

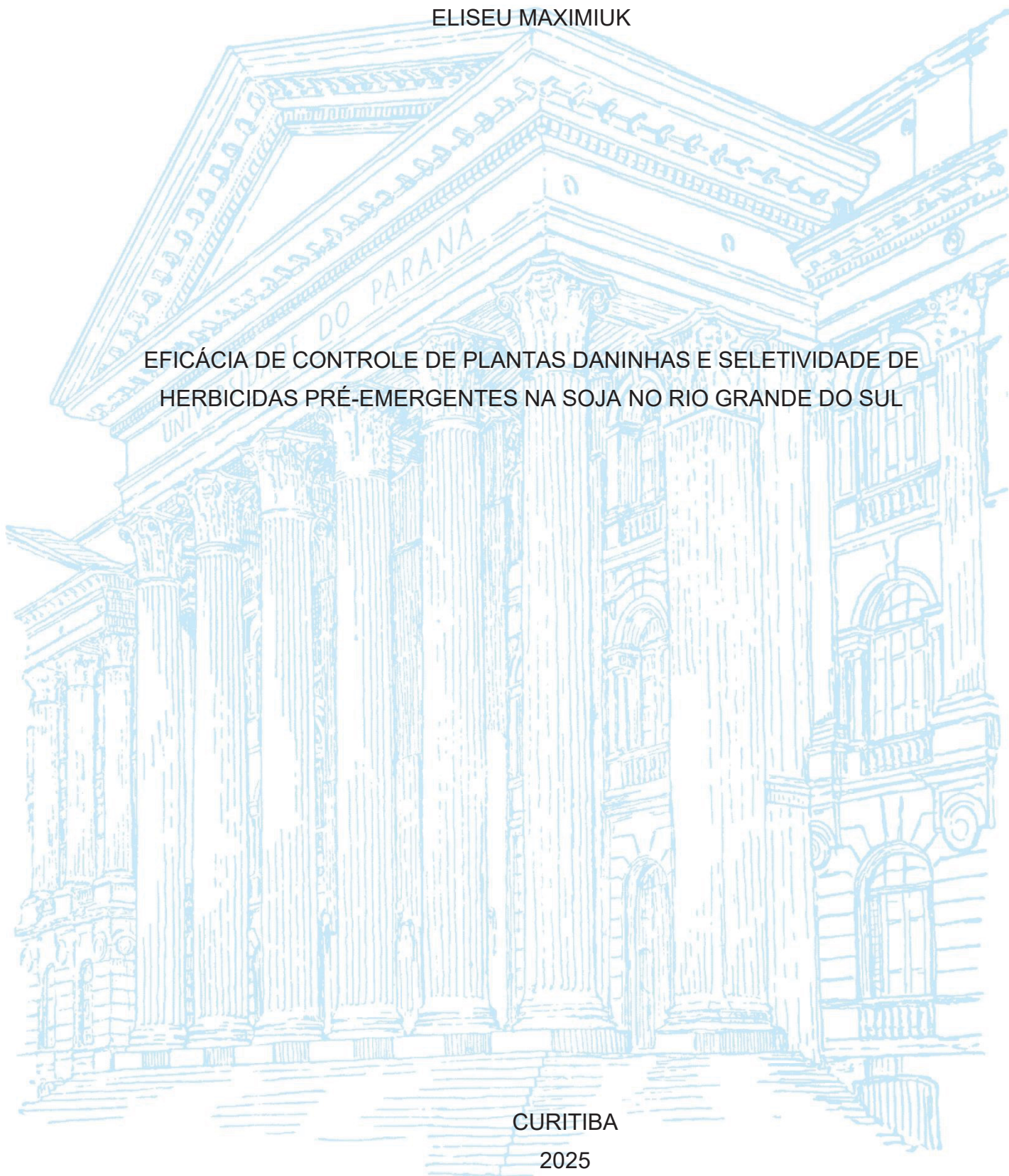
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELISEU MAXIMIUK

EFICÁCIA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E SELETIVIDADE DE
HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA SOJA NO RIO GRANDE DO SUL

CURITIBA

2025



Eliseu Maximiuk

EFICÁCIA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E SELETIVIDADE DE
HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA SOJA NO RIO GRANDE DO SUL

TCC apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Ssensu Fitossanidade Setor de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador(a): Prof. Dr. Arthur Arrobas Martins Barroso

