UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS ROCK VAN ENGELENHOVEN

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA DA CULTURA DA SOJA COM PRODUTOS FORMULADOS POR DOIS INGREDIENTES ATIVOS

CURITIBA

2024

LUCAS ROCK VAN ENGELENHOVEN

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA DA CULTURA DA SOJA COM PRODUTOS FORMULADOS POR DOIS INGREDIENTES ATIVOS

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

Orientador: Dr. Rafael Romero Mendes

CURITIBA

2024

Controle de plantas daninhas em pré-emergência da cultura da soja com produtos formulados por dois ingredientes ativos

Lucas Rock Van Engelenhoven

RESUMO

O objetivo do trabalho foi comparar produtos formulados com dois ingredientes ativos quando aplicados em pré-emergência da cultura da soja quanto ao controle de plantas daninhas. O experimento foi realizado na Fazenda Escola Capão da Onça pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa. O experimento em campo utilizou delineamento experimental de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1: Testemunha Absoluta; T2: Imazethapyr + Flumioxazina; T3: S-Metalochlor + Fomesafen; T4: Sulfentrazone + Diuron; T5: Piroxasulfone + Flumioxazina; T6: Sulfentrazone + Imazethapyr e; T7: Flumioxazina + S-metolachlor. As avaliações de controle dos herbicidas sobre as plantas daninhas foram realizadas aos 14 e 32 dias após a aplicação (DAA), fitotoxicidade na soja aos 21, 28 e 32 DAA e a produtividade. Aos 14 DAA, os herbicidas não diferiram no controle do capim-colchão e da trapoeraba. Para controlar o trigo, os melhores foram T3, T6, T7 e T2. Para o picão-preto, os melhores foram T2, T4 e T6. Aos 32 DAA, T2 e T6 apresentaram controle superior do capim-colchão ao de T7. T2 e T6 controlaram 99,50 e 97%, respectivamente a trapoeraba. Não houve diferenças entre os herbicidas para controlar o trigo. Para o picão-preto, os melhores tratamentos foram T4 e T6. Conclui-se que os herbicidas apresentaram eficácia variável no controle das plantas daninhas, contudo T6 foi o tratamento mais eficaz, mantendo controle superior a 90%. Não houve fitotoxicidade significativa na cultura da soja, e a produtividade se manteve acima de 3.000 kg ha^{-1}, exceto para T7.

Palavras-chave: Herbicidas. Plantas invasoras. Pré-emergentes

ABSTRACT

The aim of the study was to compare formulated products containing two active ingredients when applied in the pre-emergence of soybean crops for weed control. The experiment was conducted at the Capão da Onça School Farm, which belongs to the State University of Ponta Grossa. The field experiment used a randomized block design with seven treatments and four replications. The following treatments were evaluated: T1: Untreated Control; T2: Imazethapyr + Flumioxazin; T3: S-Metalochlor + Fomesafen; T4: Sulfentrazone + Diuron; T5: Piroxasulfone + Flumioxazin; T6: Sulfentrazone + Imazethapyr e; T7: Flumioxazin + S-metolachlor. Herbicide control assessments on weeds were conducted at 14 and 32 days after application (DAA), phytotoxicity in soybeans at 21, 28, and 32 DAA, and crop yield. At 14 DAA, the herbicides did not differ in controlling crabgrass and Bengal dayflower. For voluntary wheat control, the best treatments were T3, T6, T7, and T2. For beggar'-ticks control, the most effective treatments were T2, T4, and T6. At 32 DAA, T2 and T6 showed superior control of crabgrass compared to T7. T2 and T6 controlled benghal dayflower by 99.50% and 97%, respectively. No differences were observed between the

herbicides for wheat control. For beggarticks, the best treatments were T4 and T6. It was concluded that the herbicides showed variable efficacy in weed control; however, T6 was the most effective treatment, maintaining control above 90%. There was no significant phytotoxicity in the soybean crop, and yield remained above 3,000 kg ha^{-1}, except for T7.

Keywords: Herbicides. Invasive plants. Pre-emergence.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma cultura amplamente cultivada em todo o território brasileiro. Na safra 22/23, a produção nacional de soja registrou um aumento significativo de 23,2%, totalizando 154,6 milhões de toneladas a mais em comparação com a safra anterior de 21/22 (CONAB, 2024).

Um desafio significativo em áreas de cultivo de soja é o controle de plantas daninhas, que se destacam por sua alta capacidade de competir por recursos naturais, como água, luz, nutrientes e espaço físico (PACHECO et al., 2016). A presença de plantas daninhas até o estágio inicial de formação das sementes da soja (R5) pode resultar em uma redução na produtividade de 8 a 55%, dependendo das espécies de plantas daninhas infestantes (DATTA et al., 2017).Algumas espécies como capim colchão (*Digitaria* spp.), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), trigo (*Triticum aestivum*), picão-preto (*Bidens pilosa*) têm despertado atenção devido à sua alta incidência e, especialmente, à dificuldade de controle, mesmo com o uso de herbicidas.

A utilização de herbicidas representa um papel central na intensificação agrícola que resulta em aumentos progressivos no rendimento de culturas em todo o mundo (HULME, 2023). Incluso no controle químico, os herbicidas com ação em pré-emergência, com maior efeito residual no solo, contribuem para evitar os fluxos de emergência de plantas invasoras presentes no banco de sementes do solo evitando a competição inicial com a cultura (SANCHOTENE et al., 2017).

No Brasil, os herbicidas como imazethapr, flumioxazina, s-metolachlor, fomesafen, sulfentrazone, diuron e piroxasulfone são de uso comum no cultivo da soja. Apresentam eficiência no controle de diversas plantas daninhas quando aplicados em pré-emergência, e também é possível realizar misturas entre esses herbicidas para aprimorar tanto a eficácia quanto o espectro de controle (OLIVEIRA

JÚNIOR et al., 2002). A combinação de diferentes mecanismos de ação para o controle de plantas daninhas é reconhecida como uma técnica promissora, pois têm como objetivo controlar um maior número de espécies e evitar o desenvolvimento de resistência das plantas daninhas às moléculas de herbicidas (NONEMACHER et al., 2017).

