



DOI: 10.31416/rsdv.v13i3.862

Herbicidas pré-emergentes na cultura na soja e o seu impacto no trigo em sucessão

Pre-emergent herbicides in soybean crops and their impact on succeeding wheat

MAROSTICA, Lucas Maraus. Graduando em Engenharia Agrônômica

Universidade Federal da Grande Dourados, Fazenda de Ciências Agrárias. Rodovia Itahum, km 12. Dourados - MS - Brasil. CEP: 79804-970/ E-mail: lucasmarausmarostica@gmail.com / Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-3575-1754>

SILVA, Paulo Vinicius da. Doutor em Fitotecnia

Universidade Federal da Grande Dourados, Fazenda de Ciências Agrárias. Rodovia Itahum, km 12. Dourados - MS - Brasil. CEP: 79804-970/ Telefone: (19) 99204-1824/ E-mail: paulovsilva@ufgd.edu.br / Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4647-5602>

BORGES, Rafael Pessoni Pereira Nascimento. Graduando em Engenharia Agrônômica

Universidade Federal da Grande Dourados, Fazenda de Ciências Agrárias. Rodovia Itahum, km 12. Dourados - MS - Brasil. CEP: 79804-970/ Telefone: (16) 99719-9800/ E-mail: rafaelpnb@gmail.com / Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-2347-806X>

MEDEIROS, Elias da Silva. Doutor em Estatística

Universidade Federal da Grande Dourados, Fazenda de Ciências Agrárias. Rodovia Itahum, km 12. Dourados - MS - Brasil. CEP: 79804-970/ Telefone: (67) 98467-0684/ E-mail: eliasmedeiros@ufgd.edu.br / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9694-4019>

SCHEDENFFELDT, Bruna Ferrari. Mestra em Agricultura e Ambiente

Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias. Rodovia Anhanguera, km 174 - Araras - SP - Brasil. CEP: 13600-970 / Telefone: (19) 997962877/ E-mail: bfschedenfeldt@gmail.com / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2099-3690>

RESUMO

A utilização de herbicidas pré-emergentes pode auxiliar no manejo de plantas daninhas de difícil controle e biótipos resistentes no estado de Mato Grosso Sul, no entanto, é necessário observar o residual desses produtos visando evitar efeitos fitotóxicos nas culturas semeadas em sucessão e/ou rotação no sistema produtivo. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito residual de herbicidas pré-emergentes utilizados na cultura da soja e seus efeitos na cultura do trigo semeado em sucessão. Para tal, foi realizado um experimento em campo com delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. A soja foi semeada, e 12 tratamentos com herbicidas pré-emergentes foram aplicados no sistema "plante e aplique", ou seja, logo após a semeadura. Os tratamentos consistiram na aplicação dos seguintes produtos: sulfentrazone + clomazone; flumioxazin + imazetapir; piroxasulfona + flumioxazin; S-metolacloro + diclosulam; flumioxazin + imazetapir + S-metolacloro; sulfentrazone + diuron; S-metolacloro + fomesafen; S-metolacloro + metribuzin; imazetapir + sulfentrazone; e S-metolacloro + flumioxazin. Além disso, foram incluídas duas testemunhas: uma capinada e outra sem capina. Após a ciclo da soja, foi realizada a colheita e a semeadura da cultura de trigo de forma subsequente. Em relação ao trigo foram realizadas avaliações de fitotoxicidade aos 7,14,21, 28 e 35 dias após a emergência (DAE), teor de clorofila, altura de plantas e produtividade. Ao final do ciclo da cultura do trigo foi realizada a colheita e produtividade do trigo. Nenhum tratamento apresentou *carryover* e a cultura do trigo, entretanto, os herbicidas s-



metalocloro + diclosulan e flumioxazina + imazetapir + s-metolacolor apresentaram redução na produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., Fitotoxicidade, Carryover.

ABSTRACT

The use of pre-emergent herbicides can aid in managing difficult-to-control weed species and resistant biotypes in the state of Mato Grosso do Sul. However, it is essential to consider the residual activity of these products to prevent phytotoxic effects on crops sown in succession and/or rotation within the production system. Given this context, the objective of this study was to evaluate the residual effects of pre-emergent herbicides used in soybean cultivation and their impact on wheat grown in succession. For this purpose, a field experiment was conducted using a randomized block design with four replications. Soybean was sown, and 12 pre-emergent herbicide treatments were applied using the "plant and spray" system, meaning application occurred immediately after sowing. The treatments consisted of the following herbicide combinations: sulfentrazone + clomazone; flumioxazin + imazethapyr; pyroxasulfone + flumioxazin; S-metolachlor + diclosulam; flumioxazin + imazethapyr + S-metolachlor; sulfentrazone + diuron; S-metolachlor + fomesafen; S-metolachlor + metribuzin; imazethapyr + sulfentrazone; and S-metolachlor + flumioxazin. Additionally, two control treatments were included: one weeded manually and another left infested, without weed control. After the soybean cycle, harvesting was carried out, followed by wheat sowing. For the wheat crop, phytotoxicity assessments were conducted at 7, 14, 21, 28, and 35 days after emergence (DAE), along with measurements of chlorophyll content, plant height, and yield. At the end of the wheat cycle, final harvest and yield evaluation were performed. No treatment exhibited carryover effects on the wheat crop. However, the herbicide combinations S-metolachlor + diclosulam and flumioxazin + imazethapyr + S-metolachlor resulted in reduced wheat yield.