CURITIBA

2025

RESUMO

As plantas daninhas representam um grande desafio na cultura da soja. A interferência à cultura traz perda da produtividade e aumentos de custos com controle, exigindo manejos assertivos e sustentáveis. Este estudo avaliou o nível de controle de plantas daninhas e fitotoxidez de herbicidas pré-emergentes isolados e em misturas na soja em dois locais no Rio Grande do Sul na safra 2024/2025. As duas áreas diferiram quanto a sua comunidade infestante. Na primeira, conduzida em Guabirova, predominavam as espécies de *Bidens* spp. Em Pitanga, houve uma maior riqueza de espécies, como *Bidens pilosa*, *Amarantus* spp., *Ipomoea* spp., *Sida rhombifolia* e *Urochloa plantaginea*. Os tratamentos constaram dos herbicidas: Flumioxazina (125 g ea ha⁻¹), Metribuzin (480 g ea ha⁻¹), fomesafem + S-metolaclopro (298,85 g ea ha⁻¹ + 1294,62 g ea ha⁻¹), Sulfentrazone + Diuron (245 g ea ha⁻¹ + 490 g ea ha⁻¹), Clorimuron+Flumioxazina+Imazetapir (25 g ea ha⁻¹ + 50 g ea ha⁻¹ + 100 g ea ha⁻¹), Imazetapir+Flumioxazina (120 g ea ha⁻¹ + 60 g ea ha⁻¹), flumioxazina + piroxasulfona (125 g ea ha⁻¹ + 150 g ea ha⁻¹), flumioxazina + trifluralina (125 g ea ha⁻¹ + 1125 g ea ha⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Aos 42 dias após a aplicação o controle foi avaliado baseado na densidade das plantas daninhas presentes e a produtividade da soja estimada pela colheita manual de parcelas. Os dados foram submetidos a análise de variância e comparação de médias à 5%. Em Guabirova os herbicidas flumioxazina + piroxasulfona e em Pitanga o herbicida Metribuzin apresentaram maior fitotoxidez à soja, mas aos 42 dias após aplicação as plantas apresentavam boa recuperação. Em Pitanga o tratamento Flumioxazina apresentou melhor controle aos 42 dias, na pré colheita, a flumioxazina + piroxasulfona e a maior produção foi com Flumioxazina. Em Guabirova o Metribuzin apresentou melhor controle aos 42 dias, na pré colheita Sulfentrazone+Diuron, sendo este o tratamento que apresentou a maior produção.

Palavras-chave: *Glycine max*; Flumioxazina; Residual; Persistência; caruru; picão-preto.

ABSTRACT

Weeds represent a major challenge in soybean cultivation. Their interference in the crop results in yield losses and increased control costs, requiring precise and sustainable management practices. This study evaluated the level of weed control and phytotoxicity of pre-emergence herbicides, applied alone or in mixtures, in soybean at two locations in Rio Grande do Sul during the 2024/2025 growing season. The two areas differed in their weed communities. In the first area, located in Guabirova, *Bidens* spp. predominated. In Pitanga, there was greater species richness, including *Bidens pilosa*, *Amaranthus* spp., *Ipomoea* spp., *Sida rhombifolia*, and *Urochloa plantaginea*. The treatments consisted of the following herbicides: flumioxazin (125 g ai ha⁻¹), metribuzin (480 g ai ha⁻¹), fomesafen + S-metolachlor (298.85 g ai ha⁻¹ + 1294.62 g ai ha⁻¹), sulfentrazone + diuron (245 g ai ha⁻¹ + 490 g ai ha⁻¹), chlorimuron + flumyoxazin + imazetapyr (25 g ai ha⁻¹ + 50 g ai ha⁻¹ + 100 g ai ha⁻¹), imazetapyr + flumyoxazin (120 g ai ha⁻¹ + 60 g ai ha⁻¹), flumyoxazin + pyroxasulfone (125 g ai ha⁻¹ + 150 g ai ha⁻¹), and flumyoxazin + trifluralin (125 g ai ha⁻¹ + 1125 g ai ha⁻¹). The experimental design was a randomized complete block with four replications. At 42 days after application, weed control was evaluated based on the density of the weeds present and soybean yield was estimated through manual harvesting of plots. The data were subjected to analysis of variance and means comparison at a 5% significance level. In Guabirova, the combination flumioxazin + pyroxasulfone, and in Pitanga, metribuzin caused the highest phytotoxicity to soybean. But forty-two days after application, plants showed good recovery. In Pitanga, flumioxazin provided the best control at 42 days, and in the pre-harvest evaluation, flumioxazin + pyroxasulfone. Flumioxazin alone achieved the highest yields. In Guabirova, metribuzin showed the best control at 42 days, while sulfentrazone + diuron led to the highest yield at pre-harvest.

Keywords: *Glycine max.*; Flumyoxazin; Residual; Persistence; *Amaranthus* spp.; *Bidens* spp.

1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max.* Meril, é a maior commodity agrícola do Brasil pois responde por mais de 40% das exportações brasileiras. O Rio Grande do Sul é o quarto maior produtor nacional. Plantada primordialmente no estado, se expandiu com o passar dos anos para o restante do país. A cultura da soja, plantada em grande parte do território nacional, geralmente em monocultura, apresenta grandes desafios fitossanitários como pragas, doenças e plantas daninhas. O manejo de plantas daninhas na soja representa um dos maiores desafios da cultura na atualidade, representando 33% dos custos totais de produção, podendo aumentar expressivamente se houver alta infestação ou presença de espécies resistentes (SANTOS et al., 2012).