Nos últimos anos, a indústria química evoluiu trazendo para o mercado herbicidas já formulados com mais de um ingrediente ativo, até mesmo com mais de um mecanismo de ação no mesmo produto a ser recomendado em pré-emergência. Com base no contexto acima, o presente trabalho tem como objetivo comparar produtos formulados com dois ingredientes ativos quando aplicados em pré-emergência da cultura da soja quanto ao controle de plantas daninhas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PLANTAS DANINHAS INFESTANTES NA CULTURA DA SOJA

O conceito de plantas daninhas está diretamente relacionado a plantas que crescem em locais indesejados, competindo por recursos como água, luz solar e nutrientes com plantas cultivadas, podendo prejudicar sua produtividade e desenvolvimento. Geralmente, são espécies invasoras que se adaptam facilmente a diferentes ambientes e proliferam rapidamente (VARGAS; ROMAN, 2004).

As plantas daninhas possuem a característica natural de produzir grandes quantidades de sementes, mesmo em ambientes que são constantemente perturbados pela atividade humana (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

A interferência das plantas daninhas nas culturas pode ser direta ou indireta. Quando direta, a competição está diretamente relacionada à nutrientes minerais essenciais, água, luz e espaço. Quando indireta, se relaciona ao fato que estas podem vir a se tornar hospedeiras alternativa tanto de doenças quanto de pragas (VARGAS; ROMAN, 2004). O entendimento do período de interferência da cultura é essencial para tomar decisões sobre o momento adequado para implementar práticas de manejo adequadas (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

2.2.1 Capim-colchão

O capim-colchão (*Digitaria* spp.) pertence à família Poaceae, com distribuição em áreas das regiões sul, centro-oeste, sudeste e nordeste, apresentando em minoria na região norte. Dos países das Américas, o Brasil apresenta o maior número de espécies, sendo aproximadamente 26 nativas, com maior ocorrência em campos nativos e ambientes alterados pelo homem (DIAS et al., 2007). A diferenciação visual das espécies é de difícil realização, tendo em vista suas semelhanças morfológicas (DIAS et al., 2003).

2.2.2 Trapoeraba

A trapoeraba (*Commelina benghalensis*) pertence à família Commelinaceae é amplamente distribuída em todo o país (ROCHA et al., 2007). A trapoeraba possui duplo mecanismo de reprodução: via sementes e por enraizamento de pequenos pedaços de caules, principalmente nos nós. Estes mecanismos lhe garantem elevada agressividade reprodutiva e eficiência competitiva (PENCKOWSKI, 2006). As sementes de trapoeraba, originadas dos rizomas, têm capacidade de germinar a partir de uma profundidade de até 12 cm, ao passo que as sementes produzidas na parte aérea não germinam em profundidades superiores a 2 cm (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

Além da elevada habilidade competitiva, esta planta pode representar riscos indiretos relevantes, pois serve como hospedeira para nematoides como *Meloydogyne incognita* e *Pratylenchus pratensis*, além do fungo *Pericularia grisea* (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011)

2.2.3 Trigo voluntário

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma espécie que pertence à família Poaceae, de cultivo principal no inverno. A planta apresenta baixo porte, com folhas no formato de lâminas, caule oco e muitas raízes (TERRA MAGNA, 2024). No sul do Brasil, onde é comum a rotação de soja (verão) com cereais (inverno), a presença de trigo voluntário germinando após a semeadura da cultura de verão é muito frequente, sendo assim elencada como importante invasora nesses sistemas de cultivo.

2.2.4 Picão-preto

O picão-preto (*Bidens pilosa* ou *Bidens subalternans*) ocorre em quase todo o Brasil, assim como em diversos outros ambientes tropicais. Suas características incluem uma produção abundante e duradoura de propágulos, preferência por fotoblastismo, eficiência no uso da água, alta capacidade de extração e utilização de nutrientes, além de características morfofisiológicas específicas que proporcionam vantagem competitiva sobre as principais culturas anuais e perenes (SANTOS; CURY, 2011)

2.3 HERBICIDAS DE AÇÃO EM PRÉ-EMERGENCIA

A aplicação de herbicidas em pré-emergência ocorre durante a semeadura ou o plantio, antes da emergência tanto da cultura quanto das plantas daninhas (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011). A diversidade de princípios ativos empregados nos herbicidas pré-emergentes torna a rotação de produtos mais eficaz, agindo também como um mecanismo contra a resistência das plantas daninhas.

Em aplicações prévias, a eficácia dos herbicidas é grandemente influenciada pela disponibilidade de água no solo, pois esses produtos atuam em processos como a germinação das sementes e o crescimento radicular (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN; INOUE, 2011). A variabilidade na persistência dos herbicidas pode ser influenciada por características do solo, tais como pH, umidade, conteúdo de matéria orgânica e textura (DAN et al., 2011).

2.3.1 Características das moléculas dos herbicidas

2.3.1.1 Imazethapyr

O Imazethapyr é um herbicida que interrompe a síntese da enzima ALS, demonstra seletividade e ação sistêmica, sendo recomendado para o controle de folhas largas e gramíneas. Os sinais de sua ação abrangem clorose foliar, cessação do crescimento e, finalmente, a morte completa das plantas daninhas, geralmente

ocorrendo entre 10 a 20 dias após a aplicação (SANTOS et al., 2018). Possui elevada persistência no solo (SOUTO et al., 2013).

2.3.1.2 Flumioxazina

A flumioxazina caracteriza-se como herbicida seletivo de ação não sistêmica, com efeito em pré e pós-emergência. Este herbicida é absorvido pelas sementes em germinação e interrompe os primeiros estágios de desenvolvimento. As espécies de plantas daninhas começam a branquear e a morrer rapidamente. Atua como um inibidor eficaz da protoporfirinogênio-oxidase (PROTOX), uma enzima envolvida na biossíntese da clorofila e do heme através da transformação do protoporfirinogênio IX em protoporfirina IX (SALADIN; MAGNÉ; CLÉMENT, 2003).