Keywords: *Triticum aestivum* L., Phytotoxicity, Carryover.

Introdução

Explorar as sinergias entre herbicidas com efeito residual constitui uma abordagem crucial para otimizar o controle de plantas daninhas. O espectro de ação, seja em monocotiledôneas ou eudicotiledôneas, é ampliado por meio das associações estratégicas, conforme ilustrado nos estudos de Da Silva et al. (2021), Gazola et al. (2021) e Sanchonete et al. (2017). Além deste fator associado ao controle, a utilização dessas combinações oferece a vantagem estratégica de introduzir a rotação de mecanismos de ação, uma medida essencial na prevenção da resistência a herbicidas e no manejo eficaz da emergência de variadas plantas daninhas, conforme discutido por Gazola et al. (2021).

Contudo, ao considerarmos a gestão de plantas daninhas, é crucial destacar que o posicionamento de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja pode acarretar impactos significativos nas culturas subsequentes em rotação e/ou sucessão, devido



à presença de herbicidas pré-emergentes utilizados na soja, que possuem efeito residual prolongado, permanecendo ativos no solo até o período de cultivo das culturas subsequentes (Silva et al., 2023). Esse residual pode resultar em fitotoxicidade, reduzindo a emergência e o crescimento inicial das culturas subsequentes, além de limitar a escolha de espécies a serem implantadas devido à seletividade (Mendes et al., 2022).

A persistência desses herbicidas no solo pode resultar em um fenômeno conhecido como *carryover*, cujo impacto negativo se manifesta nas culturas subsequentes, ocasionando danos que comprometem a produtividade ao longo do ciclo ou, em casos mais extremos, levando à mortalidade das plantas (Bezerra Junior et al., 2020).

Nesse sentido, um herbicida inicialmente aplicado de forma seletiva e eficaz no manejo de plantas daninhas na cultura da soja pode desencadear efeitos fitotóxicos substanciais em uma cultura subsequente, inviabilizando a realização de uma segunda safra (ou safrinha) e resultando em perdas expressivas de produtividade (Franco, et al., 2021).

No estado do Mato Grosso do Sul a principal cultura semeada na sucessão da soja, se trata do milho, no entanto, no sul do estado, essa sucessão de soja/milho vem sendo rediscutida, no intuito de se buscar culturas alternativas ao milho (Richetti et al., 2021). Na safra 2019/2020 e 2020/2021, se observou atraso no início das chuvas, resultando em atraso para o início da semeadura das lavouras de soja no estado. Por conseguinte, a semeadura do milho safrinha também sofreu atraso nas lavouras do sul do Mato Grosso do Sul, em consequência da colheita tardia da soja, posicionando o desenvolvimento do milho para períodos de ocorrência de geada (EMBRAPA, 2020; EMBRAPA, 2021).

Esse cenário elevou os riscos de semeadura do milho em safrinha, levando o produtor a repensar qual cultura deve ser posicionada na rotação e/ou sucessão com a soja, levando-o a considerar outras hipóteses, como por exemplo o trigo (EMBRAPA, 2021). No entanto essa alteração deve considerar que os herbicidas pré-emergentes posicionados na cultura da soja devem ser altamente seletivos e com alta eficácia no controle de plantas daninhas, ao mesmo tempo devem ser degradados a uma quantidade que permita o cultivo seguro do trigo em sucessão, sem o risco de danos fitotóxicos na cultura em questão (Agostinetti, 2022).



A eficácia do herbicida e a presença de seus resíduos no ambiente estão diretamente relacionadas à persistência do herbicida no solo, fator que varia de acordo com a quantidade e potencial degradador dos microrganismos, características do solo como textura, estrutura, porosidade, teor de carbono orgânico e pH, condições ambientais como temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, o tipo de herbicida aplicado, coeficiente de sorção-dessorção, constante de ionização, dose utilizada, pressão de vapor e solubilidade são fatores que influenciam o tempo de persistência (Mendes et al., 2022).

