

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**COMO FICA O POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS PRÉ-
EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA DIANTE DE
MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ALTERAÇÃO DO REGIME
HÍDRICO**

NAYANE SOARES FRANÇA

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL

2024

**COMO FICA O POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS PRÉ-
EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA DIANTE DE MUDANÇAS
CLIMÁTICAS E ALTERAÇÃO DO REGIME HÍDRICO**

Nayane Soares França

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como parte
dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Dourados

Mato Grosso do Sul

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

F815c Franca, Nayane Soares
COMO FICA O POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA
CULTURA DA SOJA DIANTE DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ALTERAÇÃO DO REGIME
HÍDRICO [recurso eletrônico] / Nayane Soares Franca. -- 2024.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Paulo Vinicius da Silva.
TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Palha. 2. Glycine max. 3. Precipitação. I. Silva, Paulo Vinicius Da. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**COMO FICA O POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS PRÉ-
EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA DIANTE DE MUDANÇAS
CLIMÁTICAS E ALTERAÇÃO DO REGIME HÍDRICO**

Por

Nayane Soares França

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRA AGRÔNOMA

Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva

Orientador – UFGD/FCA

Prof. Bruna Ferrari Schedenffeldt

Membro da banca – Unesp/FCA

Prof. Dr. Elias Silva de Medeiros

Membro da banca – UFGD/FACET

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me iluminar nessa caminhada e guiar meu caminho sempre conforme a sua vontade, além de me conceder força, sabedoria e coragem para superar cada desafio.

Aos meus pais, Amaury e Maura, por sempre me apoiarem e confiarem no meu potencial, sendo minha base e inspiração para seguir firme nessa caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Vinicius, pelas orientações valiosas e disposição em esclarecer dúvidas e a confiança no meu trabalho, que foram fundamentais para a realização deste projeto.

Ao meu namorado, Rafael, por estar sempre ao meu lado, me motivando e encorajando nessa etapa tão importante de nossas vidas.

Ao grupo de estudos, GEPLAD, por toda a parceria, troca de ideias e pela força coletiva que fez toda a diferença, todos do grupo foram essenciais para a realização desse trabalho.

A Universidade Federal da Grande Dourados, pelo espaço cedido, pela bolsa de estudos e pela oportunidade dada para a condução do experimento.

A todos vocês, minha mais profunda gratidão. Este trabalho só foi possível graças ao apoio e contribuição de cada um.

FRANÇA, N. S. **Como fica o posicionamento de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja diante de mudanças climáticas e alterações do regime hídrico.** 2024. XX f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024.

RESUMO

O sinergismo obtido através da associação pré-emergentes possibilita a ampliação do espectro de controle de plantas daninhas e as novas formulações, podem melhorar a mobilidade de herbicidas em palha de milho + *Urochloa ruziziensis*. Logo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficácia da associação de herbicidas pré-emergentes no controle de plantas daninhas e o seu comportamento no posicionamento sobre palha de milho + *U. ruziziensis* submetidos a diferentes regimes hídricos. Para tal, foi realizado um experimento em casa de vegetação em delineamento inteiramente casualizado, organizado no esquema fatorial $3 \times 9 + 1$, o primeiro fator refere-se aos intervalos de regimes hídricos: 1- Chuva inicial de 20mm logo após aplicação; 2- Chuva inicial de 20mm 5 dias após a aplicação; 3- Chuva inicial de 20mm 10 dias após a aplicação, o segundo fator os tratamentos de herbicidas pré-emergentes: sulfentrazone + clomazone (600 + 540g i.a.ha⁻¹); flumioxazina + imazetapir (50 + 106g i.a.ha⁻¹); piroxasulfona + flumioxazina (90 + 60g i.a.ha⁻¹); s-metalocloro + diclosulan (1440 + 29g i.a.ha⁻¹); flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro (50 + 106 + 1440g i.a.ha⁻¹); sulfentrazone + diuron (210 + 420g i.a.ha⁻¹); s-metolacoloro + fomesafen (1035 + 228g i.a.ha⁻¹); s-metalocloro + metribuzin (942 + 224g i.a.ha⁻¹); s-metolacoloro + flumioxazina (52,5 + 1050g i.a.ha⁻¹) e uma testemunha sem aplicação de herbicida. As avaliações foram constituídas do controle visual das plantas daninhas *Amaranthus hybridus*, *Commelina benghalensis* L., *Digitaria insularis* L., e *Eleusine indica*. Foram utilizados modelos GAMLSS com diferentes distribuições (Gama, Poisson e Beta) e funções de ligação específicas para análise de massa seca, dados quantitativos e controle, com teste F para análise de variância. Os resultados foram processados no software R e visualizados com o pacote ggplot2. Quando avaliado os dias até a chuva, o maior período de espera proporcionou, para a maioria dos herbicidas, a menor eficácia de controle para todas espécies, sendo esses valores inferiores a 80%. Vale ressaltar, ainda, que a espécie *Commelina benghalensis* apresentou os maiores valores de massa seca e ineficácia de controle, com destaque, para o tratamento flumioxazina + imazetapir + s-metolacoloro, aos 10 dias até a chuva. Esses resultados podem ser explicados pela presença de palha de milho + *U. ruziziensis* presente no solo, a qual interferiu na transposição dos herbicidas até o perfil do solo, cenário esse agravado pela retenção do herbicida devido à escassez hídrica de 10 dias até a chuva. Portanto, a associação de herbicidas pré-emergentes se mostrou eficaz para o controle das plantas daninhas, entretanto, foi observado que a presença de palha pode influenciar na eficácia desses produtos se não posicionados em condições adequadas, vale destacar, ainda, o herbicida sulfentrazone + clomazone, o qual não sofreu influência associada a palhada ou ao regime hídrico, obtendo a maior eficiência no controle de todas as espécies de plantas daninhas.

Palavras-Chaves: *Palha; transposição; precipitação*

ABSTRACT

The synergism achieved through the association of pre-emergent herbicides enables a broader spectrum of weed control, and new formulations can improve herbicide mobility in maize straw + *Urochloa ruziziensis*. Thus, this study aimed to evaluate the efficacy of pre-emergent herbicide combinations in weed control and their behavior on maize straw + *U. ruziziensis* under different water regimes. A greenhouse experiment was conducted in a completely randomized design, organized in a $3 \times 9 + 1$ factorial scheme. The first factor represented water regime intervals: (1) 20 mm of rainfall immediately after application; (2) 20 mm of rainfall 5 days after application; (3) 20 mm of rainfall 10 days after application. The second factor included pre-emergent herbicide treatments: sulfentrazone + clomazone (600 + 540 g a.i. ha⁻¹); flumioxazin + imazetapyr (50 + 106 g a.i. ha⁻¹); pyroxasulfone + flumioxazin (90 + 60 g a.i. ha⁻¹); s-metolachlor + diclosulam (1440 + 29 g a.i. ha⁻¹); flumioxazin + imazetapyr + s-metolachlor (50 + 106 + 1440 g a.i. ha⁻¹); sulfentrazone + diuron (210 + 420 g a.i. ha⁻¹); s-metolachlor + fomesafen (1035 + 228 g a.i. ha⁻¹); s-metolachlor + metribuzin (942 + 224 g a.i. ha⁻¹); s-metolachlor + flumioxazin (52.5 + 1050 g a.i. ha⁻¹), and an untreated control. Evaluations included visual weed control assessments for *Amaranthus hybridus*, *Commelina benghalensis* L., *Digitaria insularis* L., and *Eleusine indica*. GAMLSS models with different distributions (Gamma, Poisson, and Beta) and specific link functions were used for dry mass analysis, quantitative data, and control, via F-test. Results were processed using R software and visualized with the ggplot2 package. Regarding the days until rainfall, longer waiting periods led to lower control efficacy (<80%) for most herbicides across all species. Notably, *Commelina benghalensis* exhibited the highest dry mass and control failure, particularly for flumioxazin + imazetapyr + s-metolachlor at 10 days until rainfall. These findings can be attributed to the presence of maize straw + *U. ruziziensis*, which hindered herbicide translocation to the soil profile, a situation exacerbated by the 10-day dry spell. Therefore, the association of pre-emergent herbicides proved effective for weed control; however, the presence of straw influenced efficacy under suboptimal conditions. It is worth noting that sulfentrazone + clomazone was unaffected by straw or water regimes, achieving the highest control efficiency for all weed species.

Key-words: *straw; transposition ; rainfall.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.....	25
Figura 2. Caterpillar plot para as comparações de médias para a interação entre T x DAC x DAE quando avaliado controle (%) para <i>Amaranthus hybridus</i>	26
Figura 3. Caterpillar plot para as comparações entre o tratamento (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliada a Massa Seca.....	27
Figura 4. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.....	28
Figura 5. Comparações de médias para a interação entre T x DAC x DAE quando avaliado controle (%) para <i>C. benghalensis</i>	29
Figura 6. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre dias até a chuva (b) quando avaliada a Massa Seca.....	30
Figura 7. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.....	31
Figura 8. Caterpillar plot para as comparações de médias para a interação entre T x DAC x DAE quando avaliado controle (%) para <i>Digitaria insularis</i>	32
Figura 9. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliada a Massa Seca.....	33
Figura 10. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.....	34
Figura 11. Caterpillar plot para as comparações de médias para a interação entre T x DAC x DAE quando avaliado controle (%) para <i>Eleusine indica</i>	35
Figura 12. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuvas (b) quando avaliada a Massa Seca.....	36
Figura 13. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos com herbicidas pré-emergentes posicionados e suas respectivas doses expressadas em gramas de ingrediente ativo por hectare.....	23
Tabela 2. Simulação de chuva após aplicação de herbicidas.....	24

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1. 3.1. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA SOJA	14
2. 3.2. PLANTAS DANINHAS E SEU POTENCIAL DE DANO NA CULTURA	15
1. 3.2.1. <i>Amaranthus hybridus</i>	16
2. 3.2.2. <i>Commelina benghalensis</i>	17
3. 3.2.3. <i>Digitaria insularis</i>	17
4. 3.2.4. <i>Eleusine indica</i>	18
3. 3.3. ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA	19
4. 3.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS HERBICIDAS	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
5. RESULTADOS	24
5. 5.1. <i>Amaranthus hybridus</i>	24
1. 5.1.1. Avaliação de Massa Seca	24
2. 5.1.2. Avaliação de Contagem de plantas	25
3. 5.1.3. Avaliação de Controle	26
6. 5.2. <i>Commelina benghalensis</i>	27
1. 5.2.1. Avaliação de Massa Seca	27
2. 5.2.2. Avaliação de Contagem de plantas	27
3. 5.2.3. Avaliação de Controle	28
7. 5.3. <i>Digitaria insularis</i>	30
1. 5.3.1. Avaliação de Massa Seca	30
2. 5.3.2. Avaliação de Contagem de plantas	30
3. 5.3.3. Avaliação de Controle	31
8. 5.4. <i>Eleusine indica</i>	32
1. 5.4.1. Avaliação de Massa Seca	32
2. 5.4.2. Avaliação de Contagem de plantas	33
3. 5.4.3. Avaliação de Controle	34
9. 5.5. Total	35
6. DISCUSSÃO	36
7. CONCLUSÃO	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

Os herbicidas pré-emergentes são posicionados de forma prévia à emergência da cultura da soja e das plantas daninhas (Da Silva *et al.*, 2021). Esses produtos, podem ser diretamente aplicados no solo – em sistemas de cultivo convencionais – ou ainda, sobre a palha remanescente, oriunda de resíduos vegetais da cultura anterior, em sistemas de cultivo mínimo e/ou plantio direto (Agostinetto *et al.*, 2022). Entretanto esse material, pode representar uma barreira física, interferindo negativamente no transporte de herbicidas até o solo, onde precisam estar disponíveis em solução do solo em quantidade e residual suficiente para promover o controle eficaz de fluxos germinativos de plantas daninhas (Patel *et al.*, 2023).

Dentre os sistemas, que proporcionam deposição de palha na superfície do solo, pode-se citar o consórcio de milho + *Urochloa ruziziensis*, frequentemente presente na sucessão e/ou rotação com a cultura da soja, denominado Sistema Santa Fé (Almeida *et al.*, 2020). Nesse consórcio, normalmente ocorre a supressão da *U. ruziziensis*, através de um herbicida seletivo a cultura do milho, possibilitando a convivência da forrageira com cultura sem interferências significativas a produção do grão (Martins *et al.*, 2019) Após a colheita, do milho, a *U. ruziziensis*, pode permanecer em estágio vegetativo por um período, servido como alimentação para bovinocultura de pastejo, sistema popularmente conhecido como pasto safrinha (Lorenzetti *et al.*, 2023).

Tanto a presença da forrageira quanto a palhada remanescente na superfície do solo após a dessecação da forrageira, resultam em diversos benefícios, a exemplo da conservação do solo e infiltração de água, reduzindo erosão laminar e favorecendo a supressão de algumas espécies de plantas daninhas, dentre elas fotoblásticas positivas, que apresentam sementes pequenas e com pouca estrutura de reserva, a exemplo da *Conyza spp.* (Summers *et al.*, 2021; Menezes *et al.*, 2019; Melo & Cecco, 2022). Nesse sentido, segundo De Medeiros *et al.*, (2024) a palha remanescente de milho + *Urochloa ruziziensis* na superfície do solo no município de Dourados-MS, pode se tornar substancialmente importante nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro, período em que os campos frequentemente estão cultivados com soja, e com ocorrência de chuvas diárias superiores a 40 mm.