2.3.1.3 S-metolachlor

O herbicida s-metolachlor pode ser aplicado em pré-emergência ou incorporado no pré-plantio para controlar diversas monocotiledôneas e dicotiledôneas. Funciona como um inibidor da síntese de ácidos graxos de cadeia longa, restringindo assim o crescimento de brotos e raízes de mudas. Classificado no grupo químico das cloroacetanilida, esse herbicida se manifesta como uma molécula não ionizável, apresentando meia-vida de dissipação no solo (t1/2) variando de 6 a 100 dias, dependendo das condições ambientais da área de estudo (CARMO et al., 2023).

2.3.1.4 Fomesafen

O herbicida fomesafen pertence aos inibidores da PROTOX, é principalmente um herbicida de folha larga e pode precisar ser misturado em tanque com outros herbicidas para fornecer controle de plantas daninhas de amplo espectro (PEACHEY; DOOHAN; KOCH, 2012). Estudos indicaram que o fomesafen tem meia-vida de mais de 100 dias no solo, o que pode causar danos às plantas semeadas dentro de 112 dias após a aplicação (LI et al., 2022).

2.3.1.5 Sulfentrazone

O sulfentrazone é um herbicida de contato que é predominantemente translocado através do xilema (ROCHA et al., 2007). Ele atua como um inibidor da PROTOX na cultura da soja e pode ser aplicado no solo antes do plantio, incorporado durante o plantio ou antes da emergência das ervas daninhas para o controle de plantas de folhas largas. Embora o sulfentrazone possa ser absorvido tanto pelas raízes quanto pelas folhas, sua absorção principal ocorre pelas raízes em solos tratados (HEKMAT et al., 2007).

A dose de sulfentrazone depende do conteúdo de matéria orgânica (<1,0, 1,0–3,0,> 3,0%), textura do solo (grossa, média, fina) e pH do solo (reduzir a dose em solos com pH alto (7,0). A dose recomendada na soja é de 150 a 400 g ha^{-1}. Plantas suscetíveis em solos tratados com sulfentrazone apresentam sintomas necróticos e morrem logo após a exposição à luz (VENCILL, 2002).

2.3.1.6 Diuron

O diuron é um herbicida pertencente ao grupo químico das ureias substituídas e atua na inibição do transporte de elétrons no Fotossistema II (FS II). Devido à sua natureza não iônica, o diuron permanece na forma molecular quando em solução do solo, exibindo altos coeficientes de sorção (K_f), baixa solubilidade e moderado coeficiente de partição octanol-água. (PONTES JUNIOR et al., 2024).

2.3.1.7 Piroxasulfone

O piroxasulfane é um inibidor do crescimento de plantas suscetíveis por meio da inibição da biossíntese de ácidos de cadeia longa, foi descoberto entre uma série de derivados herbicidas de 3-sulfonilisoxazolina. Atua sobre espécies de gramíneas e plantas daninhas de folha larga, com excelente seletividade em milho, trigo, soja e outras culturas (TANETANI et al., 2009).

A dose de piroxasulfone depende da textura do solo e, portanto, existem três doses propostas: 166, 209 e 250 g i.a ha^{-1} para uso em solos arenosos, argilosos e argilosos, respectivamente. O piroxsulfone também é sensível ao conteúdo de matéria orgânica do solo (NURSE et al., 2011).

3 METODOLOGIA

O experimento foi realizado na Fazenda Escola Capão da Onça pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa, localizado no município de Ponta Grossa – Paraná (25°05′47.3″ S, 50°02′48.2″ W, altitude de 890 m) (Figura 1). O clima da região é classificado como Cfb, clima subtropical úmido, com verões brandos e sem estações de seca definidas, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média é de 18ºC nos meses mais frios e as precipitações médias anuais variam de 1.300 a 1.800mm (IAPAR, 2009). O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico, com textura argilo-arenosa (EMBRAPA, 2018).

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

FONTE: O autor (2024)

O experimento foi realizado em campo, empregando-se o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando trinta e duas parcelas experimentais. Cada parcela experimental apresentava 3 m x 6 m, totalizando 24 m². Neste estudo foram avaliados os seguintes tratamentos: T1: Testemunha Absoluta; T2: Imazethapyr + Flumioxazina; T3: S-Metalochlor + Fomesafen; T4: Sulfentrazone+Diuron; T5: Piroxasulfone+Flumioxazina; T6: Sulfentrazone + Imazethapyr e; T7: Flumioxazina + S-metolachlor. As características dos herbicidas e as suas respectivas dosagens são apresentados na Tabela 1:

TABELA 1 – TRATAMENTOS E CARACTERÍSTICAS DOS HERBICIDAS UTILIZADOS E DOSAGEM UTILIZADA.

Tratamentos	Ingrediente Ativo	Características			Dose	Dose
		ia	ie	Formulação	L p.c. ha^{-1}	g i.a. ha^{-1}
T1	Testemunha sem herbicida	-	-	-	-	-
T2	Imazethapyr +	212	200	SC	0,50	100
	Flumioxazina	100	100			50
T3	S-Metolachlor +	518	518	EC	2,00	1036
	Fomesafen	120	114			228
T4	Sulfentrazone +	175	175	SC	1,40	245
	Diuron	375	350			490
T5	Piroxasulfone +	200	200	SC	0,25	50
	Flumioxazina	200	200			50
T6	Sulfentrazone +	300	300	SC	1,00	300
	Imazethapyr	80	80			80
T7	Flumioxazina +	42	42	SC	1,20	50
	S-Metolacloro	840	840	EC		1008

EC: Concentrado emulsionável; SC: suspensão concentrada;
FONTE: O autor (2024).

A semeadura da cultura da soja (Variedade M 5917 IPRO) foi realizada mecanicamente em 01 de dezembro de 2023, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de 13 plantas por metro linear. A emergência da cultura ocorreu em 6 de dezembro de 2023. A aplicação dos herbicidas foi realizada logo após a semeadura, utilizando um pulverizador costal pressurizado com CO_2, equipado com 6 pontas na barra, com espaçamento de 0,50 m entre eles. As pontas utilizadas foram do tipo leque, com numeração 110.02. A velocidade de aplicação foi de 1,10 m s^{-1} e taxa de aplicação de 150 L ha^{-1}.