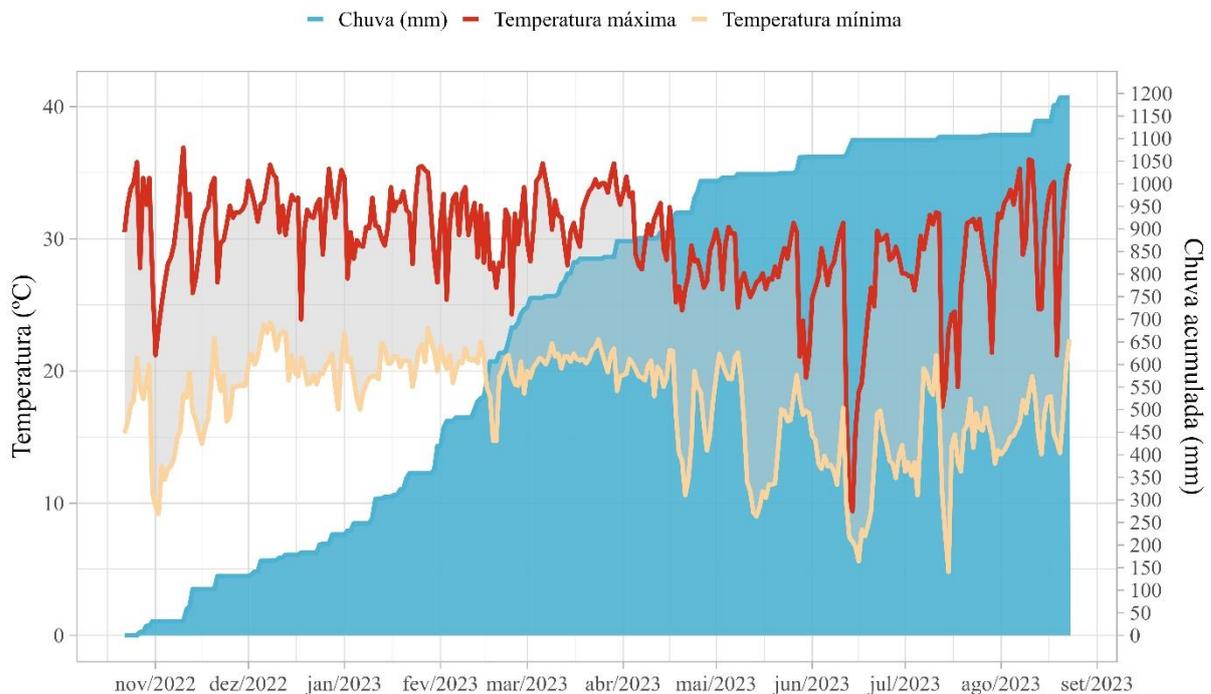
A mudança climática tem impactado a janela de plantio e a condução da cultura da soja, aumentando os riscos de perda na produção de milho cultivado em sucessão, devido à estiagem e ao risco de geada. Isso requer ajustes no sistema produtivo, considerando a introdução de culturas alternativas, como o trigo. No entanto, a inserção de novas culturas deve contemplar o impacto na cadeia produtiva, incluindo a persistência de herbicidas residuais. Para garantir a sustentabilidade no sul do estado do Mato Grosso do Sul, é essencial considerar que herbicidas são xenobióticos, podendo causar danos a culturas em sucessão e/ou rotação. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito residual de herbicidas pré-emergentes utilizados na cultura da soja e seus impactos na cultura do trigo, semeado em sucessão.

Material e métodos

O experimento foi realizado a campo na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, localizada no município de Dourados no estado do Mato Grosso do Sul, nas seguintes coordenadas geográficas: 21° 57' de latitude sul e 46° 51' de longitude oeste. Também foram realizadas atividades no laboratório de sementes do campus II da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD. A região da Grande Dourados, apresenta, segundo a classificação climática de Köppen, clima tropical do tipo Am com pluviosidade média anual de 1428 mm e temperatura média anual de 22,7 °C (Fietz; Fisch, 2008). Foram coletados os dados de precipitação acumuladas e das temperaturas médias da máxima e da mínima no município de Dourados-MS, Brasil (Figura 1). Os dados (novembro de 2022 a setembro de 2023) foram coletados na estação pluviométrica da Fazenda Experimental da UFGD, em parceria com a Embrapa.



Figura 1 - Climograma dos valores médios semanais das temperaturas mínima e máxima e a quantidade acumulada de chuvas na cidade de Dourados - MS no período de 22 de novembro de 2022 a 23 de setembro de 2023.



Foram retiradas amostras de solo na área experimental de forma prévia à instalação do experimento para se efetuar as avaliações químicas e físicas realizadas pelo Laboratório Agro TecSolo Análises Agronômicas e Consultoria, descritas na Tabela 1. O solo da área experimental era Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2018), onde suas características físico-químicas foram analisadas para posterior correção da acidez e adubação, visando o estabelecimento das condições de fertilidade para o pleno desenvolvimento da cultura da soja.

De forma prévia a semeadura da cultura da soja foram realizadas avaliações de dessecação pré-semeadura da cultura da soja e preparo da área. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas de parcelas 3x5 metros, sendo a área total de cada parcela de 15 m², com 5 linhas de soja em área útil de 12 m². A soja foi semeada com espaçamento de 0,45 m entre linhas e 14 sementes por metro linear, visando a obtenção de população (stand) final de aproximadamente 310.000 plantas ha⁻¹. A variedade de soja utilizada foi Monsoy 6410 IPRO, semeada no dia 21/10/2022 de forma mecanizada (jumil-2580).



As sementes de soja foram tratadas antes da semeadura com o fungicida e inseticida Standak Top (piraclostrobina 25 g L⁻¹ + tiofanato metílico 225 g L⁻¹ + fipronil 250 g L⁻¹), utilizando a dose recomendada de 200 mL do produto comercial para 100 kg de sementes de soja. APara a condução da área experimental foi realizado o monitoramento da lavoura e quando necessário realizadas aplicações de fungicidas e inseticidas. Durante a condução do experimento foi realizado o monitoramento das condições de precipitação, temperatura máxima e mínima.