Entretanto, deve-se destacar que apesar dos benefícios ao sistema produtivo, essa palha de milho + *U. ruziziensis*, pode representar uma barreira física para herbicidas pré-emergentes frequentemente posicionados na cultura da soja plantada em sucessão, pois o

solo, mais precisamente sua solução deve ser o destino final desses herbicidas (Osipitan *et al.*, 2019; Patel *et al.*, 2023). Isso ocorre, pois nesse posicionamento os herbicidas se tornam dependentes de chuvas e/ou irrigações para serem introduzidos na camada superficial do solo, sendo influenciados pelo intervalo de tempo para a sua ocorrência após a aplicação dos herbicidas (Khalil *et al.*, 2019).

A interação dos herbicidas com a palha é dependente fatores como quantidade e características da espécie usada como cobertura (Da Silva *et al.*, 2020), sendo a retenção e/ou interceptação de herbicidas dependente das características físico-químicas dos herbicidas, condições climáticas, além do período em que a área permanecerá sem ocorrência de chuva ou irrigação após a aplicação (Khalil *et al.*, 2019; Da Silva *et al.*, 2024). Herbicidas com baixa solubilidade e alto log Kow tem maiores chances de ficarem retidos nas palhas residuais das culturas, através da adsorção (Matos *et al.*, 2016). Sendo que a recuperação desses herbicidas pode ser significativamente reduzida, principalmente em situações em que a chuva se inicia após um longo período após a aplicação (Clark *et al.*, 2019; Carbonari *et al.* 2016; Da Silva *et al.*, 2024; Dos Santos *et al.*, 2024).

Dessa forma, a associação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja pode resultar em aumento de eficácia de controle, pois possibilita a utilização de produtos com diferentes características físico-químicas, os quais podem favorecer a transposição da palha até o solo, além do aumento do espectro de controle (monocotiledôneas e eudicotiledôneas) e sinergismo, (Barros *et al.*, 2021; Coradin *et al.*, 2019; Takano *et al.*, 2018). Especialmente, em cenários nos quais as associações resultam em formulações de herbicidas com melhora na performance quando comparado aos produtos de forma isolada (Borges *et al.*, 2023; Houston *et al.*, 2021; Borges *et al.*, 2023).

Nesse sentido, a aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja, ganhou destaque em função das mudanças climáticas, as quais muitas vezes modificam e/ou geram um cenário de imprevisibilidade de distribuição hídrica associada a altas temperaturas (Thomasz *et al.*, 2024; Da Silva *et al.*, 2023). Situação essa observada nas últimas safras no sul do estado do Mato Grosso do Sul, onde a ocorrência de chuva na época de semeadura da soja tem sido irregularmente distribuídas, resultando em aplicações de herbicidas pré-emergente, os quais são posicionados no solo e/ou sobre palha, sem chuva prévia e/ou previsão posterior a aplicação, ficando suscetíveis a diferentes períodos de espera para serem incorporados na camada superficial do solo (Famasul 2023; Conab, 2023). Essa situação,

torna-se mais crítica quando há presença de palha na superfície do solo, a exemplo da oriunda do sistema santa fé (*Urochloa ruziziensis* e milho).

Além disso, o fluxo de infestação de plantas daninhas em áreas de soja, tem apresentado diversidade de infestação. Segundo dados da FarmTrak Soybean (2024), na safra 23/24, as espécies *Eleusine indica* (Pé-de-galinha), *Digitaria insularis* L. (Capim-amargoso) e *Commelina benghalensis* L. (Trapoeiraba), se destacaram entre as 10 principais plantas daninhas de maior ocorrência no cenário nacional e no estado do Mato Grosso do Sul. Além do aumento da frequência de infestação de *Amaranthus hybridus* (Caruru roxo), reportado no Brasil, em 2018, aos mecanismo de ação Inibição da Acetolactato Sintase HRAC Grupo 2 (B), Inibição da Enolpiruvil Shiquimato Fosfato Sintase HRAC Grupo 9 (G), na cultura da soja.

Nesse cenário, a busca por um manejo eficaz se torna cada vez mais necessária, visto as decorrentes mudanças climáticas, as quais acabam por interferir nas propriedades dos herbicidas pré-emergentes, uma vez que, os mesmos são altamente influenciáveis pelo ambiente, como observado por Da Silva *et al.* (2022), o qual constatou que os herbicidas no ambiente se tornam suscetíveis a diferentes fenômenos como transporte, retenção e lixiviação. Sendo necessário, uma busca constante por produtos multi-espectro que apresentam uma maior estabilidade em relação as mudanças do ambiente.

Dessa forma, faz-se necessário analisar o comportamento residual e dinâmica no ambiente das interações herbicidas pré-emergentes submetidos há diferentes intervalos entre a aplicação e ocorrência de chuvas, em especial em sistemas onde há a presença de resíduos vegetais após a colheita. Logo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficácia da associação de herbicidas pré emergentes no controle de plantas daninhas e o seu comportamento quando posicionados sobre palha de milho + *Urochloa ruziziensis* e submetidos a diferentes regimes hídricos.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficácia da associação de herbicidas pré emergentes no controle de plantas daninhas e seu comportamento quando posicionados sobre palha de milho + *U. ruzizienses* e submetidos a diferentes regimes hídricos, através dos seguintes objetivos específicos:

- (a) Avaliar a eficácia da associação de herbicidas pré-emergentes no controle das espécies daninhas *Amaranthus hybridus.*, *Commelina benghalensis*, *Digitaria*

insularis e *Eleusine indica*;

- (b) Verificar o residual das associações de herbicidas pré-emergentes submetidos a diferentes regimes hídricos quando posicionado sobre palha de milho + *Urochloa ruzizienses*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA SOJA

A *Glycine max* L. é uma leguminosa de produção anual, que possui uma alta adaptabilidade a climas e solos, representando mais da metade de toda produção de oleaginosas no mundo. Sendo a cultura que mais contribui e arrecada para o agronegócio brasileiro, tendo o maior volume de produção de grãos. As sementes desta planta são valorizadas por terem uma composição única e por possuírem muita versatilidade como fonte de proteínas para animais e humanos, fonte de óleo comestível que pode passar por transformações podendo ser margarina, gordura vegetal hidrogenada e biocombustíveis (Schmidt *et al.*, 2020).

A soja pertencente à família Fabaceae, sendo uma das plantas mais cultivadas no mundo e está presente em todo território brasileiro (Junior *et al.*, 2020). A produção de soja em escala comercial teve início no Rio Grande do Sul no ano de 1935. A partir de 1950, essa cultura expandiu para o Sudeste, o Norte e o Nordeste. No sul do país, ela era produzida para ser utilizada *in natura* na alimentação de suínos. Já na década de 1950, instalaram a primeira indústria de extração de óleo no Brasil para fins alimentícios, passando assim a ser mais um atrativo à cadeia produtiva da soja (Neto *et al.*, 2022).

Nesse cenário, com a expansão da cultura relacionada, ainda, com a crescente mudança climática dos últimos anos, os produtores de soja vêm enfrentando desafios relacionados as condições ambientais, tais como altas temperaturas e escassez de chuvas (Medeiros & Costa, 2022). Com isso, aumenta-se o estresse das plantas que acabam diminuindo o rendimento de produtividade, uma vez que, não estão em condições ótimas de desenvolvimento, prejudicando o ciclo da cultura e o resultado final (Raimondi *et al.*, 2024).

Segundo a CONAB (2024), o Brasil produziu mais de 294 milhões de toneladas na safra de 2023/24, uma redução de 8% em relação à safra anterior. Esse resultado se deve aos fenômenos climáticos, como El nino, que acabaram prejudicando o plantio e as fases de

desenvolvimento da soja em diversas áreas produtoras do país. No Mato Grosso do Sul, a área de soja foi de 4.213.612,22 hectares com a produtividade média de 48,8sc/há, com o clima variando bastante em relação aos anos passados, acarretando em baixas produtividades ao final do ciclo das culturas, visto que as precipitações pluviométricas foram 40-60% abaixo do esperado, diminuindo a umidade do solo e não favorecendo o desenvolvimento da soja. (Aprosojams, 2024).

Corroborando com esse fato, no estado do Mato Grosso do Sul, foram observados períodos de estresse hídrico extremo, segundo a Famasul (2024), neste ano houve um período de 90 dias sem chuva entre abril e junho, além de altas temperaturas, que variaram entre 22-38°C. Esses dados resultam em um aumento na competitividade da cultura com plantas daninhas, visto que, tais plantas possuem uma maior capacidade de sobreviver a condições adversas e acabam por suprimir a cultura em questão, ao competir por luz e nutrientes (Takano *et al.*, 2016). Isso se deve as suas características agressivas que as tornam altamente resistentes ao estresse ambiental, com exemplo, sistema radicular profundo, capacidade de dormência e produção de substâncias alelopáticas (Mendes & Silva., 2022)

3.2 PLANTAS DANINHAS E SEU POTENCIAL DE DANO NA CULTURA DA SOJA

Devido às altas produtividades e qualidades superiores dos seus grãos, a cultura da soja ganhou destaque a cenário nacional, no entanto, existem fatores que influenciam de forma significativa no seu rendimento, sendo um dos principais, a interferência por plantas daninhas. Isso se dá pela sua capacidade de se desenvolver mesmo sob condições adversas e em diferentes locais, o que conferem a essas plantas a habilidade de competição por recursos como água, luz, nutrientes e espaço, o manejo eficiente de plantas daninhas é fundamental uma vez que é capaz de reduzir a sobrecarga de serviço para o produtor além de representar incremento ao seu sistema de produção (Albuquerque *et al.*, 2017; Amorim, 2020; Wang *et al.*, 2019).

Nesse contexto, o conhecimento acerca do histórico de incidências das plantas daninhas presentes na área além da sua botânica permite uma melhor eficiência do sistema de produção ao realizar o manejo sobre a dinâmica de crescimento e disseminação das comunidades presentes (Silva *et al.*, 2018). Entretanto, como afirmado por Fortes *et al.*, (2017), independentemente de família botânica, algumas plantas daninhas exploram nichos ecológicos semelhantes, e, portanto, competem por nutrientes com a cultura da soja.

Corroborando com esse cenário, na cultura da soja os desafios são frequentes, visto que com a adição de diferentes formas de manejo, como o plantio direto, relacionado, ainda, as mudanças abruptas de temperatura e precipitação, ocorre o favorecimento de espécies de plantas daninhas incomuns em determinadas regiões, tal fato, que dificulta o manejo na área (Medeiros & Costa, 2022). Como exemplo, a vassorinha-de-botão, a qual é uma planta daninha que vem aumentando consideravelmente na cultura da soja, devido a sua alta dispersão e capacidade de sobreviver sobre estresse hídrico e principalmente por ser uma planta tolerante ao glifosato (Minozzi, 2022). Por meio disso, o posicionamento dos herbicidas pré-emergentes é uma solução para a diminuição do uso repetitivo dos herbicidas, principalmente, por ter uma ampla variedade de produtos de diferentes mecanismos de ação, os quais dificultam a seleção de biotipos de plantas daninhas (Markus *et al.*, 2021)

Essas informações devem estar diretamente associadas com o conhecimento do período crítico de manejo para cada cultura. Em relação à cultura da soja, o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) se situa entre 10 e 50 dias após a emergência da cultura, sendo, portanto, recomendado, que durante esse período a cultura da soja se encontre em área sem a presença de plantas daninhas devido a sua maior sensibilidade (Martin *et al.*, 2022). Dentre as principais plantas daninhas que infestam a cultura da soja, pode-se citar: *Amaranthus hybridus* (caruru) *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha).

3.2.1 *Amaranthus hybridus*

Amaranthus hybridus é uma planta com alta tolerância a escassez de água por possuir uma raiz pivotante e raízes secundárias que podem chegar a 40 cm de comprimento. O caule cilíndrico pode ser verde, roxo ou avermelhado, com folhas ovais, simples, com bordas onduladas que podem ser violetas ou roxas (Romero *et al.*, 2023). Essa espécie é caracterizada por possuir um rápido estabelecimento e difícil controle, devido ao seu metabolismo fotossintético do tipo C4 e ao elevado banco de sementes viáveis que pode deixar no solo, assim, garantindo longevidade na germinação de plantas (Gazziero *et al.*, 2023). Além disso, é uma espécie de difícil identificação no campo, principalmente em estágios iniciais pois possui uma alta semelhança com outras espécies do gênero *Amaranthus* (Netto *et al.*, 2016).

O caruru-roxo possui casos de resistência identificados no Brasil, aos herbicidas glyphosate, do mecanismo de ação inibidor da EPSPs (5-enol-piruvil-shiquimato-3-fosfato

sintase) e chlorimuron-ethyl do mecanismo de ação inibidor da ALS (acetolactato sintase), além disso a espécie também apresenta resistência aos mimetizadores de auxinas, inibidores do Fotossistema II e inibidores da PROTOX (protoporfirina oxidase) relatados em outros países. (Braz & Takano, 2022; Neto *et al.*, 2022; Yannicari *et al.*, 2022; Heap, 2024).