As avaliações de controle dos herbicidas sobre as plantas daninhas (capim-colchão, trapoeraba, trigo e picão-preto) foram realizadas aos 14 e 32 dias após a aplicação (DAA), atribuindo notas de 0 a 100%. As avaliações de fitotoxicidade na cultura da soja foram realizadas aos 21, 28 e 32 DAA seguindo as escalas de avaliação apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 – PARECER DE FITOTOXICIDADE (%) NAS PLANTAS DE SOJA.

Escala	+/- Parecer	%	Definição dos Símbolos
1	+++	0	Sem fitotoxicidade
2	++(+)	Até 2,5%	Fitotoxicidade muito leve
3	++	2,5 – 5	Alguma fitotoxicidade
4	+(+)	5-10	Comercialmente aceitável
5	+	10-15	Fitotoxicidade no limite, geralmente é considerada inaceitável
6	(+)	15-25	Comercialmente inaceitável
7	-	25-35	Fitotoxicidade intensa
8	--	35-67,5	Fitotoxicidade muito intensa
9	---	67,5-100	Morte das plantas

FONTE: O autor (2024).

Para determinação da estimativa de produtividade, a colheita foi realizada de forma mecânica, considerando 4 linhas centrais em cada parcela ao longo de 5 m, totalizando uma área colhida de 9 m².

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Duncan à 5% de probabilidade utilizando o software R (R CORE TEAM, 2016).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 CAPIM-COLCHÃO

A Tabela 3 apresenta os resultados do controle dos herbicidas em pré-emergência sobre o capim-colchão aos 14 e 32 DAA.

Aos 14 DAA, todos os tratamentos com herbicidas em pré-emergência (T2 a T7) apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação à testemunha (T1), embora não tenham demonstrado diferenças entre si. O nível de controle alcançado por esses tratamentos foi superior a 87,25%. Aos 32 DAA, observou-se que os tratamentos com herbicidas continuaram a diferir significativamente do tratamento controle à 5% de significância. No entanto, observa-se que Imazethapyr + Flumioxazina e Sulfentrazone + Imazethapyr controlaram 88,50% e 92,00% o capim-colchão, respectivamente, sendo superior à Flumioxazina + S-Metolaclor, com 53,75%

de controle, enquanto os demais herbicidas (T3, T4 e T5) não diferiram estatisticamente entre si e à estes herbicidas.

Semelhantes aos nossos resultados, o estudo Santin et al. (2019) observaram que a combinação de Imazethapyr + Flumioxazina possibilitou um controle de 83% do capim-colchão aos 28 DAA, havendo também um bom controle quando utilizado a combinação de Sulfentrazone + Diuron, próximo a 73%. Segundo os autores, a eficácia desses dois ingredientes ativos é comprovadamente utilizada para o controle de plantas daninhas de folhas largas (Flumioxazina) e estreitas (Imazethapyr) em pré-emergência, devido ao seu longo período residual. As associações de herbicidas ou aplicações sequenciais geralmente proporcionaram níveis de controle superiores aos produtos isolados testados, revelando a importância do uso de herbicidas com mais de um mecanismo de ação. Esse tipo de aplicação amplia o espectro e melhora a eficiência do controle de plantas daninhas, dificultando a ocorrência de resistência (SALOMÃO et al., 2021). Em seu estudo, Munaro (2023) contataram que a aplicação de Sulfentrazone + Imazethapyr, Flumioxazina + S-Metolachlor, Imazethapyr + Flumioxazina, Sulfentrazone + Diuron, Piroxasulfone + Flumioxazina e S-Metolachlor + Fomesafen em pré-emergência da cultura da soja controlou acima de 90% o capim-colchão.

TABELA 3 – CONTROLE DOS HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA SOBRE O CAPIM-COLCHÃO AOS 14 E 32 DIAS APÓS A APLICAÇÃO (DAA).

Tratamentos	**Ingrediente Ativo**	**Dose g i.a ha^{-1}**	**14 DAA**	**32 DAA**
			%	
T1	Testemunha sem herbicida		0,00 b	0,00 c
T2	Imazethapyr + Flumioxazina	100 + 50	99,50 a	88,50 a
T3	S-Metolachlor + Fomesafen	1036 + 228	90,5 a	75,00 ab
T4	Sulfentrazone + Diuron	245 + 490	100,00 a	75,00 ab
T5	Piroxasulfone + Flumioxazina	50 + 50	95,00 a	77,00 ab
T6	Sulfentrazone + Imazethapyr	300 + 80	97,50 a	92,00 a
T7	Flumioxazina + S-Metolachlor	50 + 1008	87,25 a	53,75 b

Letras iguais nas colunas representam ausência de diferenças significativas pelo teste Ducan (5% de probabilidade).
FONTE: O autor (2024).

4.2 TRAPOERABA

A Tabela 4 apresenta os resultados do controle dos herbicidas em pré-emergência sobre a trapoeraba aos 14 e 32 DAA.

Não houve diferença estatística significativa entre os herbicidas, indicando que todos foram igualmente eficazes aos 14 DAA. As diferenças estatísticas foram observadas apenas entre os herbicidas e o tratamento controle. Aos 32 DAA, os herbicidas Imazethapyr + Flumioxazina e Sulfentrazone + Imazethapyr apresentaram os melhores resultados, com 99,50% e 97,00% de controle da trapoeraba, respectivamente, sem diferença estatística significativa entre eles, indicando alta eficácia sustentada ao longo do tempo quando comparado ao tratamento Sulfentrazone + Diuron e Flumioxazina + S-Metolachlor, que apresentaram controle de 96,75 % e 87,25 % da trapoeraba, respectivamente. Os tratamentos S-Metolachlor + Fomesafen, Sulfentrazone + Diuron não apresentaram diferentas estatísticas com os demais tratamentos com os herbicidas.

Correia, Durigan e Leite (2008) verificaram que aplicações isoladas de Fomesafen e Flumioxazina proporcionaram controle de 66,20 e 47,5 %, respectivamente da trapoeraba aos 3 DAA, porém o controle reduziu ao longo dos dias. Neste estudo, o herbicida Imazethapyr proporcionou o controle de apenas 3,80% aos 3 DAA. Em seu estudo, Munaro (2023) verificaram que a combinação de Sulfentrazone + Imazethapyr apresentaram um controle de 85 a 90% aos 7, 21 e 28 DAA na trapoeraba, enquanto as combinações de Flumioxazina + S-Metolachlor, Imazethapyr + Flumioxazina, Sulfentrazone + Diuron, Piroxasulfone + Flumioxazina e S-Metolachlor + Fomesafen foi superior a 95% em todos os dias de avaliação.

