de toneladas, em que, aproximadamente, 102 milhões de toneladas foram provenientes da segunda safra (CONAB, 2023). Segundo Nóbrega (2016), em inúmeras áreas do país a produção dessa cultura está vinculada ao modelo de sucessão de culturas ou de plantio direto. Portanto, o milho safrinha, ou segunda safra, é caracterizado pelo cultivo após uma cultura de verão, geralmente após a colheita da soja. Esse modelo de produção permite que

produtor aumente sua renda, impede que áreas agrícolas permaneçam em pousio, otimiza o uso dos maquinários e implementos agrícolas, além de garantir o aproveitamento do nitrogênio proveniente da fixação biológica da soja.

Acompanhando o acréscimo produtivo das culturas, principalmente da cultura do milho, é recorrente a interferência das plantas daninhas. De acordo com Christoffoleti, Brunharo e Figueiredo (2015), pelo fato de o milho ser semeado em sequência à cultura da soja, esse manejo pode contribuir para a seleção de plantas daninhas resistentes, principalmente ao glyphosate, com destaque para as espécies de buva (*Conyza spp.*) e o capim amargoso (*Digitaria insularis*).

Além disso, vale ressaltar que a expansão de áreas agrícolas com culturas geneticamente modificadas resistentes ao glyphosate coopera para o desenvolvimento de plantas voluntárias, tais como a soja (Roundup Ready – RR), que crescem como uma planta daninha na cultura do milho. A soja voluntária é originada da germinação de grãos perdidos durante a colheita mecanizada (Rizzardi et al., 2012), ou de plantas quebradas ou acamadas na lavoura. Evidencia-se que a soja voluntária pode reduzir a produtividade do milho entre 22% e 40%, dependendo da densidade das plantas (Adegas, Gazziero, Voll, 2014).

Entre os métodos para controle, considera-se o controle químico como a opção mais amplamente adotada na agricultura brasileira, por ser eficiente, pelo custo atrativo, quando comparado aos demais métodos, e pela facilidade na utilização. Decisões de controle de plantas daninhas são fortemente influenciadas pelo aspecto econômico, de modo que manejos que fornecem o maior retorno econômico mensurável e de curto prazo tendem a ter maior adoção, como é o caso do controle químico (Peterson et al., 2018).

A combinação de alguns herbicidas que possuem atividade residual no solo (atrazina

e 2,4-D) ao glyphosate, além de aumentar o espectro de controle, também permite o manejo em pré-emergência e reduz a matocompetição inicial (Jaremtchuck et al., 2008). Segundo Lima et al. (2011), foram avaliados cinco mecanismos de ação distintos de herbicidas para o controle das plantas voluntárias de diferentes cultivares de soja RR. Aos 42 dias após a aplicação (DAA), constatou-se que o tratamento com a mistura de 2,4-D e glifosato proporcionou a eliminação de 100% das plantas, independentemente da cultivar avaliada. A combinação de herbicidas é uma opção para o controle de soja voluntária na cultura do milho, assim o uso da associação de atrazina com o glyphosate promove e intensifica o controle de plantas daninhas de folha larga e da soja voluntária com custo reduzido (Trezzi et al., 2005).

Ponderando sobre as interações e o desempenho desses produtos no manejo das plantas daninhas, o período e a forma de armazenamento de caldas para pulverização são motivos de estudos por pesquisadores. Sabidamente, a mistura de dois ou mais ingredientes ativos ou mecanismos de ação é uma estratégia eficiente para prevenir a seleção de biótipos resistentes, para o controle de plantas daninhas resistentes e espécies tolerantes a herbicidas (Abbas et al., 2016). Porém, se não realizada de forma planejada, uma mistura em tanque pode resultar em diversos aspectos negativos, desde riscos à saúde e ao ambiente, efeitos fitotóxicos na cultura, até problemas na aplicação e falhas de controle, resultados das incompatibilidades e dos efeitos das interações dos diferentes produtos e, principalmente, pela desinformação (Ikeda, 2013; Jesus, 2014).

Por exemplo, em períodos chuvosos, pode ocorrer a necessidade de armazenamento de caldas prontas por determinado período de tempo, com isso, a falta de informações sobre a degradação da calda armazenada faz com que alguns agricultores, por medo de resultados

negativos, ou aumentem o volume de aplicação (causando desperdício de produto) ou descartem a calda, após 24 ou 48 horas de armazenamento (Ramos, Durigan, 1998).

Nesse sentido, é importante compreender e dimensionar a influência do uso de herbicidas em misturas e os fatores que possam ou não influenciar negativamente sua ação. Assim sendo, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficácia do herbicida glyphosate (puro, em mistura com 2,4-D ou atrazina) após diferentes períodos de armazenamento da calda pronta e em baixo volume de calda.