3.2.2 *Commelina benghalensis*

A espécie *Commelina benghalensis* – popularmente denominada trapoeraba – é uma planta pertencente à família Commelineaceae que possui de 40 a 50 gêneros e aproximadamente 700 espécies (Ronchi *et al.*, 2002). São plantas perenes, tenras, semiprostradas e extremamente agressivas principalmente quando em competição com culturas anuais de verão nas regiões Meridional e Central do Brasil, além de serem capazes de produzir sementes subterrâneas e aéreas, o que favorece a sua dispersão e sobrevivência a campo (Lorenzi, 2014). Associado à sua alta agressividade, a trapoeraba se destaca por ser capaz de gerar prejuízos em culturas agrícolas, afetando pelo menos 25 culturas em 29 países diferentes, incluindo banana, milho, soja, trigo, pastagens e algodão, principalmente pela sua habilidade alelopática na cultura da soja e competir por água, luz e nutrientes (De Sousa *et al.*, 2017, Fibrich & Lall, 2020)

As trapoerabas produzem sementes que apresentam períodos variados de dormência e podem ser tanto aéreas quanto subterrâneas, somando quatro tipos de sementes que diferem em tamanho, peso, viabilidade e grau de dormência, acumulando-se no banco de semente do solo. Com essa característica, a plantas podem apresentar ciclos em qualquer época do ano, o que interfere drasticamente nas culturas de interesse agrícola e a caracteriza como uma planta de difícil controle. (Amorim, 2020).

Associado a isso, a sua característica de tolerância ao herbicida glifosato favoreceu a sua disseminação em áreas agrícolas. Esse cenário se tornou mais crítico com a introdução da soja resistente ao glifosato uma vez que resultou em intensa seleção de espécies infestantes nas áreas produtoras, favorecendo assim a disseminação e persistência da trapoeraba (Adegas *et al.*, 2022).

3.2.3 *Digitaria insularis*

Digitaria insularis, também denominado de capim-amargoso, é uma espécie perene e nativa da América do Sul, entretanto é comumente encontrada na América do Norte, Central e

do Sul. Sua propagação se dá tanto por sementes quanto por rizomas, o que confere sua fácil dispersão uma vez que suas sementes são leves e por isso são dispersadas a longas distâncias, enquanto seus rizomas podem favorecer a disseminação ao serem fragmentados por práticas agrícolas como o preparo do solo. Dessa forma, assim que se estabelecem em áreas agricultáveis seu controle é desafiador devido a essa dupla forma de reprodução (Gemelli *et al.*, 2012).

As áreas infestadas por essa espécie são majoritariamente as encontradas em regiões na América do Sul nas quais são cultivadas as culturas da soja e milho em sucessão. O uso de cultivares de soja e milho tolerantes ao herbicida glifosato tornou o controle dessa espécie ainda mais dificultado uma vez que favoreceu o surgimento de biótipos resistentes a esse ingrediente ativo no Paraguai que se dispersaram pelo Brasil (Heap, 2024; Martins *et al.*, 2016).

Ainda que se posicione como uma das plantas daninhas de maior interferência na cultura da soja, existem poucas informações acerca do real grau de interferência dessa espécie sobre a soja e sobre o seu período de interferência. Dessa forma, em estudo conduzido por Piazzentine *et al.*, (2024), os autores observaram que em populações infestantes com presença majoritária de *Digitaria insularis* pode ocasionar em perdas de produtividade de até 57,5% na cultura da soja, além de interferir negativamente no número de vagens por planta, além de que a convivência da cultura por um período de 60 dias após a semeadura resulta em perdas de 28% aproximadamente.

3.2.4 *Eleusine indica*

Plantas da espécie *Eleusine indica*, também denominadas de capim-pé-de-galinha, são pertencentes à família *Poaceae* e possui características que favorecem a sua sobrevivência e disseminação, como seu forte enraizamento, formação de touceiras densas, rápida emissão de perfilhos, acúmulo de matéria seca e capacidade de produção de aproximadamente 120 mil sementes por planta (USDA, 2024; Lorenzi, 2014). Sua rápida e intensa disseminação se deu principalmente por características morfológicas que favorecem sua dispersão, tais quais: rápida emissão de perfilhos, acúmulo de matéria seca e alta produção de sementes. Ainda, a sua tolerância a diversas adversidades climáticas como calor, seca e o corte, são fatores que também favoreceram a sua permanência no campo (Takano *et al.*, 2016; Loddo *et al.*, 2020).

Consequentemente, *E. indica* se tornou uma espécie reconhecida mundialmente como planta daninha problemática devido a sua alta infestação não somente em viveiros, pomares e

margens de estradas, mas também em culturas anuais como milho, soja e arroz (Loddo *et al.*, 2020), sendo que sua presença no campo de forma simultânea à cultura pode vir a culminar em significativas perdas na produção, podendo reduzir drasticamente a produtividade na cultura da soja, e portanto, demanda o seu correto manejo (Soltani *et al.*, 2022).

Associado a suas características ecofisiológicas, o uso contínuo do mesmo ingrediente ativo para seu controle tem resultado no favorecimento da pressão de seleção para biótipos resistentes, permitindo a sua dominância, e conseqüentemente, resultando em relatos de ineficiência no manejo de *E. indica* devido à resistência desenvolvida a herbicidas (Bajwa *et al.*, 2016). Inicialmente reportada em 1970, a resistência de *E. indica* a herbicidas como os inibidores da ALS, da ACCase, do Fotossistema I e da EPSPS tem sido documentada de forma cada vez mais frequente, totalizando aproximadamente 37 relatos a nível mundial, sendo a resistência ao glifosato considerada uma das mais importantes, uma vez que *E. indica* foi a segunda espécie a apresentar resistência a esse ingrediente ativo (Heap, 2024).

3.3 ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

As plantas daninhas causam um grande prejuízo a cultura da soja e a falta de rotações de métodos de controle pode dificultar esse manejo, dessa forma criou-se o conceito manejo integrado de plantas daninhas, que visa métodos preventivos e de erradicação, medidas culturais, métodos mecânicos, métodos físicos, métodos biológicos e métodos químicos que melhor se encaixam para o controle dessas plantas (Embrapa, 2018).

Dentre os métodos citados, existem alguns que possuem uma maior relevância para o manejo de plantas daninhas na cultura da soja. O controle mecânico é utilizado principalmente em áreas menores ou com pouca infestação, sendo a capina manual uma opção para casos pontuais. Além disso, a partir do cultivo convencional (grade, arado, outros) ocorre a exposição da raiz em condições desfavoráveis por meio do revolvimento do solo, entretanto também ocorre a germinação de sementes que presentes no banco de sementes. (Oliveira & Brighenti, 2018)

O método mais utilizado para o controle de plantas daninhas é o método químico, por ser o mais eficiente, além de ter menor mão de obra e maior custo benefício em relação aos outros métodos. Entretanto, a aplicação desses químicos sem a rotação de mecanismo de ação tem aumentado a pressão de seleção dessas plantas e o surgimento de biótipos resistentes em várias regiões. E além disso, as adversidades climáticas tem dificultado cada vez mais a

utilização de herbicidas, visto que as características físico-químicas dos mesmos são diretamente relacionadas com a sua dinâmica no ambiente (Lima, 2023).

Nesse cenário, com a expansão do cultivo dessa cultura e a decorrente mudança climática no mundo, torna-se cada vez mais desafiador o manejo adequado na safra. Uma vez que, o aumento das temperaturas e as inconsistências nos padrões de precipitação acabam por reduzir o rendimento da lavoura (Jabal *et al.*, 2022). Corroborando com esses fatores, o crescente aumento do cultivo em plantio direto, ou seja, o posicionamento da soja sobre a palha do milho, muitas vezes em consórcio com *Urochloa spp.* acaba agravando a dificuldade de manejo devido a barreira física presente no solo (Silva *et al.*, 2020). Uma vez que, com o aumento do período de seca, após a aplicação do herbicida pré-emergente, o mesmo pode ser adsorvido a palha e mesmo que ocorra altas precipitações após um período, a mesma poderá não ser capaz de reverter a dissipação do herbicida e o mesmo não será capaz de atingir o perfil do solo, reduzindo assim a eficácia desses produtos (Da Silva *et al.*, 2020; Clark *et al.*, 2019).

3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS HERBICIDAS

Uma das formas de aplicação de herbicidas é a dos pré-emergentes, que são utilizados antes da emergência tanto das plantas daninhas quanto da cultura. Essa modalidade possui diversos benefícios, tais como a redução da competição entre as plantas daninhas e a cultura durante o Período Crítico de Prevenção da Infestação (PCPI), assegurando o desenvolvimento adequado do estande inicial da cultura, além de melhorar o aproveitamento de luz, água e nutrientes pela planta de soja (De Andrade, 2019). Entretanto, os herbicidas estão sujeitos a diversos processos no solo quando aplicados em pré-emergência, tal como degradação, lixiviação e sorção, que podem acabar afetando a eficácia do produto. Dessa forma, é importante se conhecer as características físico-químicas dos herbicidas, para poder compreender os seus efeitos no ambiente. (Lima, 2023)

A solubilidade de um herbicida em água define o quanto ele consegue se dissolver, formando uma solução aquosa. Geralmente expressa em partes por milhão (ppm), essa solubilidade varia dependendo do herbicida. Isso impacta diretamente processos físico-químicos como a absorção pelas raízes, a retenção nas partículas do solo, a biodegradação, a lixiviação e a volatilização, visto que quanto maior a solubilidade, maior é a facilidade de dissolução, o que aumenta sua presença na solução do solo. (Lima, 2023)

Já o coeficiente octano-água está relacionado com a afinidade do herbicida com compostos lipofílicos. Nesse contexto, quanto maior o $\log K_{ow}$ do herbicida maior será a

afinidade deste ao octanol-água e maior a lipofilicidade do mesmo. Essa característica é inversamente ligada a solubilidade em água, visto que quanto mais solúvel menor será a tendência do produto de ser retido e menor será a sua persistência no ambiente. Já quanto menor for o $\log K_{ow}$ maior tendência o produto terá a lixiviação e translocação do mesmo da palhada até o perfil do solo, com menores perdas. Dessa forma, entende-se que a palha é a responsável pela capacidade de sorção de herbicidas, visto que está associada à diminuição da celulose e aumento de lignina, fazendo com que herbicidas de baixa solubilidade e alto $\log K_{ow}$ permaneçam fortemente adsorvidos as estruturas da palhada. (Lima, 2023)

A meia-vida também é uma característica muito importante para se conhecer os diferentes tipos de herbicida, visto que através da mesma é possível calcular a persistência do herbicida no solo, sendo definida como o tempo necessário para que ocorra a degradação de 50% do produto inicial aplicado no solo, esse atributo é de suma importância para entender o tempo de controle do herbicida em relação as plantas daninhas presentes na área. (Souza, 2016; Silva *et al.*, 2020). Outro fator determinante para a eficácia desses produtos é a pressão de vapor (P), compreende a tendência do produto de passar do estado líquido para o estado gasoso, sendo que quanto maior a pressão de vapor, menor a tendência do herbicida de persistir no solo, visto que maior será a possibilidade do mesmo de se dissipar na atmosfera (Mancuso *et al.*, 2011).

Outro fator importante de se destacar é o processo de lixiviação, ou seja, o carregamento vertical do herbicida através do perfil do solo, em profundidade. Esse processo desempenha um papel fundamental pois permite a incorporação superficial da maioria dos herbicidas até alcançarem as sementes. Entretanto, fatores como a propriedade do solo e os processos de retenção também influenciam, visto que se a retenção do solo for menor que a lixiviação esses produtos são transportados para camadas mais profundas os deixando ineficazes pois ultrapassam as camadas em que as raízes estão presentes (Oliveira e Brighenti, 2018).

Além disso, essas características físico-químicas refletem na eficácia de controle desses produtos, que ao invés de serem dissipados, podem ficar retidos na solução do solo, perdendo sua mobilidade em decorrência de adsorção na matriz do solo, reduzindo, assim sua disponibilidade para o controle de plantas daninhas (Monqueiro & Da Silva, 2021). Dessa forma, a adsorção e sorção dos herbicidas são fatores muito importantes para definir sua eficácia de controle e são diretamente ligados a atributos do solo, como, pH, matéria orgânica, teor de argila e CTC (Brighenti & Oliveira, 2011). Sendo assim, o manejo dos

herbicidas para o controle de plantas daninhas abrange diversos componentes sendo possível estabelecer uma predição do comportamento de herbicidas no solo, o que auxilia na escolha do produto e ajuste de doses em aplicações, afim de minimizar os impactos ambientais e a falta de eficiência de controle de plantas daninhas (Monqueiro & Da Silva, 2021)

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas repetições temporais, a primeira em outubro de 2022 e a segunda em outubro de 2023, em casa de vegetação e as unidades experimentais foram constituídas de vasos polietilenos com capacidade para 11 Litros, preenchidos com solo de profundidade de 0-20 cm coletados em área de pousio, que foram devidamente peneirados para remoção de resíduos presentes na superfície do solo e posteriormente secas ao ar e acondicionadas nas unidades experimentais.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições e organizado em esquema fatorial 3 x 9 +1. O primeiro fator se refere aos regimes hídricos: 1 - Chuva inicial de 20 mm logo após aplicação; 2 - Chuva inicial de 20 mm 5 dias após a aplicação; 3 - Chuva inicial de 20 mm 10 dias após a aplicação. No segundo fator, foram alocados os tratamentos compostos por associações de herbicidas pré-emergentes. Os tratamentos posicionados encontram-se dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos com herbicidas pré-emergentes posicionados e suas respectivas doses expressadas em gramas de ingrediente ativo por hectare.