TABELA 4 – CONTROLE DOS HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA SOBRE A TRAPOERABA AOS 14 E 32 DIAS APÓS A APLICAÇÃO (DAA).

Tratamentos	**Ingrediente Ativo**	**Dose g i.a ha^{-1}**	**14 DAA**	**32 DAA**
			%	
T1	Testemunha sem herbicida		0,00 b	0,00 c
T2	Imazethapyr + Flumioxazina	100 + 50	97,75 a	99,50 a
T3	S-Metolachlor + Fomesafen	1036 + 228	97,00 a	78,75 ab
T4	Sulfentrazone + Diuron	245 + 490	98,50 a	87,50 ab
T5	Piroxasulfone + Flumioxazina	50 + 50	96,75 a	58,75 b
T6	Sulfentrazone + Imazethapyr	300 + 80	98,00 a	97,00 a
T7	Flumioxazina + S-Metolachlor	50 + 1008	87,25 a	63,75 b

Letras iguais nas colunas representam ausência de diferenças significativas pelo teste Ducan (5% de probabilidade).
FONTE: O autor (2024).

4.3 TRIGO VOLUNTÁRIO

O controle dos herbicidas em pré emergência sobre o trigo pode ser observado na Tabela 5. Aos 14 DAA, os resultados evidenciam os tratamentos com S-Metolachlor + Fomesafen, Sulfentrazone + Imazethapyr, Flumioxazina + S-Metolachlor e Imazethapyr + Flumioxazina apresentaram o melhor controle do trigo, quando comparado à Sulfentrazone + Diuron que apresentaram o menor controle. Imazethapyr + Flumioxazina não diferiu estatisticamente de Piroxasulfone + Flumioxazina, que por sua vez, não diferiu de Sulfentrazone + Diuron. Aos 32 DAA, o controle dos herbicidas ficou mais homogêneo, sem diferenças significativas entre os tratamentos, exceto em comparação com a testemunha.

Em seu trabalho, Silva et al. (2011) observaram que a aplicação de S S-Metolachlor pode controlar o trigo em acima de 90% aos 30 DAA. Os sintomas de fitointoxicação incluem intumescimento dos tecidos, enrolamento do caulículo em monocotiledôneas, necrose e morte das plantas. As plântulas emergentes apresentam folhas retorcidas, malformadas e com coloração verde-escura. Em gramíneas, as folhas podem não emergir dos coleóptilos, ficando comprimidas no cartucho, sem se desenrolarem ou expandirem normalmente (WSSA, 1994).

TABELA 5 – CONTROLE DOS HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA SOBRE O TRIGO VOLUNTÁRIO AOS 14 E 32 DIAS APÓS A APLICAÇÃO (DAA).

Tratamentos	**Ingrediente Ativo**	**Dose g i.a ha^{-1}**	**14 DAA**	**32 DAA**
			%	
T1	Testemunha sem herbicida		0,00 d	0,00 b
T2	Imazethapyr + Flumioxazina	100 + 50	89,00 ab	87,00 a
T3	S-Metolachlor + Fomesafen	1036 + 228	93,00 a	67,50 a
T4	Sulfentrazone + Diuron	245 + 490	53,75 c	55,75 a
T5	Piroxasulfone + Flumioxazina	50 + 50	55,00 bc	52,50 a
T6	Sulfentrazone + Imazethapyr	300 + 80	90,50 a	85,00 a
T7	Flumioxazina + S-Metolachlor	50 + 1008	95,25 a	78,00 a

Letras iguais nas colunas representam ausência de diferenças significativas pelo teste Ducan (5% de probabilidade).
FONTE: O autor (2024).

4.4 PICÃO-PRETO

A Tabela 6 apresenta os resultados do controle de diferentes herbicidas sobre o picão-preto. Aos 14 DAA, os herbicidas Imazethapyr + Flumioxazina, Sulfentrazone + Diuron e Sulfentrazone + Imazethapyr apresentaram controle do picão-preto superior aos demais tratamentos, com controle de 99,75, 99,75 e 97,00%, respectivamente. S-Metolachlor + Fomesafen e Piroxasulfone + Flumioxazina não apresentaram diferenças entre si, com controle de 88,50 e 83,75%, respectivamente. O controle realizado por Flumioxazina + S-Metolachlor foi inferior aos demais (72,50 %). Aos 32 DAA, os resultados demonstram que Sulfentrazone + Diuron e Sulfentrazone + Imazethapyr permanecem com controle superior aos demais herbicidas. O Imazethapyr + Flumioxazina não apresentou diferenças com S-Metolachlor + Fomesafen, que por sua vez, não diferiu estatisticamente de Piroxasulfone + Flumioxazina. Novamente, foi observado menor controle com o tratamento Flumioxazina + S-Metolachlor (47,50 %).

Brighenti (2019) constaram que a aplicação de S-Metolachlor proporcionou baixo controle de picão-preto, quando comparado à tratamentos que utilizavam Flumioxazin e Sulfentrazone. O S-Metolachlor não é recomendado para o controle desta planta daninha no Brasil, embora haja evidencias de resultados positivos em diferentes culturas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011; INOUE et al., 2015).No estudo de Munaro (2023) observou-se que o controle de picão-preto pela aplicação com a

combinação de Sulfentrazone + Imazethapyr foi abaixo de 80 % aos 7, 21 e 28 DAA, enquanto as combinações de Flumioxazina + S-Metolachlor, Imazethapyr + Flumioxazina, Sulfentrazone + Diuron, Piroxasulfone + Flumioxazina e S-Metolachlor + Fomesafen resultaram em um controle superior a 90%.

TABELA 6 – CONTROLE DOS HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA SOBRE O PICÃO-PRETO AOS 14 E 32 DIAS APÓS A APLICAÇÃO (DAA).