Material e métodos

Cinco experimentos independentes foram realizados entre 2015 e 2017, todos em casa-de-vegetação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado ($21^{\circ} 45' S$; $45^{\circ} 55' W$; 850 m de altitude). Os três primeiros experimentos (Exp. 1, 2 e 3) foram realizados para avaliar a interferência dos diferentes períodos de repouso da calda pronta na eficácia de pulverização de glyphosate puro ou em mistura com atrazina ou 2,4-D, adotando-se volume de calda de 240 L ha^{-1} . Os dois experimentos seguintes (Exp. 4 e 5) seguem o mesmo protocolo de tratamentos, porém com volume de calda reduzido para 120 L ha^{-1} . Os experimentos foram avaliados isoladamente, de forma a eliminar o efeito de época do ano ou momento de aplicação. Essas misturas foram escolhidas porque são frequentemente utilizadas para a eliminação da soja voluntária resistente a glyphosate na cultura do milho cultivado em sucessão.

Em todos os experimentos, os tratamentos foram consequência da combinação fatorial (5×3) + 1, em que cinco foram os períodos de repouso da calda pronta: 1, 24, 48, 96 e 168 horas; três foram as caldas de herbicidas utilizadas: glyphosate puro ($720\text{ g e.a. ha}^{-1}$),

glyphosate + atrazina ($720 + 1.500\text{ g ha}^{-1}$) e glyphosate + 2,4-D ($720 + 670\text{ g e.a. ha}^{-1}$); e um foi a testemunha absoluta sem aplicação de herbicidas. Dessa forma, utilizou-se o total de 16 tratamentos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições, resultando em 80 parcelas por experimento.

Todas as caldas foram preparadas de forma escalonada no tempo, de modo que as aplicações foram realizadas no mesmo dia. Aos tratamentos com misturas de herbicidas, foi adicionado o óleo mineral Assist® a 0,5% v/v. Após cada momento de preparo, as caldas foram acondicionadas em garrafas pet de 600 mL e guardadas dentro de dois sacos de papel kraft, a fim de evitar a radiação solar durante o período de armazenamento, simulando um tanque de pulverizador. Dessa forma, foram estocadas em local fresco e seco de acordo com os períodos de repouso pré-estabelecidos.

O primeiro experimento (Exp. 1) foi realizado entre março e maio de 2015. Neste experimento, utilizou-se o capim-amargoso (*Digitaria insularis* L. (Fedde)) como planta bioindicadora e volume de calda de 240 L ha^{-1} . Em seguida, dois experimentos (Exp. 2 e 3) foram realizados entre setembro e dezembro de 2015, utilizando-se a corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) e a soja RR (*Glycine max* L. Merril) como plantas bioindicadoras e também volume de calda de 240 L ha^{-1} . Por fim, dois experimentos (Exp. 4 e 5) foram desenvolvidos entre setembro de 2016 e maio de 2017, utilizando-se o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e a corda-de-viola (*Ipomoea triloba*) como plantas bioindicadoras, neste caso com volume de calda de 120 L ha^{-1} . Os experimentos foram realizados com espécies monocotiledôneas e dicotiledôneas, bem como com a soja transgênica (Roundup Ready® – RR), para viabilizar a análise da interferência das misturas e do armazenamento sobre o efeito do glyphosate, do 2,4-D e da atrazina, visto terem espectro de controle distintos.

As sementes de amargoso foram coletadas em área não agrícola do município de Machado – MG. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel, em local seco, em temperatura ambiente até o início da instalação dos trabalhos. As sementes de corda-de-viola foram adquiridas comercialmente de empresa localizada no município de Cosmópolis – SP; enquanto a soja RR Syn1059 foi disponibilizada por empresa especializada na multiplicação de sementes para grandes culturas (Syngenta).

Para a instalação dos experimentos, as sementes do capim-amargoso e da corda-de-viola foram distribuídas em excesso em bandejas plásticas com capacidade para 2 L, preenchidas com substrato comercial e vermiculita com proporção de (2:1). As bandejas foram devidamente alocadas em casa-de-vegetação para germinação. Após emergência das plântulas, em estádio de duas folhas verdadeiras ou de folhas cotiledonares, as mesmas foram transplantadas para vasos de 1 L, preenchidos com mistura de solo argiloso peneirado (Tabela 1), substrato comercial e vermiculita na proporção de 3:6:1 v/v, devidamente fertilizados, onde permaneceram até o término do experimento; em densidade média de três plantas por vaso para corda-de-viola e densidade média de oito plantas por vaso para o capim-amargoso. O solo argiloso foi coletado em área adjacente à casa-de-vegetação, mantido em condições adequadas de fertilidade (Tabela 1).