Os problemas da região onde os experimentos foram conduzidos incluem plantas daninhas com histórico de resistência ao glifosato, como buva (*Conyza* spp.), o caruru (*Amaranthus* spp.), o picão-preto (*Bidens* spp), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), além da trapoeraba (*Comelina bengalensis*.) que é tolerante ao glifosato. O uso de herbicidas pré-emergentes é uma alternativa para diversificação dos princípios ativos que atuarão no controle da emergência das sementes germinadas das plantas daninhas (ADEGAS, 2019). De acordo com Muller et al. (2014), os herbicidas pré-emergentes tem efeito residual no solo e maior tempo de controle, reduzindo as infestações das plantas daninhas, manejando o fluxo de emergências (banco de sementes), reduzindo o período crítico de convivência na fase inicial da cultura, permitindo que se estabeleça sem interferências (MONQUERO et al., 2008).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar possibilidades de controle de plantas daninhas na pré-emergência, mais econômicas, eficientes e sustentáveis, com soluções aplicáveis aos problemas vivenciados no campo, servindo de subsídio para tomadas de decisões e recomendação de manejos para agricultores e profissionais do setor.

1.1.1 Objetivos específicos

O presente estudo objetiva apontar a eficácia dos herbicidas pré emergentes utilizados no experimento, tanto no controle das plantas daninhas como na contribuição para a produtividade da cultura.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A cultura da soja destaca-se no cenário nacional como uma das mais importantes commodities agrícolas, com produção superior a 147 milhões de toneladas no ano de 2024 representando mais de 40% das exportações do agronegócio brasileiro (GOTTEMS, 2025). A soja começou a ser plantada comercialmente nos anos 1940 no Rio Grande do Sul, e teve sua expansão nos anos 1960 a 1970, quando foi criada a Embrapa, chegando aos atuais patamares de produtividade e tecnologia incorporados. Na maioria do território nacional a soja é plantada em monocultura, o que proporciona o aumento dos problemas fitossanitários, sejam pragas, doenças ou plantas daninhas.

As plantas daninhas sempre foram um grande desafio para a soja, além da competição por espaço e recursos, como água, nutrientes radiação solar, podem apresentar alelopatia, serem hospedeiros de pragas e doenças, além de dificultar a colheita e depreciar a qualidade do grão produzido (AGOSTINETTO et al., 2008).

O controle químico de plantas daninhas na cultura da soja foi introduzindo no Brasil nos anos 1960, como a trifluralina e o metribuzin. No final dos anos 1980 não havia mais que 15 ingredientes ativos disponíveis ao produtor brasileiro (GAZZIERO, 1983). Nos anos 1970 também se iniciou implantação do sistema de plantio direto, onde o grande desafio foi o controle de plantas daninhas (GAZZIERO et. al., 2009), levando muitos a abandonar a tecnologia. Nos anos 1980, disponibilidade de herbicidas pós-emergentes, como glifosato e 2,4-D, o plantio direto voltou ao interesse do agricultor (MEROTTO et al., 2022).

O sistema de plantio direto, apesar de apresentar inúmeras vantagens, como redução na erosão do solo, ganhos operacionais, aumento da produtividade, trouxe problemas relacionados ao controle de plantas daninhas, pois alguns herbicidas que no sistema convencional eram incorporados ao solo, apresentaram problemas de controle quando aplicados sobre a palhada. Ainda disso, nos anos 1990 houve o surgimento de plantas resistentes aos mecanismos existentes de controle em por

emergência, como os inibidores de ALS em espécies de picão-preto e leiteiro (AGOSTINETTO; VARGAS, 2014).

No início dos anos 2000, se tornou comum ver lavouras com altas infestações, com perdas expressivas, algumas a ponto de perda total da produtividade, situação que atraiu rapidamente atenção a soja RR, sendo introduzida ilegalmente via Argentina e Uruguai em 1995 e 1996 (MEROTTO et. al., 2022). A tecnologia, mesmo sendo ilegal, se expandiu nos anos 2000, na época apresentava um controle de praticamente 100% das plantas daninhas, por isso a reprodução e comercialização clandestina cresceram exponencialmente. Em 2005 a tecnologia foi liberada no Brasil, surgindo as primeiras cultivares RR brasileiras do mercado, consolidando a tecnologia.

O agricultor experimentou um novo patamar de controle com a tecnologia RR, esquecendo rapidamente outros mecanismos de ação, como inibidores de ALS, ACCase, Protox, e o uso de pré-emergentes. O glifosato apresentou grande versatilidade de controle, uma vez que controlava qualquer espécie e em qualquer estágio fenológico da soja, sendo que lavouras totalmente livres de plantas daninhas eram uma realidade. O uso intensivo do glifosato, subdoses, falta de rotação de mecanismos de ação, levaram a seleção de plantas resistentes.

O primeiro caso de resistência ao glifosato foi em 2003, de azevém, *Lolium perenne* spp *multiflorum*, no Rio grande Sul, seguido da Buva, *Conyza bonariensis*, no Rio grande do Sul e São Paulo (DA SILVA et al., 2023). Atualmente há pelo menos 12 espécies que apresentam resistência ao glifosato (HEAP, 2023). As principais plantas daninhas da soja incluem a buva (*Conyza* spp.), o caruru (*Amaranthus* spp.), o picão-preto (*Bidens pilosa*), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*). O custo total da resistência no Brasil é estimado em R\$ 9 bilhões anualmente, com perdas de produção médias estimadas de 13 a 15% na produção de grãos (EMBRAPA, 2024).