Os tratamentos herbicidas foram aplicados no sistema "plante e aplique", ou seja, imediatamente após a semeadura da soja, ainda na fase de pré-emergência tanto da cultura quanto das plantas daninhas. O experimento foi conduzido com 12 tratamentos, incluindo 10 combinações de herbicidas pré-emergentes e duas testemunhas: uma capinada, com capina semanal, e outra infestada, sem qualquer controle de plantas daninhas (Tabela 1).

Tabela 1 - Tratamentos com herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja e suas respectivas doses utilizadas.

Tratamentos	Ingredientes Ativos	Nome comercial	Dose (g i.a ha ⁻¹)
T1	sulfentrazone + clomazone	Boral + Reator	600 + 540
T2	flumioxazina + imazetapir	Zethamaxx	50 + 106
T3	piroxasulfona + flumioxazina	Kyojin	60 + 90
T4	s-metalocloro + diclosulan	Dual Gold + Spider	1440 + 29
T5	flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro	Zethamaxx + Dual Gold	50 + 106 + 1440
T6	sulfentrazone + diuron	Stone	210 + 420
T7	s-metalocloro + fomesafen	Eddus	1035 + 228
T8	s-metalocloro + metribuzin	Boundary	942 + 224
T9	sulfentrazone + imazetapir	Allus	360 + 96
T10	s-metalocloro + flumioxazina	Aprisa	840 + 42
T11	Testemunha capinada	-	-
T12	Testemunha sem capina	-	-

Os tratamentos de herbicidas foram aplicados utilizando pulverizador costal pressurizado com CO₂, provido de barra de pulverização contendo seis bicos tipo leque Teejet 110.02, espaçados a 0,5 m o qual cobria uma faixa de 3m e com volume de aplicação de 150 L ha⁻¹. As condições climáticas, no momento das aplicações foram mensuradas através de um termo higo-anemômetro. A temperatura média



mensurada no momento era de 26°C, velocidade do vento de 5 km/h e céu ensolarado.

Após a emergência da cultura foram efetuadas manutenções a fim de garantir o pleno desenvolvimento das plantas. A dessecação em pré-colheita da cultura da soja ocorreu em 01/03/2022 quando as plantas apresentavam estágio fenológico R7.3 com a aplicação do herbicida diquat (400 g i.a. ha⁻¹). Após 10 dias da aplicação dos dessecentes foi realizada a colheita da cultura da soja. De forma sequente foi realizada a semeadura da variedade Gralha Azul de trigo

A cultura do trigo foi semeada 21/04/2023 em parcelas individuais, com quatro repetições no espaçamento entre plantas de 0,17 m entre linhas com população final de 300 mil plantas ha⁻¹. A semeadura do trigo foi efetuada imediatamente após a colheita da soja e realizada uma adubação de base composta, sendo a formulação a utilizada de N-P-K na proporção 10-15-15, escolhida de acordo com a análise do solo.

Para trigo foram realizadas três aplicações para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e de percevejos, utilizando dos inseticidas tiametoxam + lambda-cialotrina, também foram realizadas duas aplicações de fluxapiroxade + piraclostrobina como fungicida preventivo.

Após a emergência da cultura, foram realizadas avaliações de fitotoxicidade aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a emergência (DAE), utilizando-se escala percentual de fitotoxicidade proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, a qual correlaciona as porcentagens de danos visuais com a caracterização do sintoma de fitotoxicidade, onde 0% está relacionado com a ausência de dano e 80-100% significa destruição total das plantas (morte da planta) (SBCPD, 1995). Também, nesses mesmos períodos de avaliação, foi determinada a altura das plantas, onde foi medidas 3 plantas por parcela. Essa medição foi realizada entre a superfície do solo até o ápice apical das plantas, contabilizando a distância entre os dois pontos.

Para determinar o rendimento de grãos do trigo, foram colhidas seis linhas centrais de cada unidade experimental por cinco metros de comprimento, totalizando 1,02m de largura por 5 metros de comprimento, totalizando uma área útil de 5,1m². Após a colheita, o material foi trilhado, pesado e determinada a umidade dos grãos. Após realizada a correção da umidade para 13%, foi determinado o rendimento de grãos por hectare.



Em virtude das características das variáveis foram ajustados os Modelos Aditivos Generalizados para Localização, Escala e Forma (GAMLSS) (RIGBY et al., 2019). Para analisar o efeito de fatores foi construída a Análise de Deviance e calculado a estatística F Para verificar o desempenho dos herbicidas foram construídos gráficos de caterpillar plot. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (R Core Team, 2023). E o pacote gamlss (STASINOPOULOS et al., 2017) será utilizado para ajustes dos modelos GAMLSS e o pacote ggplot2 (Wickham, 2016) para apresentação gráfica.