Tratamentos	Herbicidas	Nome comercial	Dose (g i.a.ha ⁻¹)
T1	Sulfentrazone + clomazone	Boral + Reator	600 + 540
T2	Flumioxazina + Imazetapir	Zethamaxx	50 + 106
T3	Piroxasulfona + flumioxazina	Kiojin	90 + 60
T4	S-Metalocloro + Diclosulam	Dual Gold + Spider	1440 + 29
T5	Flumioxazina + Imazethapyr + 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	S-metalocloro + Flumioxazina	Aprisa	52,5 + 1050
T10	Testemunha	--	-

Para cada vaso de polietileno, foi realizada a semeadura das respectivas plantas daninhas: *Amaranthus hybridus* (Carúru), *Commelina benghalensis* L. (trapoeraba), *Digitaria insularis* L. (capim-amargoso) e *Eleusine indica* (capim-pé-degalinha). A semeadura das

plantas daninhas foi realizada na profundidade de 0,5 a 2 cm com quantidade de sementes suficiente para se obter uma população final de aproximadamente 10 plantas daninhas por unidade experimental, valor este correspondente a uma quantidade aproximada de 0,1 g de sementes em cada unidade experimental, que foi determinada através de um teste de germinação conforme a regra de análise de sementes (RAS, 2009).

No experimento foi utilizada palhada obtida de uma área de consórcio milho + *U. ruzizienses*, onde a palha remanescente no campo foi coletada e acondicionada em sacos plásticos e levada para laboratório para posterior homogeneização, fragmentação e pesagem. Essa palhada foi removida do campo antes da aplicação de herbicidas. Após a homogeneização da palha, uma quantidade equivalente a 3 ton.ha⁻¹, foram posicionadas na superfície dos vasos e sobre o solo. Para a determinação do equivalente a ser depositados sobre os vasos se estabeleceu a área das unidades experimentais (vaso de polietileno com 24cm de diâmetro), dessa forma, foi colocado 0,018 gramas em cada vaso. Após a semeadura das plantas daninhas, a palhada foi então depositada na superfície do solo (Barros *et al.*, 2021).

Em seguida, foram aplicados os tratamentos com associações de herbicidas pré-emergentes dispostos na Tabela 1, com exceção da Testemunha, a qual não recebeu a aplicação dos herbicidas. A aplicação dos herbicidas foi realizada por meio de um pulverizador pressurizado a CO₂ acoplado a uma barra de 3m com 6 pontas do tipo AI 110.015 e volume de calda de 150 L ha⁻¹. Após a pulverização, os vasos foram retornados a casa de vegetação, a qual não possuía irrigação controlada, as simulações de chuva de 20 mm foram realizadas por meio de um simulador de chuva com vazão de 1 L min⁻¹, de acordo com os regimes hídricos adotados com variação apenas do intervalo de tempo entre a aplicação e a simulação de chuva. Na Tabela 2 se encontram dispostos os diferentes regimes hídricos adotados para o experimento.

Tabela 2. Simulação de chuva após aplicação de herbicidas.

Regime Hídrico	Intervalos de dias entre a aplicação do herbicida e a simulação de chuva	Chuva (mm)
1	0	20
2	5	20
3	10	20

O controle das plantas daninhas foi avaliado aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a emergência das plantas daninhas (DAE) por meio de uma escala percentual de notas na qual 0% (zero) corresponde a nenhuma injúria na planta e 100% (cem) à morte das plantas segundo a metodologia proposta pela Asociación Latinoamericana de las Malezas (ALAM, 1974). Aos 42 DAE, as plantas remanescentes nas unidades experimentais foram cortadas rente ao solo, quantificadas, pesadas em balança analítica e acondicionadas em sacos de papel, sendo levadas à estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas, determinando-se assim, a massa seca da parte aérea.

Quando avaliada as variáveis de massa seca foram aplicados os modelos GAMLSS com distribuição Gama Inflacionada de 0's e função de ligação log para o parâmetro de locação (Stasinopoulos, 2017). Quanto a análise quantitativa foi aplicada os modelos GAMLSS com distribuição Poisson e função de ligação log para o parâmetro de locação. Já quanto ao controle foram aplicados os modelos GAMLSS com distribuição Beta Inflacionada de 1's e função de ligação logit para o parâmetro de locação. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Nessa etapa, foi utilizado o software R (R Core Team, 2023). Se significativa, foram elaborados gráficos de comparação de média através do programa ggplot2 (Wickham, 2016;).

5. RESULTADOS

a. *Amaranthus hybridus*

i. Avaliação de contagem de plantas

Para *Amaranthus hybridus* notou-se diferença significativa para todas as variáveis analisadas: Tratamento (T) ($F= 8,295$; $p= 0,000$), Dias até a chuva (DAC) ($F= 45,615$; $p= 0,000$), e Dias após a emergência (DAE) ($F= 3,484$; $p= 0,000$) e suas interações. Na Figura 1, aos 0 DAC, todos os tratamentos de herbicidas resultaram em emergência de plântulas inferiores a 10 com exceção de T10- Testemunha, com número superior a 30 plântulas, cenário que se repetiu para 5 DAC.

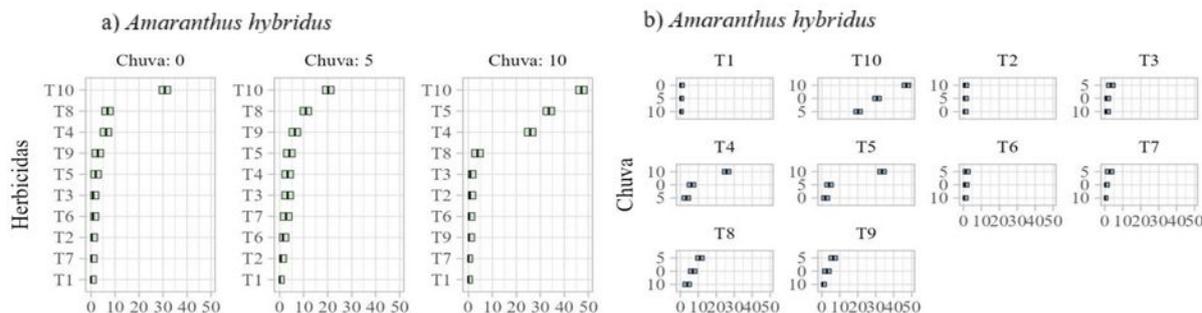


Figura 1. Caterpillar plot para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas

Para o intervalo de 10 dias, todos os tratamentos resultaram em emergência inferior a 10 plântulas, a exceção foram os tratamentos T4- s-metalocloro + diclosulan e T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, superiores a 30 e T10 – Testemunha próximo a 50. Os tratamentos T1- sulfentrazone + clomazone, T2- flumioxazina + imazetapir, T3- piroxasulfona + flumioxazina, T6- sulfentrazone + diuron e T7- s-metalocloro + fomasafen, não sofreram interferência do período de espera para ocorrência de chuva na emergência de plântulas, sendo esses valores próximos a zero (Figura 2d). Já para os tratamentos T10- Testemunha, T4- s-metalocloro + diclosulan, T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, o maior período de espera para ocorrência de chuva, ou seja, 10 DAC, resultou em maior número de plantas emersas.

ii. Avaliação de controle (%)

Na Figura 3 é possível observar o controle de *Amaranthus hybridus*, que por sua vez, não apresentou diferença significativa apenas para Tratamento ($F= 1,391$; $p= 0,038$). No intervalo de 0 DAC, observou-se que aos 7 DAE, todos os tratamentos apresentaram porcentagens próximas a 100 %, a exceção foi T8- s-metalocloro + metribuzin e T4- s-metalocloro + diclosulan com controles próximos a 80%.

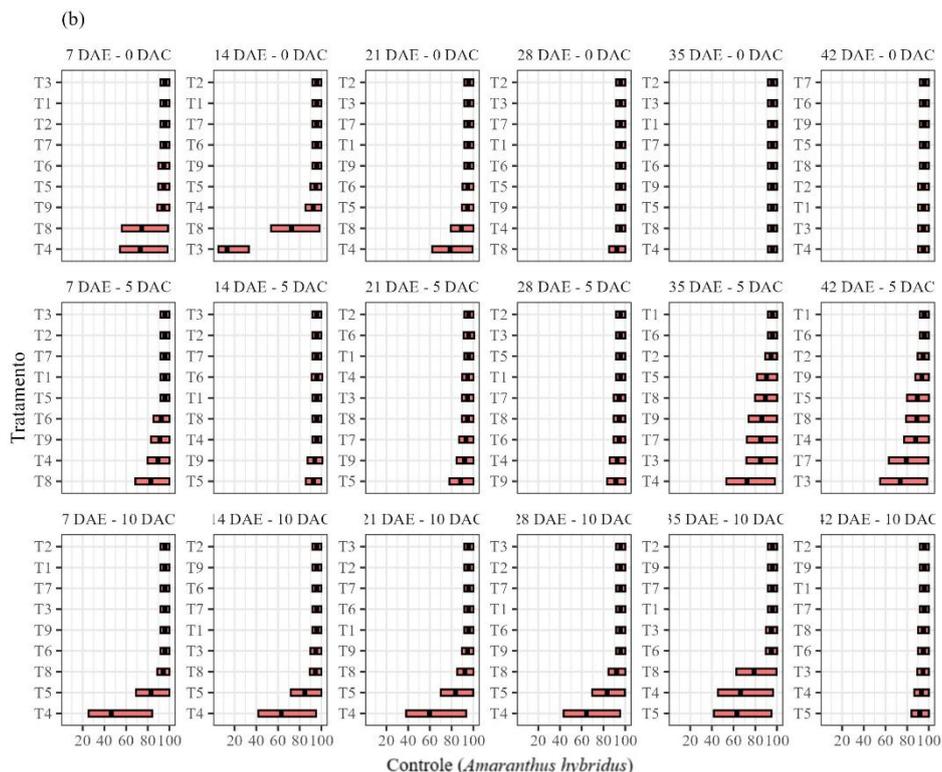


Figura 2. *Caterpillar plot* para as comparações de médias para a interação entre T x DAC x DAE quando avaliado controle (%) para *Amaranthus hybridus*.

Essa situação se manteve aos 14 DAE, sendo que apenas T3- piroxasulfona + flumioxazina e T8- s-metalocloro + metribuzin, não apresentaram controle próximo a 100%, com porcentagens próximas 20 e 70% respectivamente. Aos 21 DAE, apenas os tratamentos T4 e T8, não resultaram controle próximo a 100%, com porcentagens próximas a 80 e 90% respectivamente. Para todos os demais períodos de avaliação os tratamentos resultaram em controle próximo e/ou igual a 100%.

No intervalo de 5 DAC, o controle de *A. hybridus*, foi próximo ou igual a 100% em todos e tratamentos independentemente do período de avaliação, com exceção de T8- s-metalocloro + metribuzin aos 7 DAE que foi próximo a 80%. Em relação ao período de 10 dias, o tratamento T4- s-metalocloro + diclosulan apresentou controle próximo a 40%, aos 7 DAE, e próximo a 60% dos 14 até os 35 DAE, e na última avaliação aos 42DAE próximo a 100%, sendo que os 42 DAE, todos os tratamentos foram próximos a 100% (Figura 2).

iii. Avaliação de massa seca

Em relação à avaliação de massa seca (g), notou-se diferença significativa para *A. hybridus*, houve interação significativa para Tratamento (T) ($F= 28,979$; $p= 0,466$), Dias até a chuva (DAC) ($F= 49,384$; $p= 0,466$) e Tratamento x Dias até a chuva (T x DAC) ($F= 8,281$;

$p= 0,466$) e seus resultados se encontram dispostos na Figura 3. É possível notar que no intervalo de 0 Dias até a chuva (DAC), a maioria dos tratamentos foram próximo ou igual a 0, as exceções foram T8- s-metalocloro + metribuzin e T10- Testemunha, com peso na faixa de 0,10 – 0,15 g.