No caso da soja, duas sementes foram alocadas diretamente nas parcelas, em profundidade média de 3 cm. Cada parcela também constou de um vaso de 1 L, sendo utilizada a mesma mistura de terra, substrato e vermiculita. Após emergência, no estádio de desenvolvimento V1, foi realizado o desbaste das parcelas, restando apenas uma planta por vaso. Todos os vasos de todos os experimentos foram mantidos sob irrigação automatizada por aspersão, sem deficiência hídrica ou nutricional.

Todas as pulverizações foram realizadas sobre plantas em estádio de pós-emergência tardia, identificando-se estádio V3 para a cultura da soja, de 5-6 folhas para a corda-de-viola e de pleno perfilhamento para o capim-amargoso. Para tanto, foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO₂, acoplado à barra com ponta única posicionada a 0,50 m dos alvos, modelo XR TeeJet 110.02 ou 110.01, com consumo relativo de calda de 240 L ha⁻¹ (Exp. 1, 2 e 3) ou 120 L ha⁻¹ (Exp. 4 e 5), respectivamente. As pulverizações foram realizadas sem interferência de vento e sem ocorrência de chuvas após as aplicações.

Foi avaliado o controle percentual aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA), bem como a massa seca residual aos 28 DAA. Para as avaliações de controle, foi atribuída nota zero no caso da ausência de sintomas e 100% para a morte das plantas, conforme recomendação da SBCPD (1995; Tabela 2). A equipe de avaliação foi composta por, no mínimo, três avaliadores

Tabela 1. Características físico-químicas* do solo utilizado nos experimentos. Machado – MG, 2017

Análise Química do Solo										Análise granulométrica				
pH H ₂ O	M.O. dag kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Ca	Mg	H+Al cmol _c dm ⁻³	SB	CTC	V %	m %	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	CT*
6,2	2,0	13,9	194	2,40	1,28	1,90	4,2	6,1	69	0	38,3	2,9	58,8	Arg

* Laboratório de Análise de Solos – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado; *CT – Classe textural – argilosa.

Fonte: Laboratório de análise de solos, IFSULDEMINAS, Campus Machado (2017)

treinados que atribuíram as notas de eficácia em concordância entre si. A massa vegetal foi obtida a partir da colheita do material vegetal remanescente nas parcelas, com posterior secagem em estufa a 70°C por 72 horas. Quando necessário, a massa seca foi corrigida para valores percentuais por meio da comparação da massa obtida nos tratamentos herbicidas com a massa da testemunha, considerada 100%.

Todos os dados experimentais, de todos os experimentos, foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância. Quando significativos, os dados foram agrupados segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (Scott, Knott, 1974). Todas as análises estatísticas foram realizadas adotando-se o nível de 5% de significância. Embora o tempo de repouso da calda seja uma variável quantitativa, optou-se pelo teste de Scott-Knott também nesse caso, visto que o agrupamento das médias permite discriminar mais facilmente o tempo máximo de armazenamento, em contraposição ao emprego de regressões.

Resultados e discussão

O armazenamento de caldas puras de glyphosate por até 168 horas (sete dias) não prejudicou a eficácia do herbicida sobre o capim-amargoso, quando em volume de calda de 240 L ha⁻¹ (Tabela 3). Nas avaliações realizadas aos 14 e 28 DAA, todos os tratamentos controlaram adequadamente o capim-amargoso, com danos crescentes entre

as datas de avaliação e sem diferenciação entre si. Tal observação corrobora Rodrigues e Almeida (2005), que indicam doses de glyphosate a partir de 720 g ha⁻¹ para controle do capim-amargoso não-resistente. Esses resultados também estão em concordância com Ramos e Durigan (1998), que observaram que a eficácia de caldas de glyphosate permaneceu inalterada mesmo após 30 dias de armazenamento.

Quanto às misturas, observou-se que o tempo de armazenamento da calda também não influenciou no desempenho do glyphosate em mistura com atrazina ou 2,4-D. Aos 14 DAA, a média dos tratamentos de glyphosate + atrazina obteve desempenho inferior em relação ao controle do capim amargoso, quando comparado ao glyphosate puro e em mistura com 2,4-D (Tabela 3). Essa discrepância sugere a possibilidade de antagonismo na associação da calda contendo glyphosate e atrazina. Na literatura, há relatos de antagonismo entre esses produtos, possivelmente mais relacionada com a incompatibilidade das formulações em calda e menos relacionada com a atividade fisiológica dos herbicidas nas plantas (Appleby, Somabhi, 1978; Stahlman, Phillips, 1979; Vidal et al., 2003).