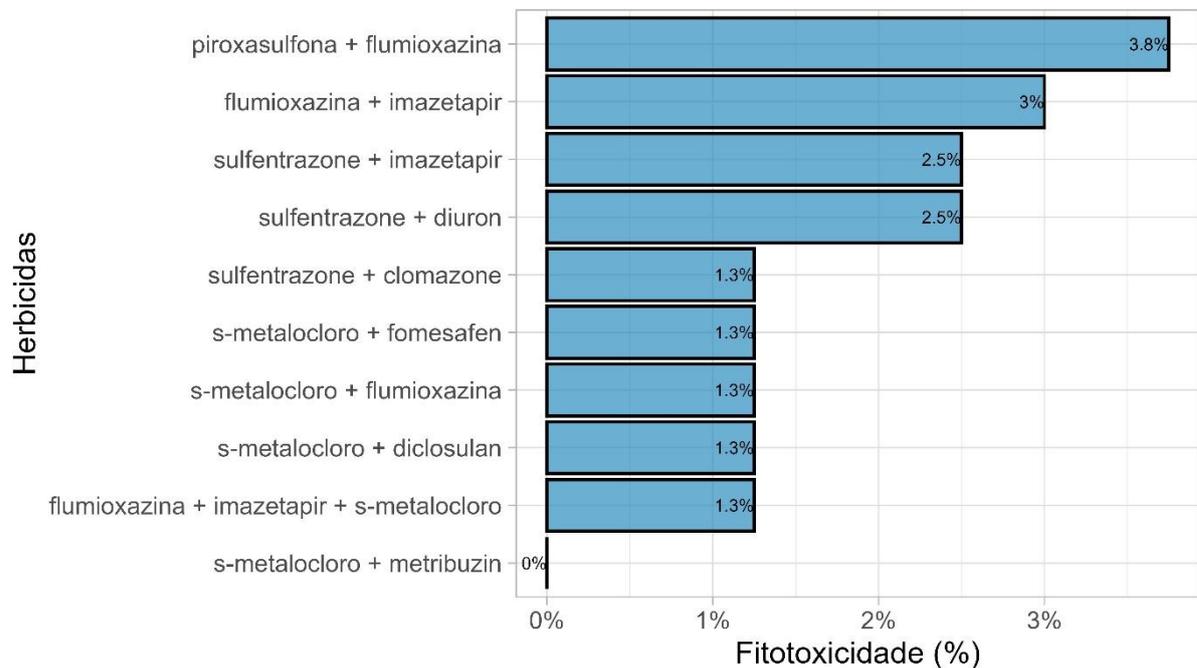
Resultados e discussão

A variável fitotoxicidade apresentou registros de apenas três valores distintos: 0% (n = 185), 2% (n = 1) e 5% (n = 14). Esses valores representam a porcentagem de danos causados às plantas em decorrência do tratamento aplicado. Observou-se que os valores diferentes de 0% ocorreram exclusivamente no 7º dia após a aplicação (DAE = 7), indicando que, nos demais dias avaliados, não houve registros de fitotoxicidade (0% em todas as observações). Devido a essa distribuição restrita, optou-se por considerar apenas os dados registrados no DAE = 7 para a análise descritiva. A Análise de Deviance não constatou efeito significativo do Tratamento quando avaliada a fitotoxicidade (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados da análise de deviance para a Altura e produtividade.

Variável	Fonte de Variação	Graus de liberdade	Valor F	Valor p
Fitotoxicidade		9	2,011	0,077
Altura (cm)	Tratamento	11	0,803	0,637
Produtividade (kg.ha ⁻¹)			3,449	0,003

Diante disso, foram calculadas as médias dos valores de fitotoxicidade para descrever de forma mais detalhada as respostas observadas nesse momento específico (Figura 2).

**Figura 2 - Médias da fitotoxicidade ocasionada na aplicação dos herbicidas aos 7 DAE.**

Os valores de fitotoxicidade na cultura do trigo foram baixos, com variações entre 1,3% e 3,8%, sem ocorrência de injúrias significativas nas plantas. Esse resultado pode ser atribuído ao elevado volume de precipitação acumulado no período entre a aplicação dos herbicidas pré-emergentes na soja e a semeadura do trigo, totalizando aproximadamente 900 mm. Esses baixos índices podem ser explicados devido ao expressivo volume hídrico acumulado de aproximadamente 900mm no período entre a aplicação dos pré-emergentes na cultura da soja e a semeadura do trigo, visto que, precipitações expressivas podem vir a ocasionar na lixiviação de produtos para camadas mais profundas do solo e acabam por evitar a absorção pelas plantas, no caso, pelo trigo, como notado por Bandeira et al., (2022), que observou a direta proporcionalidade entre o movimento descendente de herbicidas pré-emergentes no solo com a intensidade de precipitações.

Corroborando com esse cenário, em trabalho realizado por Meite et al., (2018), foi observado que os volumes e frequência de chuvas atuaram como fatores fundamentais na lixiviação de pesticidas, sendo a frequência, essencial para a lixiviação de produtos, como o pré-emergente s-metalocloro analisado no trabalho. Pacanoski e Mehmeti, (2021), trabalhando com pré-emergentes correlacionaram que a eficácia dos herbicidas foram diminuindo com incidência de precipitações e condições de solo úmidos. Ambos os trabalhos demonstraram que quando



posicionados herbicidas e após a aplicação ocorrer precipitações resultou em maior perda de produto e conseqüentemente menor eficácia.