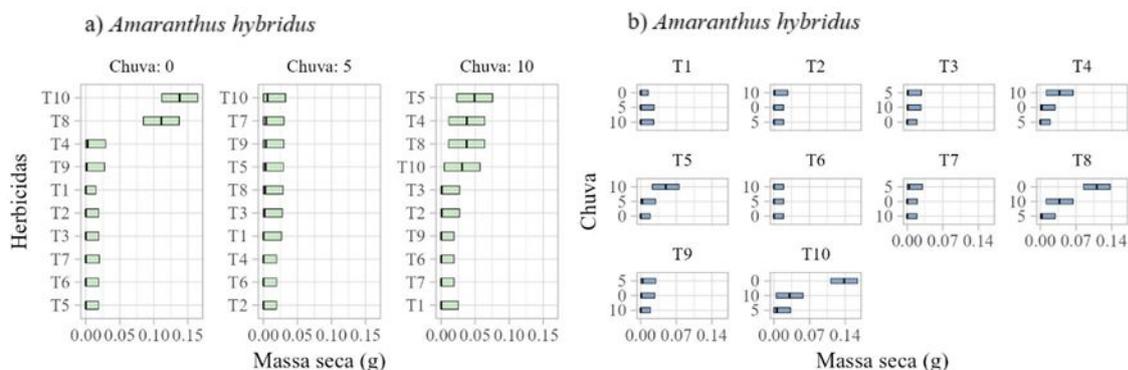


Figura 3. *Caterpillar plot* para as comparações entre o tratamento (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliada a Massa Seca.

No intervalo de 5 dias até a chuva (DAC), todos os tratamentos apresentaram massa seca próxima a zero. Já o intervalo de 10 DAC, os tratamentos T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, T4- s-metalocloro + diclosulan e T8- s-metalocloro + metribuzin apresentaram peso entre 0,025 - 0,075g. O intervalo de chuva influenciou na massa seca, como apresentado na figura 1b, para T4- s-metalocloro + diclosulan e T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, o maior tempo de espera para ocorrência de chuva, ou seja, 10 DAC, resultou em maiores valores de massa seca. Já para os tratamentos T8- s-metalocloro + metribuzin e T10- Testemunha, o intervalo de 0 dias para ocorrência de chuva, resultou nos maiores valores de massa seca.

b. *Commelina benghalensis*

i. Avaliação de contagem de plantas

Para *Commelina benghalensis*, as variáveis Tratamento ($F= 6,148$; $p= 0,149$) e DAC ($F= 3,961$; $p= 0,149$) e sua interação foi significativa. Aos 0 e 5 DAC, todos os tratamentos com herbicidas apresentaram números de plântulas inferiores a 50. Já para 10 DAC, T4 – s-metalocloro + diclosulan e T5 – flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, resultaram em número de plântulas superiores a 20.

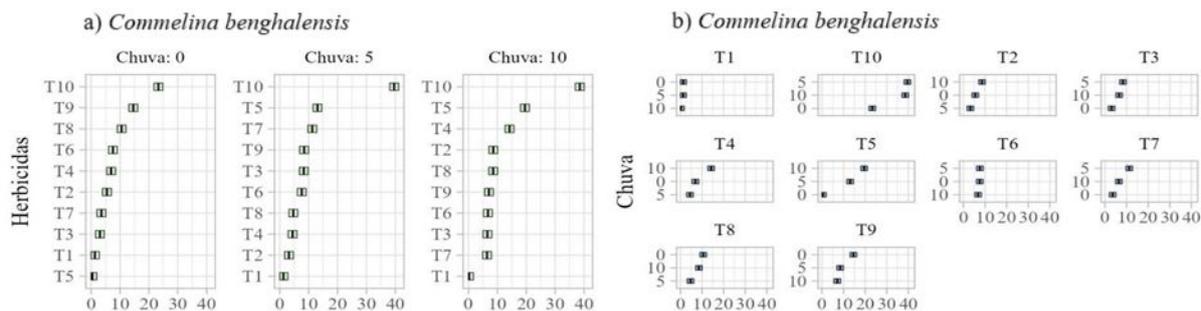


Figura 4. *Caterpillar plot* para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.

ii. Avaliação de controle (%)

Para *Commelina benghalensis*, todas as variáveis: Tratamento ($F= 7,581$; $p= 0,000$), Dias até a chuva ($F= 35,725$; $p= 0,000$) e DAE ($F= 53,005$; $p= 0,000$) e suas respectivas interações foram significativas. Observa-se no intervalo de 0 DAC que aos 7, 14 e 21 DAE o tratamento flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro apresentou controle próximo a 100% em todos os períodos de avaliação. Já aos 28 DAE sulfentrazone + clomazone e flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro apresentaram valores próximos a 100%.

Esse resultado se repetiu aos 35 e 42 dias com adição do tratamento T2 – flumioxazina + imazetapir. Na maioria dos DAE, com exceção dos 35 e 42 dias, o tratamento T9 – s-metalocloro + flumioxazina apresentou as menores porcentagens de controle, inferiores a 80%. Já aos 35 e 42 dias as menores porcentagens foram do tratamento T8 – s-metalocloro + metribuzin, sendo esses inferiores a 80%.

Para o período de 5 DAC, os tratamentos T9- s-metalocloro + flumioxazina, T2- flumioxazina + imazetapir, T6- sulfentrazone + diuron e T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, resultaram em porcentagem de controle inferior a 80% para *Commelina benghalensis*. Dos 14 até os 28 DAE, apenas T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, resultou em porcentagem inferior a 80%. Aos 35 e 42 DAE, apenas T7- s-metalocloro + fomasafen resultou em controle inferior a 80%. Para todos os demais tratamentos e períodos de avaliação o controle foi superior a 80%.

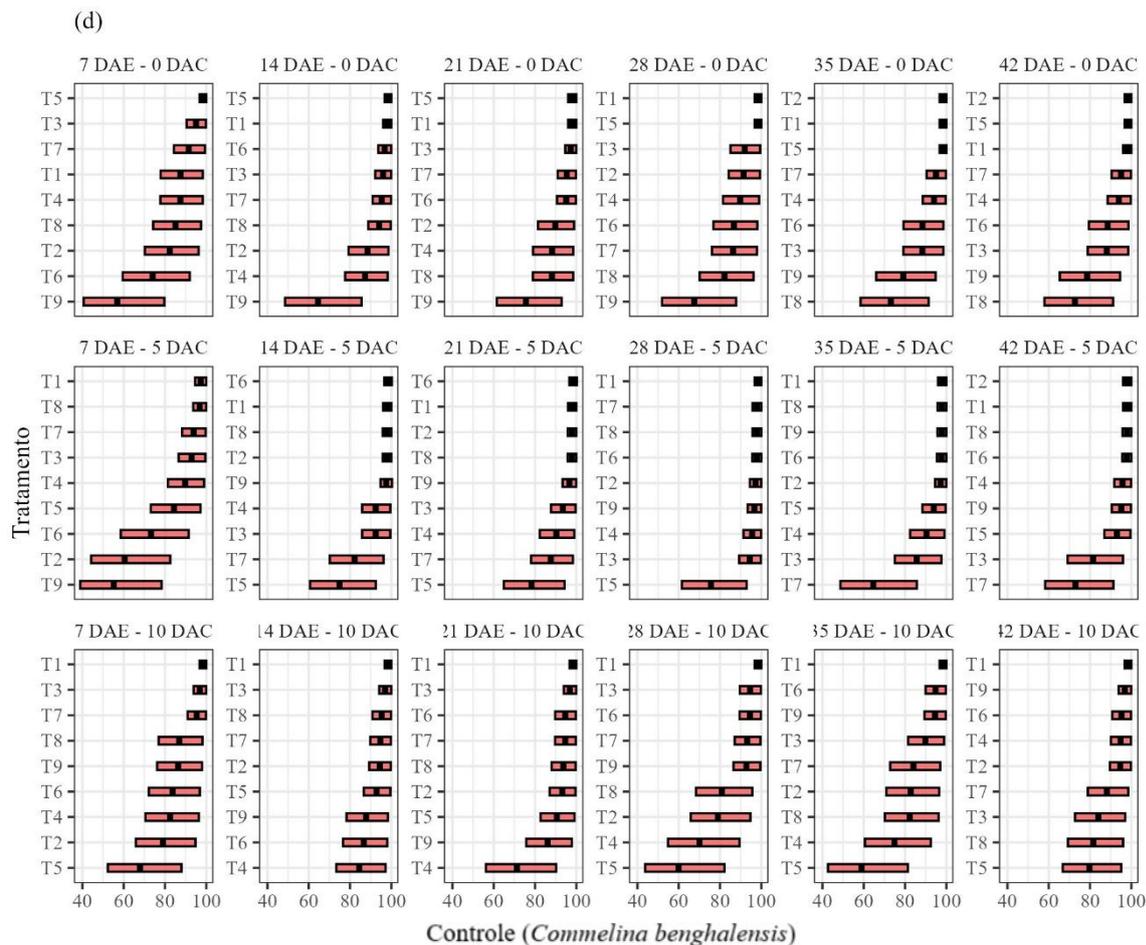


Figura 5. Comparações de médias para a interação entre T x DAC x DAE quando avaliado controle (%) para *C. benghalensis*.

Em relação ao período de 10 DAC, aos 7 DAE, T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro e T2- flumioxazina + imazetapir, resultaram em controle inferior a 80%. Aos 14 DAE, todos os tratamentos resultaram controle superior a 80%. Aos 21 DAE, apenas T4- s-metalocloro + diclosulan resultou em porcentagem inferior a 80%. Aos 28 e 35 DAE, apenas T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro e T4- s-metalocloro + diclosulan, resultaram em porcentagens inferiores a 80%, e aos 42 DAE, apenas T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, não resultou em controle aceitável de *Commelina benghalensis*. Para todos os demais períodos de avaliação tratamentos o controle foi superior a 80%.

iii. Avaliação de massa seca

Em relação a *Commelina benghalensis*, houve interação significativa para T, DAC e T x DAC ($F= 36,858$; $F= 11,262$; $F= 4,460$ e $p= 0,083$). De acordo com a Figura 6, os resultados de massa seca foram semelhantes, independentemente dos tratamentos e intervalos para ocorrência de chuva, obtendo-se o peso entre 0 e 0,5 g. A exceção foi a testemunha, que independentemente do período foi superior a 1,00 g. Os 10 DAC, resultou em maior massa seca para T10- Testemunha e T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, com valores de 2g e 0,5g, respectivamente.

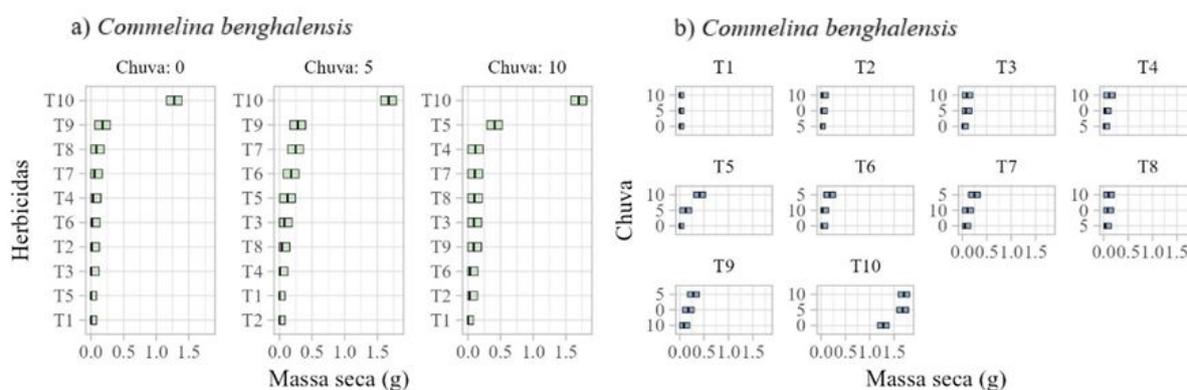


Figura 6. *Caterpillar plot* para as comparações entre os tratamentos (a) e entre dias até a chuva (b) quando avaliada a Massa Seca.

c. *Digitaria insularis*

i. Avaliação de contagem de plantas

Em relação a *Digitaria insularis* (Figura 7), todas as variáveis analisadas: T ($F= 4,728$; $p= 0,008$), C ($F= 31,726$; $p= 0,008$), DAE ($F= 5,187$; $p= 0,008$) e as interações T x DAC ($F= 6,367$; $p= 0,008$) e C x D ($F= 2,696$; $p= 0,008$) foram significativas. Para o intervalo de 0 DAC, os tratamentos T2- flumioxazina + imazetapir e T8- s-metalocloro + metribuzin, a emergência foi próxima a 10, já para s-metalocloro + flumioxazina e Testemunha, foi superior a 10, os demais tratamentos com herbicidas apresentaram valores próximos e/ou iguais a 0 plântulas. Aos 5 DAC, piroxasulfona + flumioxazina, s-metalocloro + flumioxazina e Testemunha, resultaram em emergência próxima a 10 plântulas.

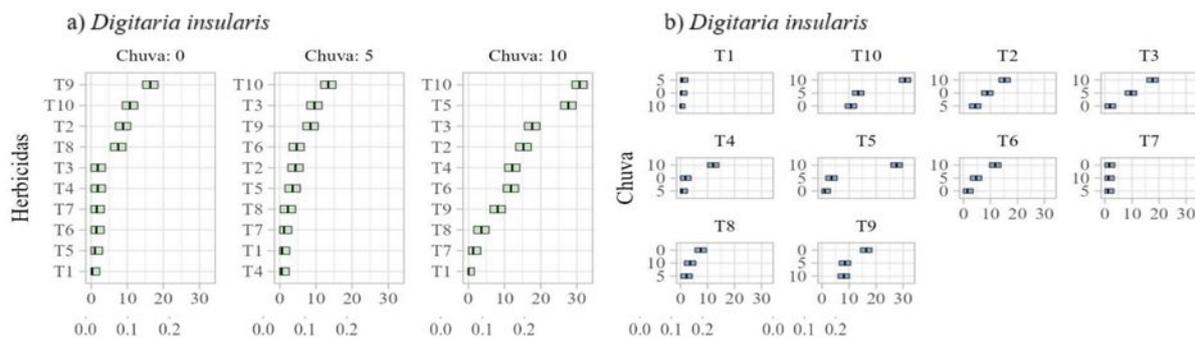


Figura 7. *Caterpillar plot* para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.