O manejo de plantas daninhas assumiu um novo contexto, plantas resistentes, maioria de alta capacidade reprodutiva, trazendo de volta a necessidade do controle da sua emergência, pelo uso dos herbicidas pré-emergentes, com uso crescente nos últimos anos (MULLER et al., 2014). Os herbicidas pré-emergentes são aplicados antes ou após plantio da soja, em pré-emergência das plantas daninhas, e por terem efeito residual no solo impedem o sucesso no estabelecimento (emergência e desenvolvimenot) das plantas daninhas (OLIVEIRA JR, 2001), reduzindo a competição nas fases iniciais da cultura (Monquero et al., 2008). Além dessas

vantagens os herbicidas pré-emergentes reduzem as aplicações de herbicidas pós emergentes, reduzindo custos e impactos ambientais. O uso de herbicidas pré-emergentes com distintos mecanismos de ação e mistura de herbicidas ou formulações comerciais que combinam diferentes princípios ativos são essenciais para o manejo e prevenção ao desenvolvimento de biótipos resistentes a herbicidas (ALBRECHT et al., 2023)

Considerando esses fatores, também a desconfiança de muitos produtores em relação aos herbicidas pré-emergentes, correlacionados a deficiência de controle dos anos 1990 e 2000, carência regional de estudos focados nos controle desses herbicidas e principalmente desatrelados de apelos comerciais, este trabalho objetiva avaliar os efeitos de diferentes herbicidas aplicados na cultura da soja em pré-emergência das plantas daninhas, como controle das plantas daninhas, fitotoxicidade e a produtividade em relação a soja.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas áreas no município de Doutor Maurício Cardoso, estado do Rio Grande do Sul. O solo predominante na região é o Latossolo Distroférico e o clima é Temperado do tipo Subtropical, classificado como Mesotérmico Úmido, Cfa (classificação de Köppen). A área um estava localizada na localidade de Lajeado Guabirova, coordenadas geográficas: 27°29'18.91"S 54°26'32,02"O e a área 2 em Vila Pitanga, coordenadas geográficas 27°31'50"S 54°20'13.49"O. Ambas as áreas são de sequeiro com plantio direto consolidado. A área um apresenta matéria orgânica em 2,2% e 52% de argila. A área dois apresenta matéria orgânica de 3,5% e argila 65%.

Em Guabirova foi plantada a cultivar soja AS 3595 i2x, com 270 mil sementes por hectare, espaçamento de 45 cm com 12,1 sementes por metro linear, com 275 kg de fertilizante 2-20-20 aplicados na base. A área foi dessecada pré-plantio com mistura de 1.440 g ia ha⁻¹ glifosato (1.800 g PC, TECNUP WG 796 g kg) + 16 g ia ha⁻¹ de carfentrazone (0,04 L PC Aurora, 400 g L⁻¹, FMC) e 500 g ia ha⁻¹ Glufosinato sal de amônio 400 g ha⁻¹ (2,5 L PC ha⁻¹ LOYER 200g L⁻¹) + adjuvante Éster metílico de óleo de soja, (0,5 L ha⁻¹). Plantio da soja foi realizado no dia 10/11/2024 e aplicação dos tratamentos foi realizada no dia, 11/11/2024. Foram aplicados 8 tratamentos, 7 com herbicidas pré-emergentes, uma testemunha suja, só com água. (Tabela 1). Foram utilizadas quatro repetições de cada tratamento, em parcelas com 4 x 3 metros

totalizando área útil de 12 m². A soja iniciou sua emergência após 7 dias, em 19/11/2024.

TABELA 1: Tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	molécula	dose g ia/ha
tratamento 1	flumioxazina + trifluralina	125 + 1.125
tratamento 2	flumioxazina + piroxasulfona	125 + 150
tratamento 3	fomesafem + S-metolacoloro	298,85 + 1.294,62
tratamento 4	Metribuzin	480
tratamento 5	Sulfentrazone+ Diuron	245 + 490
tratamento 6	Clorimuron+Flumioxazina+Imazetapir	25 + 50 + 100
tratamento 7	Imazetapir+Flumioxazina	120 + 60
tratamento 8	Flumioxazina	125

*T1-Sumyzin (0,25L PC)+Trifluralina Nortox (2,5L PC), T2-Sumyzin (0,25L PC)+YamatoSC (0,3L PC), T3-Eddus (2,5 L PC), T4-Sencor480 (1 L PC), T5-Stone (1,4 L PC), T6-Arkeiro Nortox (0,25 kg PC), T7-Zethamaxx (0,6 L PC), T8- Sumyzin (0,25L PC). Fonte: autor.