Tratamentos	**Ingrediente Ativo**	**Dose g i.a ha^{-1}**	**14 DAA**	**32 DAA**
			%	
T1	Testemunha sem herbicida		0,00 d	0,00 e
T2	Imazethapyr + Flumioxazina	100 + 50	99,75 a	80,75 b
T3	S-Metolachlor + Fomesafen	1036 + 228	88,50 b	74,25 bc
T4	Sulfentrazone + Diuron	245 + 490	99,75 a	95,00 a
T5	Piroxasulfone + Flumioxazina	50 + 50	83,75 b	65,00 c
T6	Sulfentrazone + Imazethapyr	300 + 80	97,00 a	95,00 a
T7	Flumioxazina + S-Metolachlor	50 + 1008	72,50 c	47,50 d

Letras iguais nas colunas representam ausência de diferenças significativas pelo teste Ducan (5% de probabilidade).
FONTE: O autor (2024).

4.5 FITOTOXICIDADE

A Tabela 7, evidencia os resultados da avaliação de fitotoxicidade na cultura da soja aos 21, 28 e 32 DAA dos herbicidas em pré-emergência. No geral, em todos as épocas de avaliação, é possível verificar que a aplicação dos herbicidas causou baixa fitotoxicidade (1 a 4,5), desde sem fitotoxicidade até danos comercialmente aceitáveis (Tabela 2), não evoluindo para danos mais severos que comprometessem o desenvolvimento da cultura severamente. Aos 21 DAA, a aplicação de Sulfentrazone + Imazethapyr provou a maior fitotoxicidade (4,50) na cultura da soja, em relação ao demais tratamentos, seguido por Sulfentrazone + Diuron (3,00). Imazethapyr + Flumioxazina, S-Metolachlor + Fomesafen, Piroxasulfone + Flumioxazina provocaram os menores efeitos de fitoxicidade na cultura da soja e não diferiram entre si. Aos 28 DAA, a aplicação de Sulfentrazone + Imazethapyr permaneceu com a maior fitotoxicidade (4,75) na cultura da soja, em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos Imazethapyr + Flumioxazina, S-Metolachlor + Fomesafen, Piroxasulfone + Flumioxazina, Flumioxazina + S-Metolachlor e Sulfentrazone + Diuron apresentaram

menor fitotoxicação da cultura da soja, não diferendo entre si. Aos 32 DAA, a aplicação de Sulfentrazone + Diuron e Sulfentrazone + Imazethapyr evidenciavam as maiores notas de fitotoxicidade, sendo 2,75 e 3,50 diferindo dos demais tratamentos. Os demais tratamentos apresentaram as menores notas de fitotoxicidade, não diferindo entre si e da testemunha. Os produtos utilizados no estudo são seletivos para a cultura da soja, uma vez aplicado nas doses recomendadas contribuem para a ausência de efeitos fitotoxicos para a cultura (MUNARO, 2023).

Galon et l. (2022) observaram que a aplicação de herbicidas em pré-emergência com combinação como Imazethapyr + flumioxazin e Sulfentrazone + Diuron proporcionaram baixos níveis de injúrias à cultura da soja, mesmo em condições de aumento da dose. Os efeitos mais acentuados de fitotoxicidade observados com o uso do herbicida Sulfentrazone em algumas combinações podem estar relacionados ao fato de que, historicamente, certas cultivares de soja tendem a ser mais sensíveis a esse ingrediente ativo, devido à sua alta eficácia quando aplicado em pré-emergência (DAYAN et al., 1997). Reiling et al. (2006) observaram que a aplicação do herbicida Sulfentrazone em pré-emergência apresentou mais danos a cultivar com sensibilidade ao herbicida em solos com maiores teores de matéria orgânica. Nos estudos de Bohm et al. (2011), as maiores notas de fitotoxicidade na cultura da soja foram observadas nos tratamentos que apresentavam a aplicação de Imazethapyr.

É importante salientar que o trabalho não teve como objetivo avaliar a seletividade dos herbicidas, uma vez que seria necessário que todos os tratamentos estivessem livres da presença de plantas daninhas para que essa avaliação fosse considerada com fidelidade. Os dados de fitointoxicação discutidos anteriormente são indicativos visuais da sintomatologia após a aplicação, mas não devem refletir conclusões diretas sobre a seletividade.

TABELA 7 – FITOTOXICIDADE NA CULTURA DA SOJA AOS 21, 28 E 32 DIAS APÓS A APICAÇÃO (DAA) DOS HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA.

Tratamentos	**Ingrediente Ativo**	**Dose g i.a. ha^{-1}**	**21 DAA**	**28 DAA**	**32 DAA**
T1	Testemunha sem herbicida		1,00 d	1,00 c	1,00 b
T2	Imazethapyr + Flumioxazina	100 + 50	2,00 c	2,25 bc	1,75 b
T3	S-Metolachlor + Fomesafen	1036 + 228	1,25 cd	1,50 bc	1,50 b
T4	Sulfentrazone + Diuron	245 + 490	3,00 b	2,50 b	2,75 a
T5	Piroxasulfone + Flumioxazina	50 + 50	2,00 c	1,25 bc	1,00 b
T6	Sulfentrazone + Imazethapyr	300 + 80	4,50 a	4,75 a	3,50 a
T7	Flumioxazina + S-Metolachlor	50 + 1008	1,50 cd	1,75 bc	1,00 b

Letras iguais nas colunas representam ausência de diferenças significativas pelo teste Ducan (5% de probabilidade).
FONTE: O autor (2024).

4.6 PRODUTIVIDADE

A Tabela 7 apresenta a produtividade da cultura da soja. Os resultados evidenciam que as parcelas que receberam à aplicação de Imazethapyr + Flumioxazina, S-Metolachlor + Fomesafen, Piroxasulfone + Flumioxazina e Sulfentrazone + Imazethapyr tiveram a maior produtividade da cultura da soja em relação aos demais tratamentos, não diferindo estatisticamente entre si, com médias de 3.730, 3.230, 3.350 e 3.600 kg ha^{-1}, respectivamente. A produtividade da soja, nas parcelas que receberam a aplicação de Piroxasulfone + Flumioxazina não diferiu estatisticamente das parcelas que receberam a aplicação de Flumioxazina + S-Metolachlor (2.890 kg ha^{-1}) e Sulfentrazone + Diuron (3.010 kg ha^{-1}).