Aos 10 DAC, apenas os tratamentos T1- sulfentrazone + clomazone e T7- s-metalocloro + fomasafen, resultaram em emergência próxima a zero, já T8- s-metalocloro + metribuzin e T9- s-metalocloro + flumioxazina, apresentaram emergência inferior a 10 plântulas, todos os demais tratamentos apresentaram emergência superior a 10 e inferior a 20, com exceção dos tratamentos T5- flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro e T10- Testemunha, com emergência superior 25 plantas. A espera para ocorrência de chuva, só não impactou a emergência de *Digitaria insularis* nos tratamentos T1- sulfentrazone + clomazone e T7- s-metalocloro + fomasafen, nos demais tratamentos 10 DAC, resultou em aumento da emergência de plântulas, a exceção foi verificada para T8- s-metalocloro + metribuzin e T9- s-metalocloro + flumioxazina, os quais a chuva a 0 dias, resultou em maior emergência.

ii. Avaliação de controle (%)

Na Figura 8, se encontra disposto o *Caterpillar plot* para a avaliação de controle de *Digitaria insularis* nos diferentes intervalos para a ocorrência de chuva e períodos de avaliação, sendo que observou-se diferença significativa para todas as variáveis e interações com exceção de Tratamento ($F= 1,517$; $p= 0,002$).

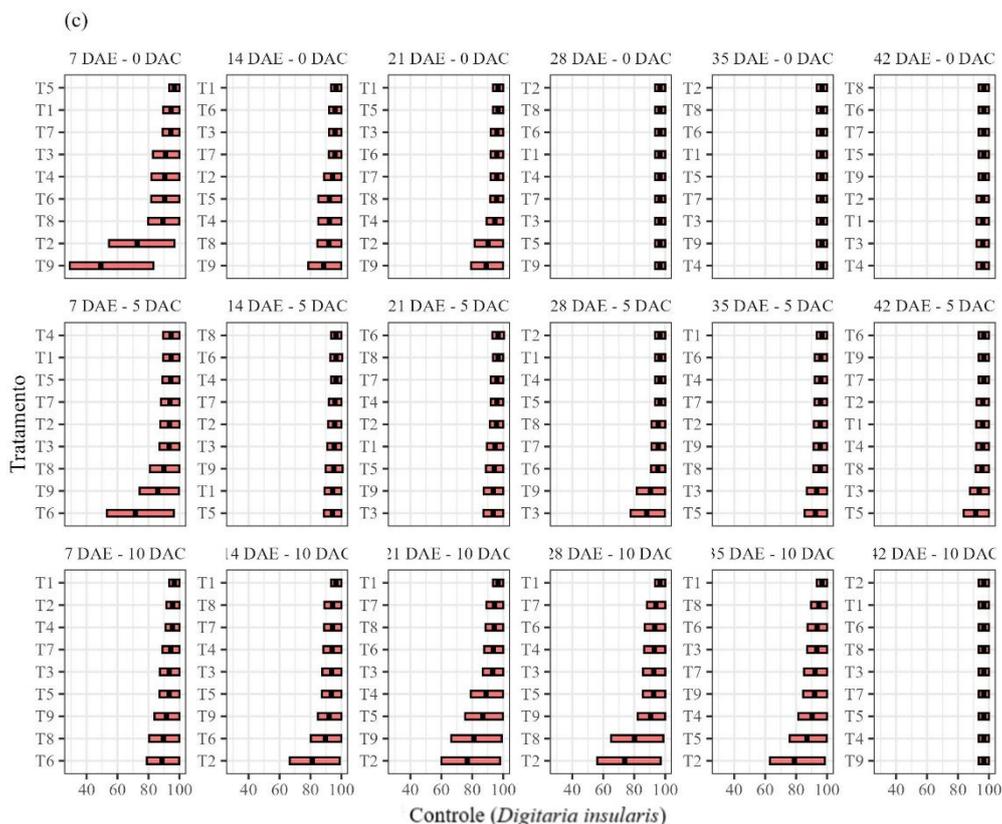


Figura 8. *Caterpillar plot* para as comparações de médias para a interação entre T x DAC x DAE quando avaliado controle (%) para *Digitaria insularis*.

Para o intervalo de 0 DAC aos 7 DAE, observou-se que T2- flumioxazina + imazetapir e T9- s-metalocloro + flumioxazina apresentaram as menores porcentagens de controle, sendo estes, próximos a 70 e 50% respectivamente. Já dos 14 até os 42 DAE, todos os tratamentos apresentaram porcentagens de controle próximos a 100%.

No intervalo de 5 DAC, as menores porcentagens de controle de *Digitaria insularis*, foram obtidos para o tratamento T6 e T9, próximas a 70 e 80% respectivamente aos 7 e 14 DAE, todos os demais períodos de avaliação, independentemente do tratamento os valores foram próximos a 100% (Figura 6c). Por fim, para o intervalo de 10 DAC, aos 7 e 14 DAE, todos os tratamentos apresentaram controle de *Digitaria insularis* superiores a 80%. Aos 21, 28 e 35 DAE apenas o tratamento T2- flumioxazina + imazetapir, apresentou controle inferior a 80%. Aos 42 DAE, observou-se que todos os tratamentos apresentaram valores iguais a 100%

iii. Avaliação de massa seca

Para *Digitaria insularis*, observou-se novamente diferença significativa para T, DAC e T x DAC ($F= 25,585$; $F= 41,106$; $F= 12,299$ e $p= 0,091$). Como disposto na Figura 9, para 0 DAC, com exceção de T9- s-metalocloro + flumioxazina e T8- s-metalocloro + metribuzin, com peso 0,10 g, os demais tratamentos os foram próximos ou iguais a 0. Em relação a 5 DAC, todos os tratamentos com herbicidas apresentaram valores próximos ou iguais a 0 e T10-Testemunha apresentou peso superior a 0,3 g. Para 10 DAC, T1- sulfentrazone + clomazone, T8- s-metalocloro + metribuzin e T2- flumioxazina + imazetapir apresentaram os menores valores de massa seca, inferiores a 0,10 g, enquanto, T9- s-metalocloro + flumioxazina e T10- Testemunha apresentaram valores iguais ou superiores a 0,2 g.

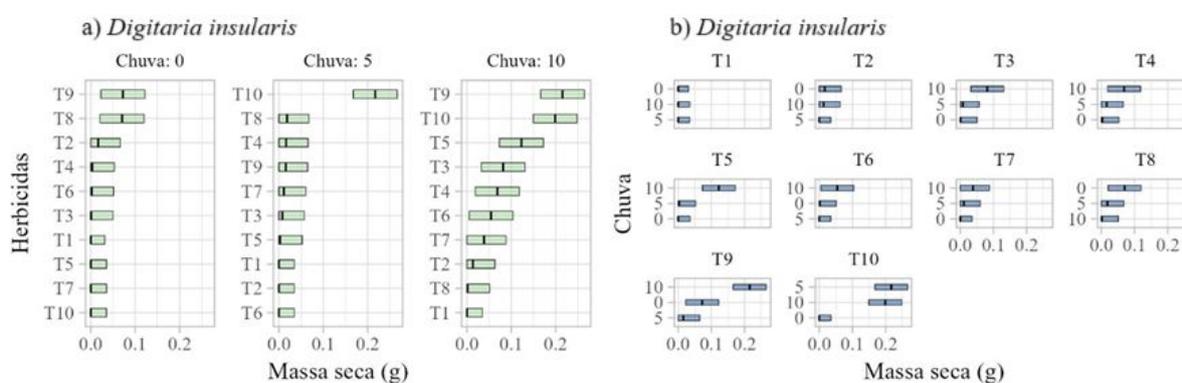


Figura 9. *Caterpillar plot* para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliada a Massa Seca.

Na figura 4, se observa que o único tratamento que não sofreu influência do intervalo de chuva na massa seca foi sulfentrazone + clomazone, já para piroxasulfona + flumioxazina, s-metalocloro + diclosulan, flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, s-metalocloro + fomasafen quanto maior o tempo para ocorrência da chuva, maior foi o valor da massa seca.

d. *Eleusine indica*

i. Avaliação de contagem de plantas

Os dados relativos à contagem do número de plântulas podem ser observados na figura 10, para *Eleusine indica*, houve diferença significativa para T, DAE e as interações T x DAC, e T x DAE ($F= 5,633$; $F= 29,233$; $F= 6,611$; $F= 1,613$ e $p= 0,211$). Para 0 DAC, para todos os tratamentos se observou valores próximos a zero, as exceções foram os tratamentos T3- piroxasulfona + flumioxazina e T8- s-metalocloro + metribuzin com número inferior a 5

e T10- Testemunha, T9- s-metalocloro + flumioxazina e T2- flumioxazina + imazetapir, com números superiores a 5 plântulas.

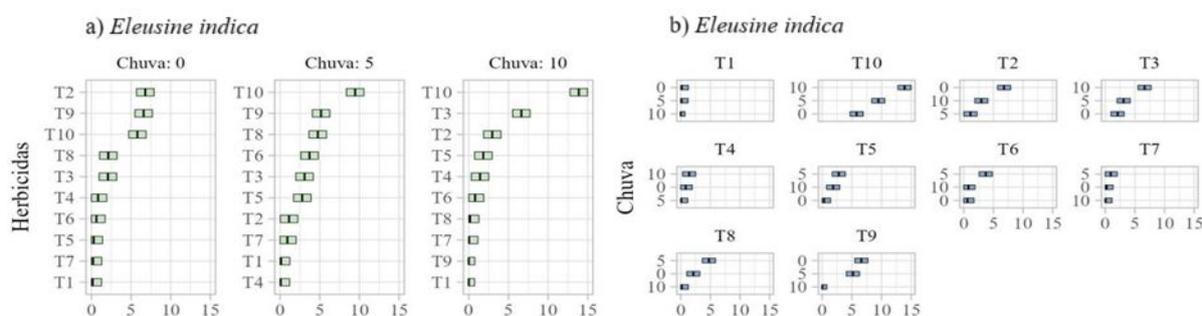


Figura 10. *Caterpillar plot* para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.

Em relação a 5 DAC, T2- flumioxazina + imazetapir, T1- sulfentrazone + clomazone, T7- s-metalocloro + fomasafen e T4- s-metalocloro + diclosulan, o número de plantas emersas foi próximo a zero, os demais tratamentos apresentaram número de plantas inferior a 5, com exceção de T10- Testemunha, com número próximo a 10. Em relação ao período de 10 dias, os tratamentos T1- sulfentrazone + clomazone, T9- s-metalocloro + flumioxazina, T7- s-metalocloro + fomasafen, T8- s-metalocloro + metribuzin, o número de plantas foi próximo a zero, já T3- piroxasulfona + flumioxazina e T10- Testemunha, foram superiores a 5 e 15 plantas, respectivamente.

Em relação a influência da chuva na emergência de plântulas de *Eleusine indica*, para T1- sulfentrazone + clomazone, T4- s-metalocloro + diclosulan e T7- s-metalocloro + fomasafen, foi pouco significativa, em contraposição para T10- Testemunha e T3- piroxasulfona + flumioxazina, quanto maior o período de espera maior o número de plantas emersas.

ii. Avaliação de controle (%)

Para *Eleusine indica* (Figura 11a), todas as variáveis (Tratamento, Chuva e DAE) foram significativas ($F= 5,833$; $F= 80,033$; $F= 88,662$ e $p= 0,000$) assim como suas interações. Em relação a 0 DAC, nota-se que aos 7 DAE, em todos os tratamentos o controle foi próximo a 100%, cenário este, que se repetiu para a avaliação aos 14 DAE com exceção de T2- flumioxazina + imazetapir e T9- s-metalocloro + flumioxazina, com porcentagens próximas a 80% e 10%, respectivamente. Aos 21 DAE, todos os tratamentos resultaram em

controle superior a 80%. Aos 28 DAE, para T9- s-metalocloro + flumioxazina o controle foi próximo a 80%. Esse cenário se manteve nas avaliações subsequentes.

Em relação ao intervalo de 5 DAC, pode-se observar na mesma figura, que apenas T2-flumioxazina + imazetapir aos 7 DAE apresentou controle próximo a 60%, todos os demais tratamentos resultaram em valores próximos ou igual a 100%. Nos demais períodos de avaliação (14, 21, 28, 35 e 42 DAE) todos os tratamentos apresentaram valores iguais e/ou próximo a 100%.