Quanto à matéria seca, ambos os tratamentos em mistura reduziram a massa de matéria seca do capim-amargoso, diferenciando-a da aplicação de glyphosate isolado (Tabela 3). Sabendo-se que 2,4-D e atrazina têm ação reduzida sobre monocotiledôneas, especula-se

Tabela 2. Tabela de eficácia percentual de herbicidas conforme recomendação da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas – SBCPD (1995).

Porcentagem de Controle	Descrição do controle
90-100	Excelente ou total
80-89	Adequado, aceitável para a infestação
70-79	Moderado, insuficiente para a infestação da área
50-69	Deficiente ou inexpressivo
0-50	Ausência de controle

Fonte: SBCPD (1995); Fontes et al. (2006).

que o óleo mineral adicionado à calda pode ter elevado a eficácia do glyphosate, ou mesmo por influência de algum outro adjuvante presente nas formulações comerciais de 2,4-D e atrazina.

No caso da corda-de-viola, após a aplicação dos tratamentos com volume de calda de 240 L ha⁻¹, observou-se que as misturas de glyphosate + 2,4-D resultaram em melhor controle aos 14 e 28 DAA, superiores à mistura de glyphosate +

atrazina (Tabela 4). Os danos foram crescentes entre as datas de avaliação, de modo que aos 28 DAA a mistura de glyphosate + 2,4-D resultou em 100% de controle da corda-de-viola, em todos os períodos de repouso da calda. Nesse caso, o tempo de armazenamento da calda também não influenciou no desempenho do glyphosate puro, em mistura com atrazina ou 2,4-D (Tabela 4). A média dos tratamentos de glyphosate puro obteve

Tabela 3. Controle percentual e massa de matéria seca do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) após a aplicação de caldas de glyphosate submetidas a diferentes períodos de repouso após preparo, utilizando-se glyphosate puro ou combinado à atrazina ou 2,4-D, pulverizado com volume de calda proporcional a 240 L ha⁻¹. Machado – MG, 2015.

Tempo de Preparo da Calda	Condição do Glyphosate			Média
	Puro	Atrazina	2,4-D	
Controle Percentual – 14 dias após a aplicação				
1 hora	76,2	63,6	67,0	68,9
24 horas	76,6	64,6	69,0	70,1
48 horas	73,6	60,0	77,0	70,2
96 horas	68,6	73,2	77,2	73,0
168 horas	80,4	65,6	78,4	74,8
Média	75,1 a	65,4 B	73,7 a	---
$F_{gly} = 9,859^{**}$	$F_t = 1,261^{\text{NS}}$	$F_{int} = 1,902^{\text{NS}}$	$CV(\%) = 11,69$	
Controle Percentual – 28 dias após a aplicação				
1 hora	98,8	95,6	96,2	96,9
24 horas	97,8	97,6	92,4	95,9
48 horas	97,2	92,2	99,0	96,1
96 horas	97,4	97,2	95,6	96,7
168 horas	98,8	95,4	99,8	98,0
Média	98,0	95,6	96,6	---
$F_{gly} = 1,761^{\text{NS}}$	$F_t = 0,477^{\text{NS}}$	$F_{int} = 1,437^{\text{NS}}$	$CV(\%) = 4,70$	
Massa de Matéria Seca ¹ (g parcela ⁻¹) – 28 dias após a aplicação				
1 hora	1,8	1,8	2,0	1,8
24 horas	2,4	1,9	2,2	2,2
48 horas	2,1	1,8	1,7	1,9
96 horas	2,7	1,4	1,7	1,9
168 horas	2,2	1,5	1,5	1,8
Média	2,3 b	1,7 a	1,8 a	---
$F_{gly} = 6,772^{**}$	$F_t = 0,933^{\text{NS}}$	$F_{int} = 1,131^{\text{NS}}$	$CV(\%) = 31,45$	

**Significativo a 1% de probabilidade; ^{NS}Não significativo; Dados seguidos por letras iguais, na linha, não diferem entre si, segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância; ¹Dados originais apresentados, porém previamente transformados por $\sqrt{x+1}$.

Fonte: autores (2015).

desempenho inferior em relação ao controle de corda-de-viola, quando comparado a glyphosate + atrazina e em mistura com 2,4-D. Isso demonstra resultados satisfatórios das misturas de herbicidas em calda em relação ao glyphosate puro. Pode-se observar que, após a avaliação da massa seca da corda-de-viola, houve diferenciação do tratamento com glyphosate puro em relação aos demais, que não diferiram entre si (Tabela 4).