No trabalho de Galon et al. (2022) a combinação de Imazethapyr + Flumioxazina apresentaram as melhores produtividades quando comparado à aplicação de Sulfentrazone + Diuron, produzindo cerca de 2.000 kg ha^{-1}. Nos estudos Reiling et al. (2006), mesmo a soja podendo apresentar maior sensibilidade ao Sulfentrazone, conclui-se que à cultura pode superar níveis moderados de danos no início do seu desenvolvimento sem causar perdas em sua produção.

TABELA 7 – PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DOS EFEITOS DA APLICAÇÃO DA COMBINAÇÃO DE DIFERENTES HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA.

Tratamentos	**Ingrediente Ativo**	**Dose g i.a. ha^{-1}**	**Produtividade (kg ha^{-1})**
T1	Testemunha sem herbicida		2.432 c
T2	Imazethapyr + Flumioxazina	100 + 50	3.730 a
T3	S-Metolachlor + Fomesafen	1036 + 228	3.233 a
T4	Sulfentrazone + Diuron	245 + 490	3.015 b
T5	Piroxasulfone + Flumioxazina	50 + 50	3.351 ab
T6	Sulfentrazone + Imazethapyr	300 + 80	3.606 a
T7	Flumioxazina + S-Metolachlor	50 + 1008	2.891 b

Letras iguais nas colunas representam ausência de diferenças significativas pelo teste Ducan (5% de probabilidade).
FONTE: O autor (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os resultados obtidos no experimento com a aplicação de diferentes tratamentos de herbicidas em pré-emergência aos 14 e 32 dias após a aplicação demonstram a eficácia variável dos produtos testados em relação ao controle de plantas daninhas. Observou-se que a combinação de Sulfentrazone + Imazethapyr mantiveram seu controle acima de 90% para o capim-colchão, trapoeraba, trigo e picão-preto em todos os dias avaliados.

A comparação entre os períodos de avaliação (14 e 32 DAA) evidencia a importância do monitoramento contínuo para garantir o sucesso do manejo das plantas daninhas ao longo do ciclo da cultura. Alguns tratamentos proporcionaram controle abaixo de 80% para as plantas daninhas estudadas. Para o capim-colchão foram as combinações de S-Metolachlor + Fomesafen, Sulfentrazone + Diuron, Piroxasulfone + Flumioxazina e Flumioxazina + S-Metolachlor, aos 32 DAA. Destaca-se a Flumioxazina + S-Metolachlor que obteve o menor controle, com apenas 53,73 % de eficácia. Para a trapoeraba, as combinações de S-Metolachlor + Fomesafen, Piroxasulfone + Flumioxazina, Flumioxazina + S-Metolachlor. Em relação ao trigo, as

combinações testadas, como S-Metolachlor + Fomesafen (32 DAA), Sulfentrazone + Diuron (14 e 32 DAA), Piroxasulfone + Flumioxazina, (14 e 32 DAA), Flumioxazina + S-Metolachlor (32 DAA) apresentaram-se abaixo de 80%. Por fim, o picão preto, aos 14 DAA, as combinações de Flumioxazina + S-Metolachlor e aos 32 DAA, S-Metolachlor + Fomesafen, Piroxasulfone + Flumioxazina, Flumioxazina + S-Metolachlor.

Em relação a fitotoxicidade, nenhuma combinação proporcionou fitotoxicidade significativa para a cultura da soja em todos os períodos de avaliação, a nota mais alta foi observada apenas para Sulfentrazone + Imazethapyr, com 4,75 aos DAA.

REFERÊNCIAS

BOHM, G. M. B.; SCHENEIDER, L.; CASTILHOS, D.; AGOSTINETTO, D.; ROMBALDI, C. V. Controle de plantas daninhas, biomassa e metabolismo microbiano do solo em função da aplicação de glifosato ou imazetapir na cultura da soja. **Semina**: Ciências Agrárias, v. 32, n. 3, p. 919-930, 29 ago. 2011. http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n3p919.

BRIGHENTI, A. M. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) control in sunflower with residual herbicides. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 2, p. 293-300, 18 set. 2019. http://dx.doi.org/10.14295/cs.v10i2.2942.

CARMO, M. S.; SILVEIRA, I. N.; ALMEIDA, D. R.; JARDIM, R. S. M.; DAMIN, V. Effectiveness of the S-metolachlor herbicide in the control of Urochloa decumbens in Brazilian Savanna soils. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 53, p. 1-10, 2023.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Com novo recorde, produção de grãos na safra 2022/23 chega a 322,8 milhões de toneladas**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/. Acesso em: 17 abr. 2024.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isolados e em misturas. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 663-671, 2008. http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052008000300015.

DAN, H.A.; DAN, L.G.M.; BARROSO, A.L.L.; PROCÓPIO, S.O.; OLIVEIRA JUNIOR, R.s.; ASSIS, R.L.; SILVA, A.G.; FELDKIRCHER, C. Atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja sobre o milheto cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 437-445, jun. 2011.

DATTA, A.; ULLAH, H.; TURSUN, N.; PORNPROM, T.; KNEZEVIC, S. Z.; CHAUHAN, Bhagirath Singh. Managing weeds using crop competition in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. **Crop Protection**, v. 95, p. 60-68, maio 2017.

DAYAN, F. E.; WEETE, J. D.; DUKE, S. O.; HANCOCK, H. G. Soybean (*Glycine max*) cultivar differences in response to sulfentrazone. **Weed Science Society Of America**, p. 634-641, 1997.

DIAS, A.C.R.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 489-499, set. 2007. http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582007000300008.

DIAS, N.M.P.; REGITANO, J.B.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; TORNISIELO, V.L. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (Digitaria spp.). **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 293-300, ago. 2003. http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582003000200015.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesquisadores desenvolvem cultivar mais produtiva de capim azevém**. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 21 abr. 2024.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

GALON, L.; CAVALETTI, D. C.; SILVA, M. R.; SILVA, A. F.; HENZ NETO, O. D. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em soja para o controle de plantas daninhas. **Agrarian**, v. 15, n. 55, p. 15715, 22 jul. 2022. http://dx.doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15715.

