

USO DE METSULFURON-METHYL NA PRÉ-SEMEADURA DO MILHO E DA SOJA CULTIVADOS EM TERRAS BAIXAS

Luísa Rickes de Almeida¹, Arthur Cavada Barcellos¹, Felipe Junior Soder¹, Mariane Camponogara Coradini², Thiago Ança Rodrigues^{1*}, Valdecir dos Santos², Matheus Bastos Martins², André Andres³.

Palavras-chave residual, dessecação, *Zea mays*, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

A produção de milho (*Zea mays* L.) no Brasil contribui consideravelmente no agronegócio nacional. Segundo a Embrapa Milho e Sorgo, a produção de milho no Brasil, juntamente com a soja, contribui com cerca de 80% da produção de grãos no Brasil. Mundialmente o Brasil é o maior produtor de soja, com uma produção de 135 milhões de toneladas na safra 2020/2021 (EMBRAPA, 2021). O controle inadequado de plantas daninhas é um dos fatores que reduzem o rendimento da cultura. As perdas de rendimento devido a interferência destas variam entre 10% e 80%, de acordo com as espécies envolvidas, a infestação, o período de competição, o estágio de desenvolvimento da cultura e as condições de solo e clima. (VARGAS, PEIXOTO e ROMAN, 2006).

Nas terras baixas, a cultura da soja tem incrementada a presença devido a necessidade de rotação de culturas ao arroz, para controle de espécies daninhas resistentes a herbicidas naquela cultura. Outra infestante de cultivos de sequeiro em terras baixas, a buva (*Conyza* spp) é uma espécie comum e de difícil controle, apresentando casos de resistência ao glyphosate, herbicida com frequência utilizado em dessecações pré-semeadura. Devido a resistência, algumas opções para controle desta espécie estão sendo adotadas, sendo os herbicidas metsulfuron-methyl, uma sulfonilureia que inibe a enzima acetolactato sintase (ALS), responsável pela síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina (TREZZI e VIDAL, 2001) e o 2,4-D, um regulador de crescimento que possui efeito análogo ao hormônio auxina, pertence à família dos compostos fenólicos, sendo sais ou ésteres de elevado peso molecular e baixa volatilidade, derivados do ácido fenoxiacético (BASSO, 2019). Mesmo que o herbicida 2,4-D esteja sem utilizado nesta modalidade, apesar de ser alternativa relevante para o controle da buva na dessecação, ele e o metsulfuron-methyl são herbicidas que podem ter residual no solo de até 30 e 70 dias, respectivamente, para semeadura do milho e da soja. Esse residual foi analisado em regiões diferentes das condições das terras baixas do Estado, principalmente em relação a condições de solo e edafoclimáticas. Segundo Vargas (2009), a decomposição destes produtos no solo pode ser reduzida pela falta de umidade ou por temperaturas baixas por longos períodos, exigindo, assim, intervalo maior entre a sua aplicação e a semeadura das culturas. O objetivo do estudo foi identificar o intervalo ideal entre a aplicação de metsulfuron-methyl e semeadura do milho e da soja em ambiente de terras baixas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2021/2022, na Estação Experimental Terras Baixas pertencente à Embrapa Clima Temperado, localizada no município do Capão do Leão - RS, onde o solo é classificado como Planossolo háplico (EMBRAPA, 2013).

¹ Aluno de graduação em Agronomia, FAEM/UFPEL. ^{1*} Bolsista PIBIC Fapergs/Embrapa

² Engenheiro agrônomo, aluno de pós-graduação do PPGFitossanidade FAEM/UFPEL.

³ Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78 - Pelotas/RS, andre.andres@embrapa.br.

Anteriormente, a área onde foi alocado o experimento foi cultivada durante a safra 20/21 com soja e no inverno com azevém, visando o pastejo de bovinos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, onde cada unidade experimental mediu 18,75 m² (3,75 x 5m).

O milho e a soja foram semeados no sistema de plantio direto, utilizando-se uma semeadura de plantio direto (Vence Tudo SA 11500) no dia 20 de novembro de 2021 com linhas espaçadas a 0,45 m. Utilizou-se a cultivar de milho P3858, visando população de 90 mil plantas ha⁻¹ e a emergência ocorreu no dia 29 de novembro de 2021. Utilizou-se 350 kg ha⁻¹ de adubo NPK 04-25-30 e em cobertura realizaram-se duas aplicações de 90 kg N ha⁻¹ (ureia, 45%) + 60 kg K₂O ha⁻¹ (cloreto de potássio, 60%), uma no estágio V4 e a segunda no estágio V7. No caso da soja, utilizou-se a cultivar P95R95, com tecnologia STS que são cultivares de soja com maior tolerância às sulfoniluréias. A população foi 260 mil plantas ha⁻¹ e a emergência ocorreu no dia 29 de novembro de 2021. Utilizou-se 240 kg ha⁻¹ de adubo NPK 04-25-30 e em cobertura realizaram-se duas aplicações de 60 kg K₂O ha⁻¹, uma no estágio V4 e a segunda no estágio V8. Sempre após a adubação em cobertura a área foi irrigada por aspersão, proporcionando 20 mm por dia no mês de dezembro foram realizadas duas irrigações por aspersão por semana, que entregaram 20 mm cada dia.