Para a soja RR Syn 1059, nota-se nas avaliações de controle realizadas aos 14 e 28 DAA que os tratamentos com glyphosate + atrazina e glyphosate + 2,4-D controlaram adequadamente as plantas, com danos crescentes entre as datas de avaliação e com diferenciação entre si, em que o maior controle foi obtido em mistura com atrazina. Conforme esperado, não houve sintomas de glyphosate

Tabela 4. Controle percentual e massa de matéria seca da corda-de-viola (*Ipomoea triloba*) após a aplicação de caldas de glyphosate submetidas a diferentes períodos de repouso após preparo, utilizando-se glyphosate puro ou combinado à atrazina ou 2,4-D, pulverizado com volume de calda proporcional a 240 L ha⁻¹. Machado – MG, 2015.

Tempo de Preparo da Calda	Condição do Glyphosate			Média
	Puro	Atrazina	2,4-D	
Controle Percentual – 14 dias após a aplicação				
1 hora	32,6	74,0	96,6	67,7
24 horas	36,0	68,4	95,8	66,7
48 horas	37,4	70,8	96,0	68,1
96 horas	34,6	73,0	93,4	67,0
168 horas	35,0	76,4	90,6	67,3
Média	35,1 c	72,5 b	94,5 a	---
$F_{gly} = 611,919^{**}$	$F_t = 0,118^{NS}$	$F_{int} = 1,211^{NS}$	$CV(\%) = 9,00$	
Controle Percentual – 28 dias após a aplicação				
1 hora	46,6	88,4	100,0	78,3
24 horas	55,0	89,2	100,0	81,4
48 horas	61,6	88,4	100,0	83,3
96 horas	62,6	87,0	100,0	83,2
168 horas	64,6	92,2	100,0	85,6
Média	58,1 c	89,0 b	100,0 a	---
$F_{gly} = 139,104^{**}$	$F_t = 1,293^{NS}$	$F_{int} = 1,058^{NS}$	$CV(\%) = 11,19$	
Massa de Matéria Seca ¹ (g parcela ⁻¹) – 28 dias após a aplicação				
1 hora	2,03	0,65	0,45	1,04
24 horas	1,66	0,55	0,40	0,87
48 horas	1,72	0,54	0,39	0,88
96 horas	1,45	0,56	0,57	0,86
168 horas	1,40	0,57	0,44	0,80
Média	1,65 b	0,57 a	0,45 a	---
$F_{gly} = 83,316^{**}$	$F_t = 0,933^{NS}$	$F_{int} = 0,879^{NS}$	$CV(\%) = 40,56$	

**Significativo a 1% de probabilidade; ^{NS}Não significativo; Dados seguidos por letras iguais, na linha, não diferem entre si, segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância; ¹Dados originais apresentados, porém previamente transformados por $\sqrt{x+1}$.

Fonte: autores (2015).

puro em controle da cultivar Syn 1059 RR. Nesse caso também se observou que o tempo de armazenamento da calda não influenciou o desempenho do glyphosate isolado, em mistura com atrazina ou 2,4-D (Tabela 5).

A soja Roundup Ready (RR) é tolerante ao glyphosate devido à alteração na enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), conferida pela introdução de um gene

denominado CP4 proveniente de uma bactéria do gênero *Agrobacterium*, encontrada no solo e que confere insensibilidade à enzima EPSP (Madsen, Jensen, 1998; Trezzi, Kruse, Vidal, 2001). Essa característica possibilita que o glyphosate seja utilizado como herbicida seletivo à cultura, contudo, dificulta o manejo quando as plantas voluntárias de soja geneticamente modificadas são o real alvo da aplicação.

Tabela 5. Controle percentual e massa de matéria seca da soja resistente ao glyphosate (RR Syn1059) após a aplicação de caldas de glyphosate submetidas a diferentes períodos de repouso após preparo, utilizando-se glyphosate puro ou combinado à atrazina ou 2,4-D, pulverizado com volume de calda proporcional a 240 L ha⁻¹. Machado – MG, 2015.