Para o controle de *Eleusine indica*, o intervalo de 10 dias, foi o que resultou em maior impacto no controle. Nesse período, aos 7 DAE, os tratamentos T5-flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro, T9- s-metalocloro + flumioxazina, T3- piroxasulfona + flumioxazina apresentaram controle inferior a 100%, mais superior a 80%, já o T2-flumioxazina + imazetapir foi o único que resultou em controle inferior a 60%, todos os demais tratamentos resultaram em controle igual ou próximo a 100%.

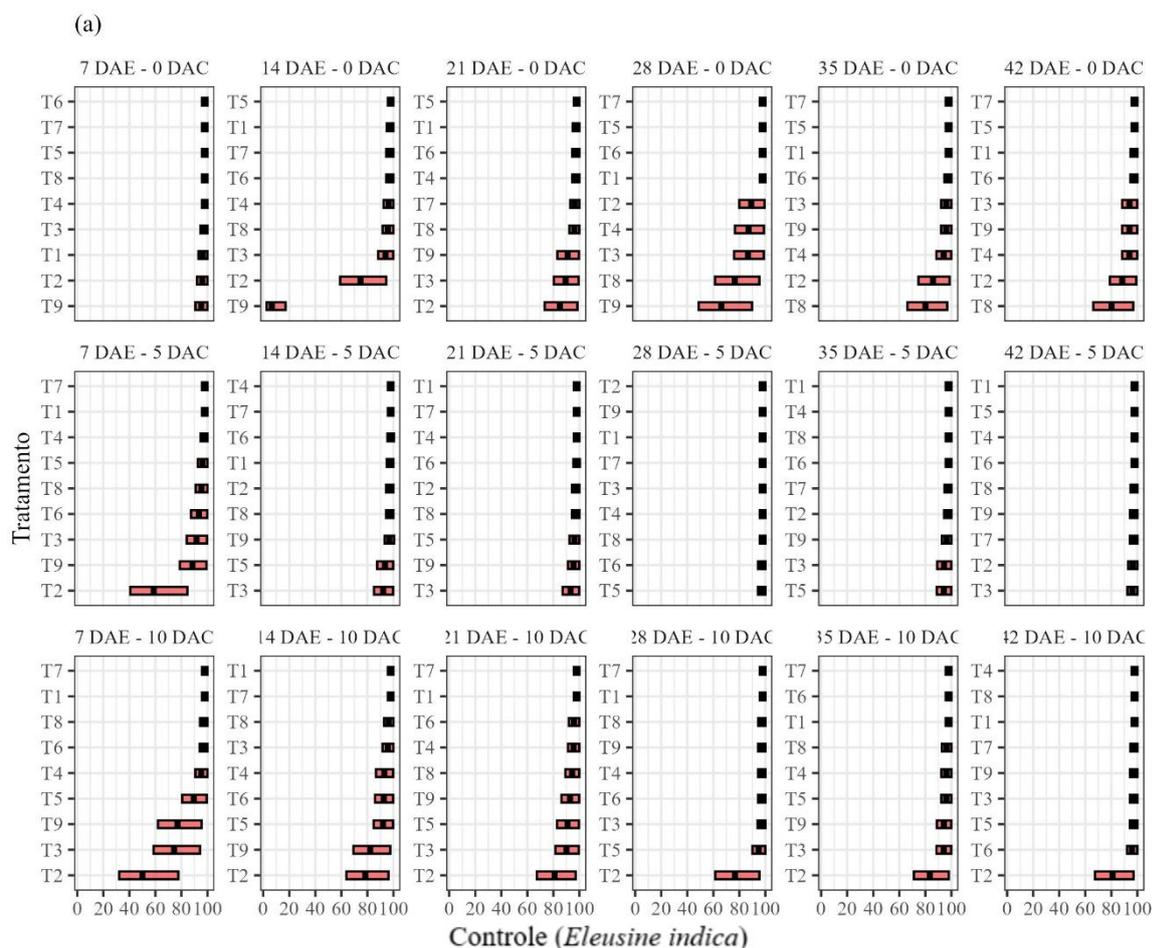


Figura 11. *Caterpillar plot* para as comparações de médias para a interação entre T x DAC x DAE quando avaliado controle (%) para *Eleusine indica*.

Aos 14 DAE, todos os tratamentos resultaram em controle superior a 80%, com exceção dos tratamentos T2 e T9, os quais forma inferiores a esse valor, porém muito próximos a 80%, foram inferiores. Aos 21e 28 DAE, todos os tratamentos foram próximos e/ou iguais a 100%, a exceção foi o tratamento T2 que foi inferior a 80%. Aos 35 e 42 DAE, todos os tratamentos resultaram em controle igual a 100%, a exceção foi o T2, com porcentagem próxima a 80%.

iii. Avaliação de massa seca

Já para a espécie *Eleusine indica*, houve interação significativa para T e DAC ($F=144,981$; $F=15,011$ e $p=0,890$). Entretanto, os dados de matéria seca obtidos não apresentaram diferenças significativas na interação Tratamento x DAC, ainda assim, foi possível observar que as médias dos tratamentos com herbicidas foram inferiores 0,025 diferença expressiva de T10 – Testemunha com 0,075g, além disso quanto maior o período de espera para ocorrência da chuva, mais expressiva a redução da massa seca.

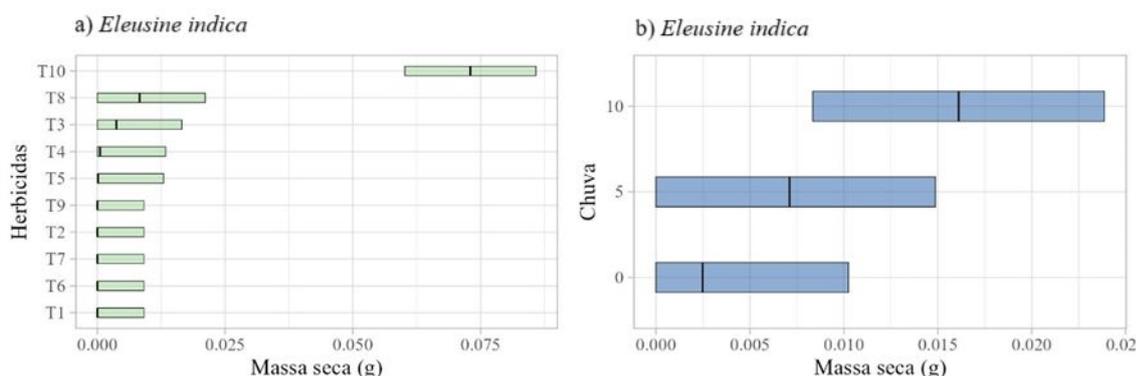


Figura 12. *Caterpillar plot* para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuvas (b) quando avaliada a Massa Seca.

e. Total

Analisando pela visão de número geral de plântulas, sem diferenciar as espécies, e possível observar que Testemunha, apresentou crescimento gradativo do número de plantas, quanto maior o tempo de ocorrência de chuva. Já os intervalos de 0 e 5 dias obtiveram valores menores que 100 plântulas. Em relação aos tratamentos com herbicida, para os intervalos de 0 e 5 dias, o tratamento com maior número de plantas em sua totalidade foi o s-metalocloro + flumioxazina, com valores próximos a 50, já para o intervalo de 10 dias o maior número de plantas foi observado no tratamento T5 – flumioxazina + imazetapir + s-metalocloro com valores próximos a 100.

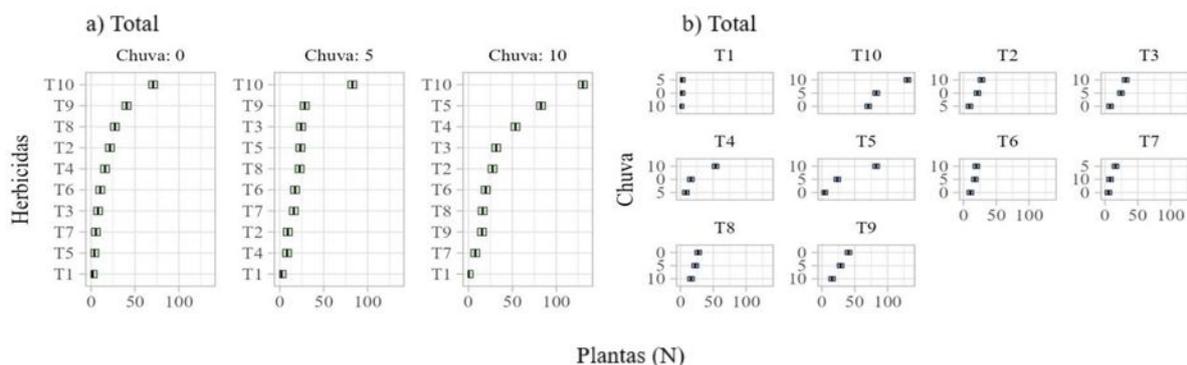


Figura 13. *Caterpillar plot* para as comparações entre os tratamentos (a) e entre os dias até a chuva (b) quando avaliado número de plantas.

Apenas para T1- sulfentrazone + clomazone, não se observou influência do período de espera para ocorrência de chuvas na emergência das plântulas, e para T7- s-metalocloro + fomasafen a influência foi pouco significativa. Para os demais tratamentos, o aumento do intervalo de tempo, resultou em aumento da emergência de plântulas, sendo a exceção os tratamentos s-metalocloro + metribuzin e s-metalocloro + flumioxazina, no qual o aumento do intervalo de tempo resultou em diminuição do fluxo de emergência das plantas daninhas.

6. DISCUSSÃO

Em relação ao controle de *Amaranthus hybridus*, o tratamento s-metolacoloro + metribuzin, resultou no maior fluxo de emergência e maior lentidão no estabelecimento de controle efetivo, aos 0 e 5 dias até a chuva, esse resultado também foi observado para o controle de *Commelina bengalensis* aos 0 DAC. Nesse sentido, é importante destacar que a associação de s-metolacoloro, apresenta maior espectro de controle para espécies monocotiledôneas, agindo em poucas espécies de dicotiledôneas, como descrito pela bula do produto. (Da Silva *et al.*, 2023; Agrofít, 2024). Dessa forma, o controle efetivo para esse tratamento ficou em função do metribuzin, que possui espectro de controle de dicotiledôneas, entretanto essa maior lentidão na expressão de sintomatologia, e estabelecimento de controle eficaz, pode ser atribuída as características físico-químicas do ingrediente ativo em questão, visto que, ao serem aplicados aos 0 e 5 dias até a chuva, pode ter ocorrido a lixiviação do produto, uma vez que o mesmo é considerado altamente solúvel, o que pode ter favorecido a perda de eficácia (Agrofít, 2024).

Esse cenário também pode ser observado aos 10 DAC, para *Commelina benghalensis*, visto que o tratamento flumioxazina + imazetapyr + s-metolacoloro, apresentou valores altos para massa seca, esse resultado pode estar ligado a associação presente no tratamento, a qual

pode não ter favorecido o controle da *C. benghalensis*. Observou-se também para o controle de *Amaranthus hybridus* aos 10 DAC que o mesmo tratamento resultou na maior emergência de plantas dessa espécie, indicando que a associação com s-metolaclo-ro não obteve sucesso visto que o tratamento contendo apenas flumioxazina + imazetapyr apresentou resultados de contagem de plantas favoráveis para *Amaranthus hybridus* em todos os DACs, enquanto a mistura com s-metolaclo-ro não obteve tais resultados

Nesse sentido, segundo Kousta *et al.*, (2024), algumas associações de s-metolaclo-ro com outros herbicidas podem não favorecer o controle de eudicotiledôneas. Além disso, quanto maior o tempo de espera do s-metolaclo-ro sobre a palhada mais difícil se torna a sua recuperação, uma vez que apresenta altos valores de $\log K_{ow}$, característica essa, que confere comportamento lipofílico ao s-metolaclo-ro, e conseqüente, maior afinidade com a palhada a qual foi aplicado, mesmo quando posicionado com princípios ativos altamente solúveis e que possuem um baixo K_{ow} como o Imazetapyr. (Meite *et al.*, 2018).

Para *D. insularis*, o tratamento s-metolaclo-ro + flumioxazina apresentou os maiores valores de massa seca, indicando um menor dano causado pelo herbicida, esse tratamento, também obteve baixa eficácia quando analisado a quantidade de plantas de *Eleusine indica*, outra espécie monocotiledônea. Isso pode ser explicado visto que o controle dessas plantas daninhas estava a cargo do s-metolaclo-ro, o qual apresenta o maior controle em monocotiledôneas, entretanto por ser um herbicida extremamente lipofílico o mesmo pode ter ficado retido na palhada e o volume de chuva de 20mm pode não ter sido suficiente para o mesmo descer na solução do solo. Acerca disso, Santos *et al.*, (2024) observou em seu trabalho que uma chuva inicial de 25mm é o necessário para favorecer a transposição do s-metolaclo-ro seguida por uma chuva de 100mm.