A dessecação do azevém foi realizada 38 dias antes da semeadura, utilizando glyphosate (1440 g e.a ha⁻¹) e glufosinate-ammonium (560 g ha⁻¹). O manejo de plantas daninhas no milho foi realizado com atrazine + S-metolachlor (1480 + 1160 g ha⁻¹) e glyphosate (1440 g e.a ha⁻¹) na pré-emergência da cultura. Na soja, foi utilizado (sulfentrazone 420 + diuron 210 g ha⁻¹) e glyphosate (1440 g e.a ha⁻¹) na pré-emergência da cultura. Em ambas culturas foram realizadas duas aplicações na pós-emergência com glyphosate (1440 g e.a ha⁻¹). Os tratamentos herbicidas (Tabela 1) foram aspergidos com pulverizador costal pressurizado a CO₂, com pontas Teejet 110.015 com volume de calda de 120 L ha⁻¹.

Tabela 1. Herbicidas, doses e período anterior a semeadura (dias). Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Terras Baixas, Capão do Leão, RS, 2021/22

Trat	Herbicidas	Dose (g ha ⁻¹)	DAS*
1	Testemunha	-	-
2	metsulfuron-methyl	3	60
3	metsulfuron-methyl	3	40
4	metsulfuron-methyl	3	25
5	metsulfuron-methyl	3	15
6	2,4-D	1005 e.a	15

*Dias antes da semeadura.

As variáveis analisadas em ambas as culturas, aos 15 dias após a emergência (DDE) foram: número de plantas por metro, a estatura de seis plantas por parcela (apenas milho) e a fitotoxicidade na fase V4, no dia 08 de dezembro de 2021. Para avaliação da fitotoxicidade foi utilizada escala percentual onde a nota zero (0) representou a ausência de injúrias e a nota cem (100) a morte da cultura/plantas (FRANS; CROWLEY, 1986). Posteriormente, para ambas as culturas (soja em 25 de abril de 2022 e milho em 03 de junho de 2022) foi realizada avaliação da produtividade, onde as amostras foram coletadas e tiveram seu peso final corrigido para kg ha⁻¹ com 14% de umidade. Os dados

obtidos foram transformados para e posteriormente submetidos à análise de variância. Quando verificada diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F, estes foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância não verificou diferenças significativas para o número de plantas aos 15 DDE, enquanto foram observadas diferenças significativas para a estatura de plantas e fitotoxicidade no milho (Tabela 2). Aos 15 DDE do milho a fitotoxicidade (acima de 15%) causada pelo uso de metsulfuron-methyl aos 15 dias antes da semeadura (DAS) foi significativamente superior em relação aos demais tratamentos, exceto ao obtido aos 25 DAS (Tabela 2). Demais tratamentos obtiveram valores abaixo de 10%. Em relação a estatura das plantas de milho (Tabela 2), o mesmo tratamento com metsulfuron aos 15 DAS que ocasionou maior fitotoxicidade, igualmente reduziu significativamente em mais de 10% a estatura de plantas. Esta redução é atribuída a inibição da enzima ALS, que por provocar a redução de aminoácidos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, causa a estagnação do crescimento (MARCHI; MARCHI; GUIMARÃES, 2008). Estes autores também citam que a clorose em folhas novas e o arroxamento das nervuras observadas neste estudo, podem ser sintomas de inibidores da ALS. Na avaliação da produtividade de grãos de milho, verificou resultados acima de 8,5 t ha⁻¹ (Tabela 2), porém o tratamento com aplicação de metsulfuron aos 15 dias antes da semeadura do milho, ficou em patamar inferior de produtividade, mantendo os índices observados nas avaliações de estatura de plantas e fitotoxicidade. Porém, neste quesito, a média de produtividade foi similar estatisticamente aos períodos de 25 e 40 dias antes da semeadura do milho. O tratamento com o herbicida 2,4-D, comumente utilizado pelos produtores, situou-se entre os melhores resultados nas avaliações realizadas neste estudo. Assim os resultados para a cultura do milho, indicam que mesmo em terras baixas, quanto mais próximo da semeadura for a aplicação de manejo (dessecação), existe o risco de efeitos fitotóxicos nas plantas de milho. Contudo, apesar de serem observados sintomas visuais e redução de estatura, o estande de plantas não foi afetado, demonstrando que não houve perda de plantas em função da aplicação do herbicida próximo a semeadura da cultura. Resultados semelhantes foram observados por NOGATZ (2022), que constatou que intervalo de 8 dias de intervalo entre a aplicação de herbicidas e a semeadura não foi mais observada diferença significativa entre as doses de metsulfuron-methyl.