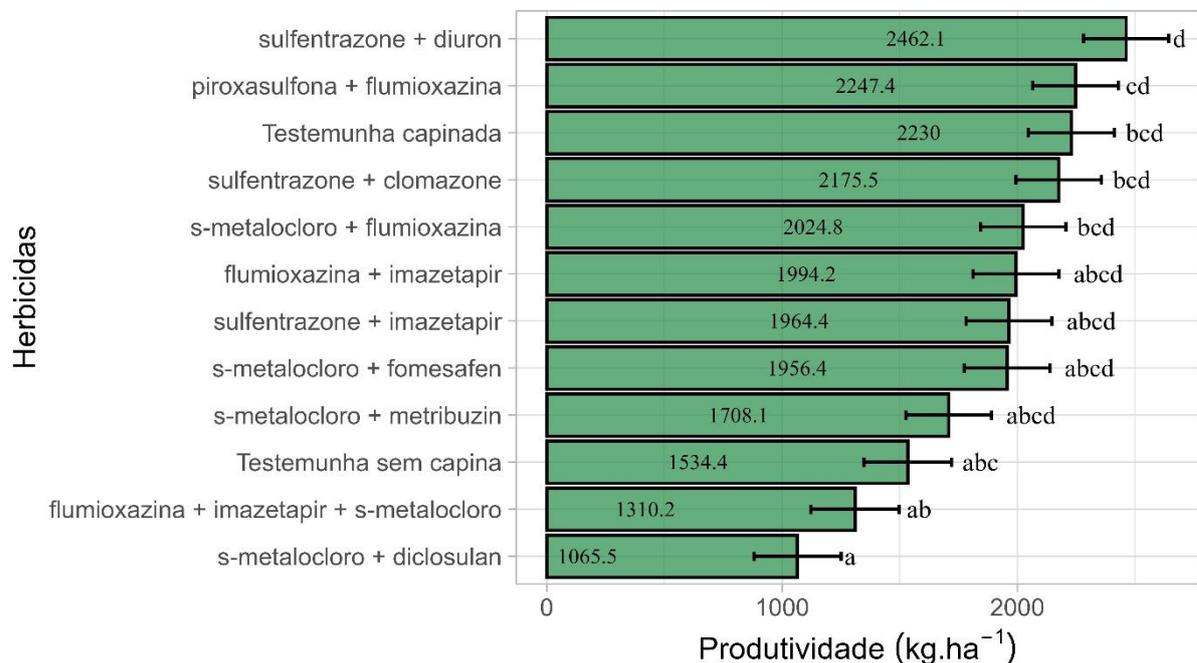
O fato de que só foram notados sintomas de fitotoxicidade aos 7 dias após a emergência (DAE) da cultura pode ser relacionado à capacidade de metabolização do herbicida pela cultura. Como notado por Galon et al., (2023a), ao analisar a seletividade de herbicidas para a cultura da cevada, o autor notou que a fitotoxicidade apresentada pelos pré-emergentes, ainda que visível nas primeiras avaliações, foi logo reduzida para porcentagens insignificantes, como os herbicidas pendimetalina e sulfentrazone, que apresentaram fitotoxicidade de 16 e 25% aos 14 DAA, entretanto aos 28 DAA, esses valores passaram para 0 e 6%. O autor correlaciona tal fato com a metabolização dos herbicidas pela cultura pela possibilidade desta apresentar tolerância ao pré-emergente.

Ainda que os tratamentos não tenham apresentado significativa fitotoxicidade para a cultura, como notado na Figura 3, houve certas diferenças significativas entre tratamentos em relação à produtividade. Como notado por Balem et al., (2021), que ao trabalhar com herbicidas pós emergentes na cultura do trigo, não observou fitotoxicidade expressivas para o herbicida clodinafope-propargil, entretanto, mesmo com a ausência de efeitos fitotóxicos, o tratamento apresentou redução na produção em sacas por hectare. Por outro lado, Carvalho et al., (2022) notou que determinada variedade de soja mesmo apresentando efeitos fitotóxicos como resposta à aplicação do dicamba em pré-emergência, não obteve perdas de produtividade. Portanto, é de suma importância salientar que a presença ou ausência de efeitos fitotóxicos visíveis nas plantas não é o único fator a determinar a seletividade de um herbicida.

A seguir foi apresentada a análise de deviance, considerando o efeito aleatório de Bloco e os modelos GAMLSS com ajuste da distribuição Gumbel com função de ligação log. A análise dos resultados apresentados na Tabela 1 demonstra que foi obtido efeito de tratamento apenas quando avaliada a variável produtividade, não apresentando diferença significativa para a variável altura de planta.

Na Figura 3 está apresentado o resultado do teste Tukey para comparação entre os herbicidas quando avaliada a produtividade e seus respectivos valores em ordem decrescente.

Figura 3 - Resultados das médias estimadas e os respectivos erros padrões para cada um dos herbicidas quando avaliada a produtividade.