Em Guabirova o Tratamento 8, Flumioxazina, 125 g ia ha⁻¹ (Sumyzin 0,25L PC), não foi aplicado, ficando com 7 tratamentos. Em Pitanga, foi semeada a cultivar de soja Neo 610IPRO, com 280 mil sementes por hectare, com espaçamento de 50 cm, com 14 sementes por metro linear, com 250 kg de fertilizante 2-23-23 aplicado na base A área foi dessecada pré-plantio com mistura de 1.440 g ia ha⁻¹ glifosato (1,8 kg PC de TECNUP WG 796 g kg PC) + 16 g ia ha⁻¹ de carfentrazone (40 mL PC, Aurora, 400 g L⁻¹, FMC PC) e Glufosinato sal de amônio 500 g ha⁻¹ (2,5 L ha⁻¹ PC LOYER 200) + adjuvante Éster metílico de óleo de soja, (0,5 L/ha). O plantio da soja foi realizado no dia 27/11/2024 e a aplicação dos pré-emergentes foi realizada no mesmo dia. Foram aplicados 9 tratamentos, 8 com herbicidas pré-emergentes e uma testemunha suja, só com água, com quatro repetições de cada tratamento. (Tabela 1). Foram utilizadas quatro repetições de cada tratamento, em parcelas com 4 x 3 metros totalizando área útil de 12 m². A soja iniciou sua emergência após 7 dias, em 03/12/2024.

A dessecação e os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal Jacto, equipado com bico cone vazio 02, com vazão equivalente a 100 litros por hectare. Os herbicidas foram diluídos em um balde com um litro de água, medidos com uma pipeta ou balança de precisão. O pulverizador foi lavado após cada operação para evitar contaminação e a calda restante e a água utilizada nas lavagens foi armazenada em recipiente para posterior descarte.

As avaliações de controle de plantas daninhas foram realizadas 14, 21 e 42 dias após aplicação dos herbicidas e na pré-colheita. Observando-se a testemunha suja, sem nenhum herbicida, foram atribuídas notas para o controle, através de avaliação visual, onde 0 seria nenhum controle e 100 total controle de plantas daninhas. Para a fitotoxidez a nota 100 seria quando nenhuma planta de soja emergiu ou todas emergiram e morreram e 0, plantas sem nenhuma injúria. Avaliação de produtividade foi realizada colhendo 1 metro quadrado nas linhas centrais de cada parcela, com posterior debulha manual e pesagem de grãos. Na área Guabirova, o tratamento 8 foi avaliado apenas aos 28 e 42 dias e na pré colheita, o controle das plantas daninhas e a produtividade. A contagem das plantas daninhas na testemunha suja foi realizada com auxílio de um quadrado de arame de 0,5 m x 0,5 m, totalizando 0,25 m².

As datas das avaliações em Guabirova iniciaram com a primeira aos 14 dias após emergência (DAE) em 04/12/2024, 28 DAE em 18/12/2024, 42 DAE em 01/01/2025, avaliação de colheita e coleta de plantas para avaliar produção em 23/03/2025. As avaliações em Pitanga iniciaram com a primeira aos 14 dias após emergência (DAE) em 17/12/2024, 28 DAE em 31/12/2024, 42 DAE em 14/01/2025, avaliação de colheita e coleta de plantas para avaliar produção em 04/04/2025.

Os dados coletados no campo, foram registrados em planilhas do Microsoft Office Excel e analisados através do aplicativo AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos, aplicado teste Tukey à 5% de variabilidade.

A área Guabirova recebeu precipitações de 67 mm 5 dias após aplicação herbicidas e 360 mm no dia 28/11/24 e a área Pitanga, no dia posterior à aplicação dos herbicidas, 28/11/24, recebeu 396mm de precipitação. Área Guabirova enfrentou estiagem forte, com baixa precipitação após 15/12/24, com 288mm mal distribuídos até a colheita. Na área Pitanga as chuvas foram distribuídas, mesmo com veranico que ocorreu de 25/12/24 até 27/01/25, após esse período, recebeu 520 mm de precipitações até colheita. Temperaturas médias acima de 25°C e alguns períodos ultrapassou à 40 °C, onde a área Guabirova sofreu perdas expressivas, déficit hídrico aliado a temperaturas elevadas.

5- APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Na área de Guabirova, onde predominou a infestação de *Bidens* sp. resistente ao glifosato, observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Aos 14 dias após emergência da soja (DAE), os tratamentos (T), T3 – fomesafen + S-metolacoloro, T4 – metribuzin e T5 – sulfentrazona + diuron proporcionaram os maiores níveis de controle, enquanto T1 – flumioxazina + trifluralina apresentou o menor controle sobre a população infestante. Na avaliação aos 28 DAE, observou-se leve redução no residual da maioria dos herbicidas, destacando-se T4 – metribuzin que manteve maior persistência no controle. Aos 42 DAE, o comportamento geral indicou manutenção da eficácia residual, exceto para T2 – flumioxazina + piroxasulfona (125 g + 150 g ha⁻¹), que apresentou queda significativa. Na avaliação realizada na colheita, T5 – sulfentrazona + diuron destacou-se com o melhor desempenho em termos de controle, enquanto T3 – fomesafen + S-metolacoloro apresentou a menor eficiência.

Tabela 2: Controle de plantas daninhas, com predominância de *Bidens* spp. em diferentes períodos após a aplicação (DAE-dias após a emergência da soja). Guabirova, 2025.