Tempo de Preparo da Calda	Condição do Glyphosate			Média
	Puro	Atrazina	2,4-D	
Controle Percentual – 14 dias após a aplicação				
1 hora	0,0	99,2	84,2	61,1
24 horas	0,0	98,8	78,8	59,2
48 horas	0,0	99,0	86,2	61,7
96 horas	0,0	98,6	82,4	60,3
168 horas	0,0	98,8	82,2	60,3
Média	0,0 c	98,9 a	82,8 b	---
$F_{gly} = 2745,974^{**}$	$F_t = 0,535^{NS}$	$F_{int} = 0,470^{NS}$	$CV(\%) = 8,36$	
Controle Percentual – 28 dias após a aplicação				
1 hora	0,0	100,0	97,0	65,7
24 horas	0,0	100,0	99,8	66,6
48 horas	0,0	100,0	100,0	66,7
96 horas	0,0	100,0	100,0	66,7
168 horas	0,0	100,0	96,6	65,5
Média	0,0 c	100,0 a	98,7 b	---
$F_{gly} = 18608,112^{**}$	$F_t = 1,121^{NS}$	$F_{int} = 1,121^{NS}$	$CV(\%) = 3,17$	
Massa de Matéria Seca (g parcela ⁻¹) – 28 dias após a aplicação				
1 hora	4,91	0,22	0,51	1,88
24 horas	5,40	0,25	0,57	2,07
48 horas	5,11	0,24	0,47	1,94
96 horas	5,28	0,26	0,48	2,01
168 horas	4,78	0,28	0,52	1,86
Média	5,10 b	0,25 a	0,51 a	---
$F_{gly} = 787,586^{**}$	$F_t = 0,483^{NS}$	$F_{int} = 0,454^{NS}$	$CV(\%) = 24,90$	

**Significativo a 1% de probabilidade; ^{NS}Não significativo; Dados seguidos por letras iguais, na linha, não diferem entre si, segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância.

Fonte: autores (2015).

Trabalhando com volume de calda de 120 L ha⁻¹, novamente, não foram identificados efeitos significativos do tempo de armazenamento das caldas prontas sobre a eficácia dos herbicidas, isolados ou em mistura, exceto para a matéria seca residual da corda-de-viola (Tabelas 6 e 7). Para o capim-amargoso, foi registrado somente efeito isolado de herbicidas quanto ao controle, aos 14 e 28 DAA. Nesse caso, aos 14 DAA, a pulverização de glyphosate puro foi mais

eficaz para o controle desta espécie; aos 28 DAA, glyphosate puro ou glyphosate + atrazina alcançaram os maiores níveis de controle. Em menor volume de calda, houve pequeno indicativo de antagonismo das misturas, principalmente com o 2,4-D (Tabela 6).

Em relação à corda-de-viola pulverizada com volume de calda de 120 L ha⁻¹, não foi detectado efeito do tempo de armazenamento

Tabela 6. Controle percentual e massa de matéria seca do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) após a aplicação de caldas de glyphosate submetidas a diferentes períodos de repouso após preparo, utilizando-se glyphosate puro ou combinado à atrazina ou 2,4-D, pulverizado em baixo volume de calda (120 L ha⁻¹). Machado – MG, 2017.

Tempo de Preparo da Calda	Condição do Glyphosate			Média
	Puro	Atrazina	2,4-D	
Controle Percentual – 14 dias após a aplicação				
1 hora	76,4	70,0	62,6	69,7
24 horas	71,0	53,6	72,2	65,6
48 horas	73,0	57,8	65,4	65,4
96 horas	73,4	65,4	62,6	67,1
168 horas	74,0	61,8	67,4	67,7
Média	73,6 a	61,7 b	66,0 b	---
$F_{gly} = 11,178^{**}$	$F_t = 0,567^{NS}$	$F_{int} = 1,604^{NS}$	$CV(\%) = 13,35$	
Controle Percentual – 28 dias após a aplicação				
1 hora	99,2	99,0	91,4	96,5
24 horas	99,0	89,2	96,2	94,8
48 horas	99,4	97,2	86,6	94,4
96 horas	99,0	98,4	82,4	93,2
168 horas	99,0	97,8	90,4	95,7
Média	99,1 a	96,3 a	89,4 b	---
$F_{gly} = 8,319^{**}$	$F_t = 0,313^{NS}$	$F_{int} = 1,284^{NS}$	$CV(\%) = 9,14$	
Massa de Matéria Seca ¹ (g parcela ⁻¹) – 28 dias após a aplicação				
1 hora	2,41	2,20	2,82	2,48
24 horas	2,66	2,43	2,33	2,47
48 horas	2,16	2,75	2,44	2,45
96 horas	2,60	2,47	2,59	2,55
168 horas	2,24	2,27	2,33	2,28
Média	2,41	2,42	2,50	---
$F_{gly} = 0,245^{NS}$	$F_t = 0,404^{NS}$	$F_{int} = 0,776^{NS}$	$CV(\%) = 8,16$	

**Significativo a 1% de probabilidade; ^{NS} Não significativo; Dados seguidos por letras iguais, na linha, não diferem entre si, segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância; ¹Dados originais apresentados, porém previamente transformados por $\sqrt{x+1}$.