Em relação à produtividade, todos os tratamentos, exceto flumioxazin + imazetapir + S-metolacloro e S-metolacloro + diclosulam, apresentaram produtividade superior, diferindo estatisticamente da testemunha absoluta (2230 kg ha⁻¹). Tal fato pode ser explicado pelo melhor controle de plantas daninhas pelos pré-emergentes analisados, o que permite um melhor controle em estágios iniciais de desenvolvimento da cultura e permitem o melhor aproveitamento dos nutrientes no solo pela cultura. Corroborando com o cenário, em trabalho realizado por Galon et al., (2023b), que analisou a eficácia de herbicidas pré-emergentes no trigo, observou-se que a aplicação pedimentalina e flumioxazin associados com clodinafop-propargyl apresentaram melhor controle de azevém, e estes herbicidas ocasionaram uma melhor produtividade para a cultura quando comparado à testemunha sem qualquer aplicação de produtos. Esse fato é justificado pelo autor devido a cultura ter se desenvolvido sem a competição com plantas daninhas.

Os menores índices de produtividade pelos tratamentos flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro e s-metalocloro + diclosulan pode ser explicado pelas características físico-químicas dos herbicidas analisados e sua relação com as condições edafoclimáticas. A presença do herbicida s-metalocloro possui baixa solubilidade em água com valor de 480mg L⁻¹, o que acaba por prolongar seu tempo



de atuação, e afeta conseqüentemente, a sua persistência no solo e eficácia. Nesse cenário, Silva et al., (2022) ao avaliar o residual de s-metalocloro no solo observou que após aplicação obteve-se residual na camada de 0 até 0,15m, onde as maiores concentrações na camada superficial do solo até 0,06m, mesmo após a precipitação de 131mm, demonstrando que o herbicida não foi solúvel em água. E esse residual fitotoxicidade em espécies bioindicadores, reduzindo seu potencial produtivo.

Conclusões

Observou-se que nenhum dos herbicidas pré-emergentes testados causou danos fitotóxicos consideráveis ou redução na altura das plantas na cultura do trigo. Os herbicidas flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro e s-metalocloro + diclosulan promovem redução na produtividade do trigo.

Agradecimentos

Agradecemos ao PIBITI/CNPq pelo fornecimento da bolsa ao primeiro autor, possibilitando a realização deste trabalho. Expressamos também nossa gratidão ao Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA) pelo financiamento para o desenvolvimento bem-sucedido deste projeto.

Referências

AZANIA, C.A.M.; ROLIM, J.C.; CASAGRANDE, A.A.; LAVORENTI, N.A.; AZANIA, A.A.P.M. Seletividade de herbicidas. III - Aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época de estiagem. *Planta Daninha*, v. 24, p.489-495, 2006.

BANDEIRA, J. N.; BATISTA, L. P.; DAS CHAGAS, P. S. F.; SILVA, T. S.; FERNANDES, B. C. C.; DE ANDRADE, E. M.; SILVA, D. V. **Leaching of Herbicides in Soil under the Influence of Different Rainfall Intensities**. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(6), 188, 2022.

BARBOSA, J. C; MALDONADO, JUNIOR, W. *AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agrônômicos*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.

BALEM, R.; PADILHA, L. R.; MICHELON, C. J.; COSTA, L. Controle de nabo e azevém em trigo com herbicidas pós-emergentes. *Revista de Ciência e Inovação*, 6(1), 2021.

BEZERRA PONTES JUNIOR, V. *et al.* **Carryover potential of residual herbicides inhibitors of the enzyme acetolactate-synthase (ALS)**. Em: [s.l: s.n.]. p. 23-42.



DE CARVALHO, S. J. P.; MAGALHÃES, T. B.; OVEJERO, R. F. L.; PALHANO, M. G. Fitotoxicidade de subdoses do herbicida dicamba quando aplicado em pré-emergência da cultura da soja não-tolerante. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 21(2), 85-92, 2022.

AGOSTINETTO, D. *et al.* **Manejo de Plantas Daninhas em Sistema Plantio Direto**. 2022. CONAB. Levantamento de grãos afirma produção acima de 250 milhões de toneladas na safra 2019/2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3371-levantamento-de-graos-confirma-producao-acima-de-250-milhoes-detoneladas-na-safra-2019-2020>. Acesso em: 21 ago. 2020.

DA SILVA, P. V.; VIANA, H. M. R.; MONQUERO, P. A.; MORAES, N. R.; PEREIRA, W. N.; MARIS, E. I.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DIAS, R. C. Influence of sugarcane straw on weed germination control: Weed control in sugarcane. *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo*, 53(1), 220-233, 2021.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL [EWRC]. Report of the third and fourth meetings of the European Weed Research Council Committee on methods. *Weed Research*, v. 4, n. 1, p. 79, 1964.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Dourados leituras e informações. **Embrapa Agropecuária Oeste**, Guia Clima. Disponível em: www.cpa.embrapa.br/clima/. Acesso em: 05 jun. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Notícias: Embrapa faz nova avaliação e volta a alertar para previsão de geada em junho de 2020. **Mudanças climáticas Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52517224/artigo---embrapa-faz-nova-avaliacao-e-volta-a-alertar-paraprevisao-de-geada-em-junho-de-2020>. Acesso em: 10 jun. de 2021.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O Clima da Região de Dourados, MS**. 2. Ed. Dourados - MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 32p, 2008.