Tratamentos	14 DAE	28 DAE	42 DAE	Colheita
1-Sumyzin®+ Trifluralina®	75,00c	73,25c	71,02 bc	71,25ab
2- Sumyzin® + Yamato®	81,25c	80,00bc	62,50c	75,00ab
3- Eddus®	99,75a	92,50ab	88,75a	51,25c
4- Sencor®	99,25ab	98,50a	98,00a	66,25b
5- Stone®	95,75ab	90,00ab	86,25a	77,50a
6- Arkeiro®	91,75b	91,25ab	91,25a	68,75ab
7-Zethamaxx®	80,00c	85,00abc	83,25bc	66,25b
T. Suja-nº p daninhas m²	30	150	238	165

Medias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância. Fonte: Autor

Na área Guabirova, a avaliação da fitotoxicidade evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3). Aos 14 dias após a emergência da soja (DAE), os tratamentos T2 (flumioxazina + piroxasulfona) e T7 (imazetapir + flumioxazina) ocasionaram os maiores níveis de injúria às plantas, enquanto o tratamento T4 (metribuzin) não apresentou sintomas de fitotoxicidade.

Tabela 3: Fitotoxidez e produtividade da soja em diferentes períodos após a aplicação (DAE-dias após a emergência da soja). Guabirova, 2025.

Tratamentos	14 DAE	28 DAE	42 DAE	Produção (sc/ha)
1-Sumyzin®+ Trifluralina®	21,25b	23,75b	7,50ab	49,37abcd
2- Sumyzin® + Yamato®	31,25a	33,75a	7,50 ab	53,00abc
3- Eddus®	2,50de	7,50cd	12,50a	46,70 bcd
4- Sencor®	0,00e	2,00d	2,50b	58,70ab
5- Stone®	6,25cd	7,50cd	8,75ab	59,91a
6- Arkeiro®	10,00c	8,75cd	2,50b	42,20 cd
7-Zethamaxx®	27,50a	16,25bc	11,20 ab	45,17cd
Testemunha Suja	-	-	-	39,33d

Medias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância. Fonte: Autor

Na avaliação aos 28 DAE, observou-se intensificação dos sintomas no T2 (flumioxazina + piroxasulfona), em comparação com a primeira avaliação. Resultado semelhante foi verificado no T1 (flumioxazina + trifluralina). Em contrapartida, no T7 (imazetapir + flumioxazina), os sintomas foram reduzidos, indicando maior recuperação da cultura. Aos 42 DAE, a maioria dos tratamentos apresentou recuperação satisfatória, evidenciada pela redução dos sintomas de injúria. No entanto, o tratamento T3 (fomesafen + S-metolaclopro) resultou em incremento da fitotoxicidade em relação às avaliações anteriores.

Com relação à produtividade, os tratamentos T4 (metribuzin) e T5 (sulfentrazone + diuron) proporcionaram os maiores rendimentos em comparação à testemunha suja. O T5 apresentou o melhor controle de plantas daninhas, enquanto ambos os tratamentos demonstraram elevada seletividade à soja, indicando que a associação entre controle eficiente e seletividade foi determinante para o incremento de produtividade (OLIVEIRA Jr., 2011; VELINI et al., 2000). A diferença de controle pode ser observada nas parcelas a campo no momento da colheita (Figura 1).

Figura 1: Controle na colheita área Guabirova



Fonte: autor (2025).

Na área de Pitanga, as principais espécies infestantes identificadas foram picão-preto (*Bidens pilosa*), caruru (*Amaranthus hybridus*, resistente ao glifosato), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), corriola (*Ipomoea* sp.), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e café-bravo (*Croton lobatus* L.).

As avaliações tiveram início aos 14 dias após a emergência da soja (DAE). Nesse período, a maioria dos tratamentos apresentou elevado nível de controle, com pequenas diferenças entre si (Tabela 4). Entretanto, os tratamentos T4 (metribuzin) e T6 (clorimuron + flumioxazina + imazetapir) apresentaram baixo desempenho frente à população infestante. Na avaliação aos 28 DAE, observou-se redução do efeito residual da maioria dos herbicidas, sendo o tratamento T5 (sulfentrazone + diuron) o que apresentou maior perda de eficácia.

Aos 42 DAE, houve queda do residual em todos os tratamentos, destacando-se T8 (flumioxazina) como o que manteve maior residual, enquanto T4 (metribuzin) apresentou a maior redução. Na avaliação realizada na colheita, o tratamento T1 (flumioxazina + trifluralina) obteve o melhor controle das espécies daninhas, seguido pelos tratamentos T8 (flumioxazina), T2 (flumioxazina + piroxasulfona) e T3 (fomesafen + S-metolaclo). O menor desempenho foi observado nos tratamentos T5 - (sulfentrazone + diuron) e T6 (clorimuron + flumioxazina + imazetapir) que apresentaram a menor persistência residual.

Tabela 4: Controle de plantas daninhas em diferentes períodos após a aplicação (DAE-dias após a emergência da soja). Pitanga, 2025.