Fonte: autores (2017).

da calda pronta sobre a eficácia dos produtos nas avaliações de controle aos 14 e 28 DAA, nem mesmo interação com as misturas. Ficou evidente, portanto, que não houve interferência do período de armazenamento da calda sobre a eficácia das moléculas. Por outro lado, o maior controle da corda-de-viola foi obtido quando atrazina ou 2,4-D foram adicionados à calda (Tabela 7).

Quanto à massa de matéria seca da corda-de-viola avaliada aos 28 DAA, observou-se diferenciação do tratamento com glyphosate puro em relação ao 2,4-D. Nesse caso, a mistura com 2,4-D no maior tempo de armazenamento de calda pronta teve menor eficácia que os outros tratamentos, havendo interação dos produtos e evidência de prejuízo apenas para 168 horas de armazenamento (Tabela 7). Sabidamente, o uso

Tabela 7. Controle percentual e massa de matéria seca da corda-de-viola (*Ipomoea triloba*) após a aplicação de caldas de glyphosate submetidas a diferentes períodos de repouso após preparo, utilizando-se glyphosate puro ou combinado à atrazina ou 2,4-D, pulverizado em baixo volume de calda (120 L ha⁻¹). Machado – MG, 2017.

Tempo de Preparo da Calda	Condição do Glyphosate			Média
	Puro	Atrazina	2,4-D	
Controle Percentual – 14 dias após a aplicação				
1 hora	89,8	98,8	99,2	95,9
24 horas	82,6	90,0	99,0	90,5
48 horas	95,2	99,0	99,2	97,8
96 horas	97,8	98,6	99,6	98,7
168 horas	85,2	99,6	99,4	94,7
Média	90,1 b	97,2 a	99,3 a	---
$F_{gly} = 7,994^{**}$	$F_t = 2,119^{NS}$	$F_{int} = 0,944^{NS}$	$CV(\%) = 8,89$	
Controle Percentual – 28 dias após a aplicação				
1 hora	94,0	99,6	100,0	97,9
24 horas	90,4	93,0	100,0	94,5
48 horas	92,0	100,0	100,0	97,3
96 horas	100,0	100,0	100,0	100,0
168 horas	90,4	100,0	100,0	96,8
Média	93,4 b	98,5 a	100,0 a	---
$F_{gly} = 7,419^{**}$	$F_t = 1,455^{NS}$	$F_{int} = 0,831^{NS}$	$CV(\%) = 6,58$	
Massa de Matéria Seca ¹ (g parcela ⁻¹) – 28 dias após a aplicação				
1 hora	0,87 B b	0,12 A a	0,19 A a	0,39
24 horas	0,69 B b	0,14 A a	0,30 A a	0,38
48 horas	0,36 A a	0,10 A a	0,18 A a	0,21
96 horas	0,73 B b	0,11 A a	0,13 A a	0,32
168 horas	0,27 A a	0,17 A a	0,76 B b	0,40
Média	0,59	0,13	0,31	---
$F_{gly} = 26,621^{**}$	$F_t = 1,715^{NS}$	$F_{int} = 5,202^{**}$	$CV(\%) = 8,00$	

**Significativo a 1% de probabilidade; ^{NS}Não significativo; Dados seguidos por letras iguais, na linha, não diferem entre si, segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, com 5% de significância; ¹Dados originais apresentados, porém previamente transformados por $\sqrt{x+1}$.

Fonte: autores (2017).

de misturas em tanque tem sido reconhecido como uma alternativa importante para controle de capim-amargoso, corda-de-viola e soja voluntária, com resultados de elevada eficácia (Maciel *et al.*, 2011; Ramires *et al.*, 2010). Com frequência, em campo, são utilizadas misturas de glyphosate (720 g ha^{-1}) com atrazina (1.500 g ha^{-1}) ou 2,4-D (670 g ha^{-1}), indicadas para aumentar o espectro de ação das pulverizações, resultando em melhor eficácia sobre plantas daninhas de difícil controle, principalmente em lavouras de milho, além da eliminação de soja voluntária (Monquero *et al.*, 2001; Procópio *et al.*, 2007; Shaw, Arnold, 2002; Vitrine, Griffin, Blouin, 2002).

Conclusões

Não houve influência significativa dos períodos de repouso das caldas prontas sobre a eficácia dos produtos. Entre os tratamentos, o melhor controle do capim-amargoso foi obtido com glyphosate puro; para a corda-de-viola, o melhor controle foi obtido pelas misturas de glyphosate + atrazina e glyphosate + 2,4-D. Por fim, o melhor controle da soja transgênica voluntária foi obtido com glyphosate + atrazina. Houve pequenos indícios de antagonismo nas misturas de glyphosate + atrazina e glyphosate + 2,4-D.