FRANCO, A. *et al.* **Produtividade de grãos na sucessão soja/milho segunda safra em função do consórcio de milho com braquiária e adubação nitrogenada**. 2021.

GALON, L.; SILVA, A. M. L. D.; FRANCESCHETTI, M. B.; MULLER, C.; WEIRICH, S. N., TOSO, J. O.; PERIN, G. F. **Selectivity and efficacy of herbicides applied on barley for weed control**. *Bragantia*, 82, e20220111, 2023a.

GALON, L.; DE OLIVEIRA, B. C.; BAGNARA, M. A. M.; SCHMITZ, M. H.; DE OLIVEIRA, C. V.; PIGATTO, S. C.; TIRONI, S. P. Manejo químico de plantas daninhas infestantes da cultura do trigo. *Brazilian Journal of Science*, 2(8), 1-22, 2023b.

GAZOLA, T; GOMES D. M.; BELAPART, D.; DIAS, M. F.; CARBONARI, C. A.; VELINI E. D. Selectivity and residual weed control of pre-emergent herbicides in soybean crop. *Revista Ceres*. Online, v. 68, n. 3, pp. 219-229. 2021.



GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Plantas daninhas e seu controle, capítulo 11. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (Ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17). 2020.

HEAP, I. **The international Survey of Herbicide Resistant Weeds**. ALS mutation data base. Disponível em: <http://caws.org.nz/old-site/awc/2008/awc200810681.pdf> Acesso em 20/01/2022. Acesso em: 05 jun. 2021.

LONG, Y. H.; LI, R. T.; WU, X. M. Degradação do S-metolaclopro no solo afetada por fatores ambientais. *Jornal de ciência do solo e nutrição de plantas*, 14 (1), 189-198. 2014.

MEITE, F.; ALVAREZ-ZALDÍVAR, P.; CROCHET, A.; WIEGERT, C.; PAVRAUDEAU, S.; IMFELD, G. Impact of rainfall patterns and frequency on the export of pesticides and heavy-metals from agricultural soils. *Science of the Total Environment*, 616, 500-509, 2018.

MENDES, K. F.; SILVA, A. A.; MIELKE, K. C. Classificação, seletividade e mecanismo de ação de herbicidas. In: MENDES, K. F.; SILVA, A. A. (Orgs.) **Plantas Daninhas: Herbicidas**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2022.

PACANOSKI, Z.; MEHMETI, A. Efficacy and selectivity of PRE-em herbicide on dependence of soil types and precipitation in sunflower crop. *Journal of Agricultural Sciences*, 100-110, 2021.

SANCHOTENE D. M.; DORNELLES S. H. B.; BOLZAN T. M.; VOSS H. M. G.; ESCOBAR O. S.; LEON C. B.; SHIMÓIA E. P. Desempenho de diferentes herbicidas pré-emergentes para controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja. *Perspectiva*, Erechim, v. 41, p. 07-15. 2017.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO, J. C. F.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 356p, 2018.

SILVA, A. P. D.; MARQUES, R. F.; SILVA JUNIOR, A. C. D.; MARCHI, S. R. D.; MARTINS, D. Potencial de lixiviação do S-metolaclopro em um Latossolo de textura média com plantas bioindicadoras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 26, p. 159-165, 2022.

RIGBY, Robert A.; STASINOPOULOS, Mikis D.; HELLER, Gillian Z.; BASTIANI, Fernanda. **Distributions for Modeling Location, Scale, and Shape: Using GAMLSS** inr. CRC press, 2019.

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



STASINOPOULOS, Mikis D.; RIGBY, Robert A.; HELLER, Gillian Z.; VOUDOURIS, Vlasios; BASTIANI, Fernanda. **Flexible Regression and Smoothing: Using GAMLSS in R**. CRC Press, 2017.

WICKHAM, Hadley. **Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York. <https://ggplot2.tidyverse.org>. 2016.

RICHETTI, A.; RETORE, M.; CECCON, G. Retorno econômico da inserção de *Crotalaria ochroleuca* na sucessão soja-milho safrinha. Dourados: **Embrapa**, pp. 1-10. Comunicado Técnico, 2021.

RAZFAR, N., *et al.* Weed detection in soybean crops using custom lightweight deep learning models. **Journal of Agriculture and Food Research**, Volume 8, 2022, 100308, ISSN 2666-1543, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100308>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154322000412>. Acesso em: 05 jun. 2021.

SILVA, P. H. O.; CÔRREA, F. R.; DA SILVA, N. F.; DA SILVA CAVALCANTE, W. S.; RIBEIRO, D. F.; RODRIGUES, E. Eficiência de herbicidas pré-emergentes no manejo de plantas daninhas na cultura da soja. **Brazilian Journal of Science**, v.2, n. 4, p.21-31, 2023.