Tratamento	14 DAE	28 DAE	42 DAE	Colheita
1-Sumyzin®+ Trifluralina®	95,00a	94,00a	87,50ab	92,50a
2- Sumyzin® + Yamato®	96,50a	94,50a	90,75ab	81,25ab
3- Eddus®	92,25a	88,75a	85,75ab	81,25ab
4- Sencor®	61,25c	60,00b	48,75d	61,25cd
5- Stone®	82,50b	70,00b	71,25bc	47,50de
6- Arkeiro®	69,00c	71,25b	56,25cd	33,75e
7-Zethamaxx®	98,75a	94,25a	90,00ab	71,25bc
8- Sumyzin®	92,00a	93,50a	92,50a	86,25ab
9 T. Suja- nºp. daninhas m²	54	137	166	146

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância. Fonte: Autor

Na área de Pitanga, todos os tratamentos ocasionaram alto nível de fitotoxicidade. Aos 14 dias após a emergência da soja (DAE), os tratamentos T4 (metribuzin), T5 (sulfentrazone + diuron) e T8 (flumioxazina) apresentaram os maiores níveis de injúria às plantas. Em contrapartida, os tratamentos T2 (flumioxazina + piroxasulfona) e T6 (clorimuron + flumioxazina + imazetapir) as menores. Na avaliação aos 28 DAE, observou-se redução das injúrias na maioria dos tratamentos, indicando recuperação da cultura. O tratamento T8 (flumioxazina) no entanto, manteve os sintomas, sem redução significativa em relação à avaliação anterior.

Aos 42 DAE, a maioria dos tratamentos apresentou recuperação satisfatória, evidenciada pela diminuição dos sintomas de fitotoxicidade. A maior recuperação foi observada nos tratamentos T1 (flumioxazina + trifluralina) em contraste, o T5 (sulfentrazone + diuron) não apresentou redução das injúrias em relação à avaliação anterior, indicando efeito residual prolongado sobre a cultura.

Tabela 5: Fitotoxidez e produtividade da soja em diferentes períodos após a aplicação (DAE-dias após a emergência da soja). Pitanga, 2025.

Tratamento	14 DAA	28 DAA	42 DAA	Produção saca/ha
1-Sumyzin®+ Trifluralina®	23,75abc	15,00a	3,75a	72,08ab

2- Sumyzin® + Yamato®	13,75c	12,50a	17,50a	78,58a
3- Eddus®	15,00c	13,75a	8,75a	73,16ab
4- Sencor®	28,75a	12,50a	11,25a	70,75ab
5- Stone®	26,25ab	12,50a	13,75a	63,16b
6- Arkeiro®	13,75c	12,50a	6,75a	41,08c
7-Zethamaxx®	16,20 bc	8,75a	3,75a	81,33a
8- Sumyzin®	20,00abc	20,00a	10,00a	81,58a
9 Testemunha suja				36,16c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância. Fonte: Autor

Em relação à produtividade, os tratamentos T7 (imazetapir + flumioxazina), T8 (flumioxazina), T2, T1, T3, e T4 proporcionaram os maiores rendimentos, mais que o dobro em comparação à testemunha infestada. Já o T6 (clorimuron + flumioxazina + imazetapir) apresentou a menor produção, com redução de aproximadamente 50% em relação aos melhores resultados, demonstrando que o controle de plantas daninhas apresentou resultados expressivos na produtividade da soja. Nessa área, o nível de controle das plantas daninhas exerceu maior influência sobre a produtividade do que a fitotoxicidade dos herbicidas na soja. Os melhores resultados de controle foram observados nos tratamentos que incluíram a flumioxazina, evidenciando a importância dessa molécula como princípio ativo no manejo de plantas daninhas resistentes (ARAÚJO DE MELLO, 2020). As parcelas no momento da colheita podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2: Controle na colheita área Pitanga.

TEST. SUJA



T1



T2



T3



T4



T5



T6



T7



T8

Fonte: autor (2025).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu avaliar a eficiência e a seletividade de diferentes herbicidas pré-emergentes isolados e em misturas na cultura da soja em duas áreas distintas do Rio Grande do Sul. Os resultados mostraram que os tratamentos à base de flumioxazina, isolados ou combinados com outros princípios ativos, se destacaram no controle de plantas daninhas, evidenciando sua importância no manejo de espécies resistentes.

A fitotoxicidade observada variou entre os tratamentos e ao longo do tempo, porém, de maneira geral, as plantas de soja recuperaram-se bem até 42 dias após a emergência, demonstrando adequada seletividade dos herbicidas. Os maiores rendimentos foram obtidos nos tratamentos que combinaram eficiência no controle de plantas daninhas com mais seletividade, indicando que o sucesso do manejo depende do equilíbrio entre eficácia no controle e segurança para a cultura.