Tabela 2. Plantas m⁻², estatura (cm), fitotoxicidade (%) aos 15 dias depois da emergência e produtividade de milho. Capão do Leão - RS, Embrapa Clima Temperado/ETB, 2022

Tratamentos	Plantas m ⁻² 15 DDE ¹	Estatura (cm) 15 DDE	Fitotoxicidad e 15 DDE (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	9 ^{ns}	54 a	0	9.839 a
metsulfuron-methyl 60 DAS ²	10	55 a	2,7 b	10.849 a
metsulfuron-methyl 40 DAS	9	55 a	6,7 b	9.180 ab

metsulfuron-methyl 25 DAS	10	55 a	10,0 ab	8.898 ab
metsulfuron-methyl 15 DAS	8	40 b	15,7 a	8.568 b
2,4-D 15 DAS	8	57 a	3,3 b	9.795 a
C.V.(%)*	13,6	7,25	65,6	21,7

¹Dias depois da emergência. ²Dias antes da semeadura. ³Letras iguais não diferem entre si segundo o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}não significativo segundo o teste F ($\alpha > 0,05$) *Coeficiente de variação.

Para a cultura da soja, a análise da variância dos dados de plantas na área, fitotoxicidade dos herbicidas e produtividade da soja, mostrou ausência de diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3). Assim, sugere-se que a cultivar utilizada, P95R95 IPRO, pode apresentar tolerância ao herbicida metsulfuron-methyl, devido conter o gene STS, podem conferir tolerância às sulfoniluréias. Porém são necessários mais estudos comparando a tolerância desta cultivar com outros materiais e em condições climáticas diferentes, com repetições em diferentes safras (IKEDA et al, 2019). Para o herbicida 2,4-D os resultados demonstraram que seguindo as recomendações de intervalo mínimo entre aplicação e semeadura, normalmente superiores a 15 dias, os danos ao desenvolvimento de plantas de soja em terras baixas são mínimos. Os bons índices de produtividade obtido no estudo, refletem além do manejo da cultura, a irrigação suplementar, que foi decisiva para o adequado desenvolvimento das plantas no experimento.

Tabela 3. Tratamentos, plantas de soja m^{-2} e fitotoxicidade de herbicidas (%) aos 15 dias depois da emergência e produtividade de soja ($kg\ ha^{-1}$). Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Terras Baixas, Capão do Leão, RS, 2021/22

Tratamentos	Plantas m^{-2} 15 DDE¹	Fitotoxicidade 15 DDE (%)	Produtividade ($kg\ ha^{-1}$)
Testemunha	26 ^{ns}	0,0 ^{ns}	4.891 ^{ns}
metsulfuron-methyl 60 DAS²	23	1,0	4.689
metsulfuron-methyl 40 DAS	22	2,0	4.250
metsulfuron-methyl 25 DAS	19	3,0	4.790
metsulfuron-methyl 15 DAS	20	6,0	4.880
2,4-D 15 DAS	22	2,0	5.157
C.V.(%)*	23,1	37,4	14

¹Dias depois da emergência. ²Dias antes da sementeira. ^{ns}não significativo segundo o teste F ($\alpha > 0,05$)
*Coeficiente de variação.

CONCLUSÃO

O uso do herbicida metsulfuron-methyl em período inferior a 15 dias antes da sementeira do milho (*Zea mays* L.) não é indicado. Em cultivar de soja com o gene STS os danos do herbicida metsulfuron-methyl aplicado na dessecação, são pequenos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CUMMING, G.; WILLIAMS, J.; FIDLER, F. Replication and researchers' understanding of confidence intervals and standard error bars. *Understanding Statistics*, v. 3, n. 1, p. 299-311, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- Embrapa Milho e Sorgo. *Sistemas de Produção*, 1. ISSN 1679-012 Versão Eletrônica - 3^a edição. Nov./2007.
- Embrapa soja. *Soja em números (safra 2020/2021)*, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>
- EMBRAPA. *Plantas Daninhas*. 2019. Disponível em: Acesso em: 07 junho de 2022.
- Cultivo do Milho. Editor Técnico: José Carlos Cruz, zecarlos@cnpms.embrapa.br
- IKEDA, F. S.; SILVA, J. N.; CAVALIERI, S. D.; JUNIOR, E. R. A. Tolerância de cultivares de soja com e sem a tecnologia STS à aplicação de chlorimuron-ethyl em pré-emergência, 2019. Embrapa Agrossilvipastoril. Sinop, MT. ISSN 2675-0813.
- MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. *Herbicidas: mecanismos de ação e uso*, 2008. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF. ISSN 1517-5111.
- NOGATZ, N. Carryover de metsulfuron-methyl para a cultura do milho, 2022. Universidade Federal de Santa Catarina. Curitibanos.
- VARGAS, LEANDRO. *Manejo de Buva Resistente ao Glifosato*. / Leandro Vargas, Dionisio Luiz Pisa Gazziero. - Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 16 p. ; 21 cm. (Embrapa Trigo. Documentos, 91).
- VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. *Manejo de plantas daninhas na cultura do milho*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos online,). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm
- TREZZI, M. M.; VIDAL R. A. *Herbicidas inibidores da ALS*. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. *Herbicidologia*. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. p. 152.