HULME, P. E. Weed resistance to different herbicide modes of action is driven by agricultural intensification. **Field Crops Research**, v. 292, p. 108819, mar. 2023.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná:** classificação climática - segundo Köppen, 2009. CD-ROM.

INOUE, M. H.; MERTENS, T. B; SANTOS, E. G.; CAMPOS, B. F. Controle de *Bidens pilosa* com a associação de glyphosate + s-metolachlor na cultura do algodão. **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, p. 1-5, 2015.

LI, X.; RIAZ, M.; SONG, B.; LIU, H. Phytotoxicity response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seedlings to herbicide fomesafen in soil. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, v. 239, p. 113628, jul. 2022.

MUNARO, F. C. **Associação de herbicidas pré-emergentes no controle de plantas daninhas na cultura da soja**. 2023. 72 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2023.

NONEMACHER, F.; GALON, L.; SANTIN, C. O.; FORTE, C. T.; FIABANE, R. C.; WINTER, F. L.; AGAZZI, L. R.; BASSO, F. J. M.; PERIN, R. R. K. Associação de herbicidas aplicados para o controle de plantas daninhas em soja resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 2, p. 142, 10 jun. 2017.

NURSE, R. E.; SIKKEMA, P. H.; ROBINSON, D. E. Weed control and sweet maize (*Zea mays* L.) yield as affected by pyroxasulfone dose. **Crop Protection**, v. 30, n. 7, p. 789-793, jul. 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omniprax, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; MESCHEDE, D. K.; MACIEL, C. D. G. Controle de plantas daninhas e seletividade de diclosulam aplicado em pré-emergência na cultura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 3, n. 1, p. 69, 10 abr. 2002. http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v3i1.375.

PACHECO, L. P.; PETTER, F. A.; SOARES, L. S.; SILVA, R. F.; OLIVEIRA, J. B. S. Production systems and weed control in annual crops of the Cerrado area of the State of Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 500-508, 2016.

PEACHEY, E.; DOOHAN, D.; KOCH, T. Selectivity of fomesafen based systems for preemergence weed control in cucurbit crops. **Crop Protection**, v. 40, p. 91-97, out. 2012.

PENCKOWSKI, L. H. **Guia ilustrado de identificação e controle de espécies de trapoerabas**. Castro: Fundação Abc, 2006.

PONTES JUNIOR, V. B.; RAVE, L. A. B.; AGUIAR, A. M. C.; LIMA, A. C.; LAUBE, A. F. S.; D'ANTONINO, L.; SILVA, A. A. Influence of soil attributes and sorption coefficient in defining diuron doses. **Crop Protection**, v. 176, p. 106494, fev. 2024.

R Core Team: A language and environment for statistical computing. 2016. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna. Austria. URL: http://www.R-project.org/.

REILING, K. L.; SIMMONS, F. W.; RIECHERS, D. E.; STECKEL, L. E. Application timing and soil factors affect sulfentrazone phytotoxicity to two soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivars. **Crop Protection**, v. 25, n. 3, p. 230-234, mar. 2006. http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2005.04.012.

ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D.; MACIEL, C. D. G. Efeito de herbicidas sobre quatro espécies de trapoeraba. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 359-364, 2007.

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

SALADIN, G.; MAGNÉ, C.; CLÉMENT, C. Impact of flumioxazin herbicide on growth and carbohydrate physiology in Vitis vinifera L. **Plant Cell Reports**, v. 21, n. 8, p. 821-827, 6 mar. 2003.

SALOMÃO, H. M.; TREZZI, M. M.; VIECELLI, M.; PAGNONCELLI JUNIOR, F. B.; PATEL, F.; DAMO, L.; FRIZZON, G. Weed management with pre-emergent

herbicides in soybean crops. **Communications In Plant Sciences**, v. 11, n. 2021, p. 60-66, 2021. http://dx.doi.org/10.26814/cps2021008.

SANCHOTENE, D. M.; DORNELLES, S. H. B.; BOLZAN, T. M.; VOSS, H. M. G.; ESCOBAR, O. S.; LEON, C. B.; MULLER, E. N.; SHIMÓIA, E. P. Desempenho de diferentes herbicidas pré-emergentes para controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja. **Perspectiva**, Erechim, v. 41, n. 155, p. 7-15, 2017.

SANTIN, C. O.; PERUZZO, R.; GALON, L.; MENEGAT, A. D.; FRANCESCHETTI, M. B.; HOLZ, C. M.; TONI, J. R.; PERIN, G. F.; FORTE, C. T. Weed management in soybean using burndown herbicides associated to pre-emergent herbicides. **Communications In Plant Sciences**, v. 8, n. 1, p. 46-52, 2019. http://dx.doi.org/10.26814/cps2019008.

SANTOS, C. G.; REIS, A. N.; FERREIRA, A. C.; MARQUES, R. P. Residual do herbicida imazetapir na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 3, p. 154-159, 1 set. 2018.

SANTOS, J. B; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1159-1172, 2011. http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582011000500024.

SOUTO, K. M.; JACQUES, R. J. S.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; ZANELLA, R.; REFATTI, J. P. Biodegradação dos herbicidas imazetapir e imazapique em solo rizosférico de seis espécies vegetais. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1790-1796, 2013.

TANETANI, Y.; KAKU, K.; KAWAI, K.; FUJIOKA, T.; SHIMIZU, T. Action mechanism of a novel herbicide, pyroxasulfone. **Pesticide Biochemistry And Physiology**, v. 95, n. 1, p. 47-55, set. 2009.

TERRA MAGNA. **Trigo: aprenda tudo sobre essa cultura que bate recordes**. Disponível em: https://terramagna.com.br/blog/trigo/#:~:text=O%20cultivo%20do%20trigo%20%C3%A9,muitas%20ra%C3%ADzes%20e%20caule%20oco.. Acesso em: 20 jun. 2024.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. 652 p.

VENCILL, W. K. **Herbicide handbook**. S. I: Weed Science Society Of Americ, 2002.

WSSA. WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Herbicide handbook**. 7. ed. Champaign: Wssa, 1994. 352 p.