Referências

ABBAS, T.; NADEEM, M.A.; TANVEER, A.; AHMAD, R. Identifying optimum herbicide mixtures to manage and avoid fenoxaprop-p-ethyl resistant *Phalaris minor* in wheat. **Planta Daninha**, v. 34, n. 4, p. 787-794, 2016.

APPLEBY, A.P.; SOMABHI, M. Antagonistic effect of atrazine and simazine on glyphosate activity. **Weed Science**, v. 26, n. 2, p. 135-139, 1978.

ADEGAS, F.S.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E. Interferência da infestação de plantas voluntárias no sistema de produção com a sucessão soja e milho safrinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. **A ciência das plantas daninhas em clima de mudanças**: anais. Londrina: SBCPD, 2014.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; BRUNHARO, C. A. C. G.; FIGUEIREDO, M. R. A. Sem controle das plantas invasoras, perdas na cultura do milho podem chegar a 87%. **Visão agrícola**, n. 13, p. 98-101, 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-estimativa-de-evolucao-graos>>. Acesso em: 17 fev. 2024.

FONTES, J.R.A.; SILVA, A.A.; VIEIRA, R.F.; RAMOS, M.M. Metolachlor e fomesafen aplicados via irrigação por aspersão em plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 99-106, 2006.

IKEDA F. S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276, p. 58-65, 2013.

JAREMTCHUCK, C.C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; ARANTES, J.G.Z. Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 449-455, 2008.

JESUS, M. G. **Caracterização da pulverização de mistura de tanque com diferentes pontas de jato plano**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2014.

LIMA, D. B. C.; SILVA, A. G.; PROCÓPIO, S. O.; BARROSO, A. L. L.; DAN, H. A.; COSTA, E. B.; PEREIRA, A. J. B. Seleção de herbicidas para o controle de plantas voluntárias de soja resistentes ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2011.

MACIEL, C.D.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Eficiência e qualidade da aplicação de misturas em tanque com adjuvantes na dessecção de corda-de-viola. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 4, p. 704-715, 2011.

MADSEN, K.H.; JENSEN, J.E. **Meeting and training on risk analysis for HRCs and exotic plants**. Course material for the un food and Agricultural Organization (FAO) in Piracicaba, Brazil 19-22 may 1998.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; SANTOS, C.T.D. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 375-380, 2001.

NÓBREGA, A. R. **Análise de efeito residual do herbicida imazetapir na cultura do milho**. 2016. 22f. Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2016.

PETERSON, M. A.; COLLAZO, A.; OVEJERO, R., SHIVRAIN, V.; WALSH, M. J. The challenge of herbicide resistance around the world: a current summary. **Pest Management Science**, v. 74, p. 2246-2259, 2018.

PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C.C.E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 365-373, 2007.

RAMIRES, A.C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; GUERRA, N.; ALONSO, D.G.; BIFFE, D.F. Controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* com a utilização de glyphosate isolado ou em associação com latifolicidas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 621-629, 2010.

RAMOS, H. H.; DURIGAN, J. C. Efeito do armazenamento da calda na eficácia de herbicidas. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 175-185, 1998.

RIZZARDI, M. A.; LANGE, M. S.; KOENIG, M. A.; COSTA, L.O. Nível de dano de milho resistente ao glifosato em soja RR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande - MS. **Anais...** SBCPD: Londrina-PR, 2012.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: autores, 2011. 697p.

SBCPD - SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 2, p. 507-512, 1974.

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

STAHLMAN, P. W.; PHILLIPS, W. M. Inhibition of glyphosate phytotoxicity. **Weed Science**, v. 27, n. 5, p. 575-577, 1979.

TREZZI, M.M.; KRUSE, N.D.; VIDAL, R.A. Inibidores de EPSPs. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JÚNIOR, A. (EDS.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. p. 152-161.

TREZZI, M.M.; FELIPPI, C.L.; NUNES, A.L.; CARNILETO, C.E.; FERREIRA, A.R.J. Eficácia de controle de plantas daninhas e toxicidade ao milho da mistura de foramsulfuron e iodosulfuron isoladamente ou em associação com atrazine e/ ou clorpirifós. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 653-659, 2005.

VASCONCELOS, M.C.C.; SILVA, A.F.A.; LIMA, R.S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2012.

VIDAL, R.A.; MACHRY, M.; HERNANDES, G.C.; FLECK, N.G. Antagonismo na associação de glyphosate e triazinas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 301-306, 2003.

VIDRINE, R.P.; GRIFFIN, J.L.; BLOUIN, D.C. Evaluation of reduced rates of glyphosate and chlorimuron in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 16, n. 4, p. 731-736, 2002.