Em Pitanga, observou-se que o nível de controle das plantas daninhas teve impacto direto sobre a produtividade, reforçando a necessidade de manejos eficientes. Já em Guabirova, a seletividade dos herbicidas teve maior influência no rendimento juntamente com eficiência de controle das plantas infestantes, demonstrando que fatores locais podem alterar a resposta da cultura.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os desafios relacionados ao manejo de plantas daninhas tendem a se intensificar com o surgimento de espécies resistentes aos herbicidas mais utilizados, reforçando a importância dos herbicidas pré-emergentes como ferramenta essencial de controle. Recomenda-se a realização de estudos envolvendo herbicidas pré-emergentes, incluindo aplicações em pós-emergência em sistemas tolerantes, como Enlist (tolerante a 2,4-D e glufosinato de amônio) e XTEND (tolerante a dicamba), avaliando sua eficiência no controle de plantas daninhas e os impactos na produtividade da cultura. Além disso, sugere-se investigar os efeitos residuais desses herbicidas em culturas subsequentes, como trigo, canola ou milho, após dois ou mais ciclos de cultivo da soja.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. **Pré-emergente é uma das alternativas para manejo de plantas daninhas resistentes.** Embrapa, 24 maio 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/43589195/pre-emergente-e-uma-das-alternativas-para-manejo-de-plantas-daninhas-resistentes>. Acesso em: 12 jul. 2025.

ALBRECHT, L. P. et al. **Growth and agronomic performance of soybean applied with pre-emergence herbicides.** Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, v. 76, n. 3, p. 10485-10492, dez. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373557427_Growth_and_agronomic_performance_of_soybean_applied_with_pre-emergence_herbicides. Acesso em: 17 maio 2025.

ARAÚJO DE MELLO, H. M. G. **Exploração do residual de flumioxazina por meio de doses e associações a outros herbicidas em pré-emergência na soja.** Instituto Federal Goiano, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1488/1/EXPLORA%C3%87%C3%83O%20DO%20RESIDUAL%20DE%20FLUMIOXAZINA%20POR%20MEIO%20DE%20DOSES%20E%20ASSOCIA%C3%87%C3%95ES%20A%20OUTROS%20HERBICIDAS%20EM%20PR%C3%89-EMERG%C3%8ANCIA%20NA%20SOJA.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2025.

DA SILVA, A. F.; BATISTA, A. C.; SILVA, R. S. **Dispersão de plantas daninhas resistentes a glifosato no Brasil: recomendações de manejo.** Embrapa, Sete Lagoas, MG, 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1158894/1/Dispersao-de-plantas-daninhas-resistentes-a-glifosato-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2025.

EMBRAPA. **As perdas estimadas ocasionadas pelas plantas daninhas.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema#:~:text=As%20perdas%20estimadas%20ocasionadas%20pelas,ataque%20de%20pragas%20e%20doen%C3%A7as>. Acesso em: 25 abr. 2025.

GAZOLA, T. et al. **Selectivity and residual weed control of pre-emergent herbicides in soybean crop.** Revista Ceres, v. 68, n. 3, p. 219-229, 2021.

GUIMARÃES, G. L. **Impactos ecológicos do uso de herbicidas ao meio ambiente.** Série Técnica IPEF, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 159-180, 1987.

HEAP, I. **The International Herbicide Resistant Weed Database**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/FtdcCcZPrGF94gL4mYGsfxc/>. Acesso em: 26 abr. 2025.

MEROTTO JR., A. et al. **Herbicide use history and perspective in South America**. *Advances in Weed Science*, v. 40, n. spe1, p. e020220050, out. 2022. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1151604>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MOSQUEIRO, P. A. et al. **Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca**. *Planta Daninha*, v. 26, n. 1, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/Svhgbk8jKJ7fmG7DXZQBvNq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 maio 2025.

MUELLER, T. C.; BOSWELL, B. W.; MUELLER, S. S.; STECKEL, L. E. **Dissipation of Fomesafen, Saflufenacil, Sulfentrazone, and Flumioxazin from a Tennessee Soil under Field Conditions**. *Weed Science*, v. 62, n. 4, p. 664-671, dez. 2014.

OLIVEIRA JR., R. S. **Mecanismo de ação de herbicidas: plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001.

OLIVEIRA JR., R. S. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (org.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 243-262.

SILVA, G. **Herbicidas pré-emergentes para o controle de plantas daninhas na cultura da soja**. Catalão, 2022. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_1/2023-10-11-07-30-59disserta%C3%A7%C3%A3o_Gustavo%20Ferreira%20da%20Silva.pdf. Acesso em: 20 abr. 2025.

SKORA NETO, F. **Manejo sustentável de plantas daninhas: fundamentos para um sistema de plantio direto sem herbicida**. Londrina, PR: IDR-Paraná, 2022. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/pesquisa/publicacoes/livro/018/L18-manejo-sustentavel-de-plantas-daninhas-01072022.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2025.

VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B.; PAVANI, M. C. M. D.; AMARAL, R. L. **Seletividade de herbicidas para a cultura da soja (Glycine max)**. *Planta Daninha*, v. 18, n. 2, p. 291-298, 2000.

VARGAS, L. et al. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil: histórico, distribuição, impacto econômico, manejo e prevenção**. Pelotas: Editora

UFPel, 2014. p. 9-32. Disponível em:
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1048114>. Acesso em: 20 abr.
2025.