Um cenário semelhante foi observado para *Eleusine indica*, na associação de piroxasulfona + flumioxazina, visto que, mesmo que esse tratamento tenha sinergismo, principalmente no controle de gramíneas, como comprovado por estudos recentes de Presoto *et al.*, (2022), , quanto maior o período de espera para a chuva, maior a emergência de plantas. Notou-se, ainda, que o piroxasulfona isolado obteve 90% de controle da gramínea *Panicum maximum*. Entretanto, por apresenta um K_{ow} moderado (Agrofit, 2024), e, portanto, quanto maior o período de espera para a chuva, mais esse herbicida ficará retido na palhada, dificultando a sua chegada na solução do solo, e possível controle da planta daninha.

Entretanto, esse resultado também pode ser observado quando analisado o herbicida flumioxazina + imazetapyr aos 10 dias até a chuva, visto que, tal produto, apresentou uma maior lentidão no controle da *Eleusine indica* e alto fluxo de emergência em todos os dias de avaliação. Nesse sentido, é importante analisar que por mais que a flumioxazina, possua um moderado controle de gramíneas quando posicionada em pré emergência, sua mobilidade é dificultada em palhada oriunda de milho, como descrito por Rodrigues & Almeida (2018), mesmo sendo um herbicida solúvel.

Essa observação é corroborada pelo trabalho de Da Silva *et al.*, (2020), que ao avaliar a eficácia de flumioxazina sob diferentes condições de palhada e simulações de chuva, pode observar que em palhada de *Urochloa ruziziensis*, o herbicida teve sua mobilidade facilitada, enquanto em palhada com adicional de milho - tal qual a utilizada no presente experimento - a mesma apresentou características que a posicionam como uma barreira física para a transposição do flumioxazina. Outra observação importante do autor, é de que independentemente do tipo e quantidade de palhada, a simulação de chuvas de 10mm não foram suficientes para transpor adequadamente o herbicida pela palha, sendo necessário pelo menos 25mm de chuva para tal.

Além disso, o tratamento sulfentrazone + clomazone foi o único a não sofrer influencia com o período de espera para a chuva, mostrando ser eficaz mesmo em condições ambientais adversas, como a falta de chuva. Esse resultado também foi observado por Garrido *et al.*, (2024), que em experimento conduzido notou que apenas o herbicida sulfentrazone + clomazone aplicado sobre palha proporcionou o mesmo controle que a capina manual até os 21 dias após a aplicação. Isso pode ser explicado devido ao volume de chuva (20mm) utilizado nas aplicações, como observado por Tropaldi *et al.*, (2021), o qual notou que o volume de 20mm é suficiente para esses herbicidas transporem a palha.

De forma geral, todas as espécies apresentaram maior susceptibilidade à associação: sulfentrazone + clomazone. Por outro lado, observou-se menor eficácia de s-metolaclo-ro + flumioxazina aos 0 e 5 DAC e para flumioxazina + imazetapyr + s-metolaclo-ro aos 10 DAC. Para a espécie *Digitaria insularis*, observou-se susceptibilidade a todos os tratamentos analisados independente do período de espera para a chuva. Em relação a *Eleusine indica*, a espécie apresentou susceptibilidade a todos os tratamentos independente do período de espera para a chuva, com exceção de s-metolaclo-ro + metribuzin aos 0 DAC e flumioxazina + imazetapyr aos 10 DAC.

Portanto, para todas as plantas daninhas analisadas em questão, o controle variou de acordo com o período de espera para a chuva, sendo que, o menor controle foi obtido com os menores intervalos para a chuva, ou seja, os intervalos de 0 e 5 dias, conseqüentemente indicando um maior controle. Tal resultado, corrobora com o apresentado por Da Silva *et al.*, (2020), o que observou que a palhada de *milho* + *Urochloa* apresenta uma barreira física para a transposição do produto, dificultando sua eficácia aos 10 dias até a chuva. Além disso, foi possível observar que o tratamento sulfentrazone + clomazone não sofre influência com o tempo de espera para a chuva em volume de 20mm.

Dessa forma, em condições ambientais precisas, com previsão exata de chuva com volume necessário para o pré-emergente transpor a palha, observa-se uma maior gama de opções a favor do controle de monocotiledôneas e dicotiledôneas, como sulfentrazone + clomazone, piroxasulfona + flumioxazina flumioxazina + imazethapir + s-metolacoloro, s-metolacoloro + fomasafen e sulfentrazone + diuron. Já em cenários em que há previsão incerta para a chuva e necessita-se o uso imediato de um pré-emergente, alguns herbicidas se mostraram mais estáveis em relação a escassez hídrica, sendo eles, sulfentrazone + clomazone, piroxasulfona + flumioxazina e s-metolacoloro + fomasafen.

7. CONCLUSÃO

A associação de herbicidas pré-emergentes se mostrou como uma alternativa viável no controle de *Amaranthus hybridus*, *Commelina benghalensis*, *Digitaria insularis* e *Eleusine indica*. Entretanto, no seu posicionamento sobre palhada de milho + *B. ruziziensis*, deve-se levar em consideração o tempo de intervalo entre a aplicação e a chuva, que por sua vez pode vir a interferir na presença do herbicida na solução do solo, e conseqüentemente, reduzir o seu efeito residual de controle das plantas daninhas sendo que o herbicida sulfentrazone + clomazone apresentou a melhor eficácia em todas as avaliações se mostrando possuir uma menor influencia as condições ambientais e a cobertura presente no solo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F. S., CORREIA, N. M., DA SILVA, A. F., CONCENÇO, G., GAZZIERO, D. L., & DALAZEN, G. Glyphosate-resistant (GR) soybean and corn in Brazil: past, present, and future. **Advances in Weed Science**, 40(spe1), e0202200102, 2022.

ALBUQUERQUE, J. A. A., SANTOS, T. S., CASTRO, T. S., MELO, V. F., ROCHA, P. R. R. Weed incidence after soybean harvest in no-till and conventional tillage crop rotation systems in Roraima cerrado. **Planta daninha**, v. 35, e017162796, 2017.

AMORIM, P. S. G. D. Controle das plantas daninhas trapoeraba, buva e poaia-branca, mediante os herbicidas glyphosate e amônio-glufosinato em pré-semeadura. 2020.

ANDRADE, D. N. D. Alternativas herbicidas para o controle em pré-emergência de capim amargoso. 2019.

AGOSTINETTO, D., ULGUIM, A. R., & VARGAS, L. Manejo de Plantas Daninhas em Sistema Plantio Direto, 2022.

AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários, 2023. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 10 out 2024.

ALMEIDA, DE L. K., FERREIRA, R. V., DA SILVA, A. G., FERREIRA, C. J. B., BRAZ, G. B. P., & TAVARES, R. L. M. Consórcio do milho e *Brachiaria ruziziensis*, época de dessecação e desempenho da soja em sucessão. **Research, Society and Development**, 9(12), e13791210867-e13791210867, 2020.

APROSOJAMS - **Boletim casa rural**. (2024). Disponível em: <https://aprosojams.org.br/sites/default/files/boletins>.

BARROS, D. M., DA SILVA, P. V., MEURER, H. L., MEURER, L. D. S. S., DOMINGOS, E. R., DIAS, R. Q., & MONQUERO, P. A. Regime hídrico e palha influenciam na eficácia de herbicidas pré-emergentes no controle de Capim-amargoso? Controle de capim amargoso através de herbicidas pré-emergentes. **Nativa**, 9(2), 194-201, 2021.

BORGES, J. D., BARROSO, A. L., & VENTURA, M. V. A. Performance dos herbicidas em pré-emergência da soja visando ao controle do espectro de plantas daninhas. **Research, Society and Development**, 12(12), e87121243969-e87121243969, 2023.

BRAZ, G. B., & TAKANO, H. K. Chemical control of multiple herbicide-resistant Amaranthus: A review. **Advances in Weed Science**, 40(spe 2), e0202200062, 2022.

CONAB. Produção de grãos deve chegar a 299,8 milhões de toneladas influenciada por perdas na produtividade, em razão dos problemas climáticos. 08 de fev. de 2024. Acesso em: 05 de jun. 2024.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Grãos, safra 2023/24, 10º Levantamento, vol, 11, jul. 2024.

CORADIN, J., BRAZ, G. B. P., MACHADO, F. G., SILVA, A. G., & SOUSA, J. D. Herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de milho voluntário e capim-amargoso. **Revista Científica Rural**, 21(3), 51-64, 2019.

DARAMOLA, O. S., MACDONALD, G. E., KANISSERY, R. G., TILLMAN, B. L., SINGH, H., AJANI, O. A., & DEVKOTA, P. Implications of planting date on Benghal dayflower (*Commelina benghalensis* L.) and sicklepod (*Senna obtusifolia* L.) management in peanut. **Weed Technology**, 38, e66, 2024.

FAMASUL – Federação da agricultura e pecuária Mato Grosso do Sul. **Notícias – Grãos** (2023). Disponível em: <https://portal.sistemafamasul.com.br/noticias/cadeia/gr%C3%A3os> . (Accessed on: out 10, 2023).

FAMASUL – Federação da agricultura e pecuária Mato Grosso do Sul. Boletim Casa Rural, Agricultura.22 de mai. 2024. Disponível em: <https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf>.

FIBRICH, B., LALL, N. *Commelina benghalensis*. Underexplored Medicinal Plants from Sub-Saharan Africa. **Academic Press**, p. 77-85, 2020.

FOLES, W. C. S., DE OLIVEIRA, K. C. L., POSSAMAI, A. C. S., FRANZ, G. M., & DIPPLE, F. L. Tecnologias de resistência a herbicidas na soja (*Glycine max* L. Merrill): revisão bibliográfica. **Scientific Electronic Archives**, 16(6), 2023.

FORTES, C. T., BASSO, F. J. M., GALON, L., AGAZZI, L. R., NONEMACHER, F., CONCENÇO, G. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. V.12 n.2. Recife:Universidade Federal Rural de Pernambuco.pp.185-193, 2017.

GARRIDO, L.S., J., DE PIERI, J. R. S., TIRITAN, C. S., & VOLF, M. R. EFFECT OF PRE-EMERGENT HERBICIDES ON SOYBEAN CROPS GROWN IN ROTATION WITH SUGARCANE. In *Colloquium Agrariae* (Vol. 20, No. 1, pp. e244924-e244924), 2024.

GAZZIERO, D. L. P., SILVA, A. F. D., SILVEIRA, O. R. D., DUKE, S. O., & CERDEIRA, A. L. Introduction and management of *Amaranthus palmeri* in Brazil. **Advances in Weed Science**, 41, e020220076, 2023.

GEMELLI, A., SILVA, R., CONSTANTIN, J., BRAZ, G. B. P., DE CAMPOS JUMES, T. M., DE OLIVEIRA, A. M., ... & BIFFE, D. F. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 11(2), 231-240. 2012.

HEAP, The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Available: www.weedscience.org. 2024.

HOUSTON, M. M., BARBER, L. T., NORSWORTHY, J. K., & ROBERTS, T. L. Evaluation of preemergence herbicide programs for control of protoporphyrinogen oxidase-resistant *Amaranthus palmeri* in soybean. **International Journal of Agronomy**, 2021, 1-8, 2021.

JABAL, Z. K., KHAYYUN, T. S., & ALWAN, I. A. Impact of climate change on crops productivity using MODIS-NDVI time series. **Civil Engineering Journal**, 8(6), 1136-1156. 2022.

JÚNIOR, J. J. A., LAZARINI, E., SMILJANIC, K. B. A., SIMON, G. A., MATOS, F. S. A., BARBOSA, U. R., ... & DA SILVA, A. R. Análise das variáveis tecnológicas na cultura da soja (*glycine max*) com utilização de remineralizador de solo como fertilizante. **Brazilian Journal of Development**, 6(8), 56835-56847, 2020.

KHALIL, Y., FLOWER, K., SIDDIQUE, K. H., & WARD, P. Rainfall affects leaching of pre-emergent herbicide from wheat residue into the soil. **PloS one**, 14(2), e0210219, 2019.

KOUSTA, A., KATSI, C., TSEKOURA, A., & CHACHALIS, D. Effectiveness and Selectivity of Pre-and Post-Emergence Herbicides for Weed Control in Grain Legumes. **Plants**, 13(2), 211, 2024.

LEITE, T. M., MIRANDA, G. R. B., MEDEIROS, W., BOTREL, P. P., & ALVES, A. D. Efeito de herbicidas de contato associados ao adjuvante no controle de trapoeraba. **Revista Agrogeoambiental**, v. 12, n. 1, 2020.

LIMA, B. F., MENDES, K. F., REVERTE, C. H. C., CASTRO, G. C., GOMES, C. A. M. C., INOUE, M. H., MACHADO, J. M., DIAS, A. C. **Revisão sobre fatores físicos e químicos dos herbicidas no solo, destacando o conceito de lixiviação e seu potencial**, 2023.

LODDO, D., IMPERATORE, G., MILANI, A., PANOZZO, S., FARINATI, S., SATTIN, M., & ZANIN, G. First report of glyphosate-resistant biotype of Eleusine Indica (L.) Gaertn. in Europe. **Agronomy**, 10(11), 1692, 2020.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7th ed. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2014.

LORENZETTI, J. G., RODRIGUES, M. A., DE PAIVA SOARES, A., & VIEIRA, C. R. Densidade de plantas e os efeitos nas características agronômicas, temperatura e umidade do solo em consórcio milho-braquiária. **Nativa**, 11(1), 101-107, 2023.

MANCUSO, M. A. C., NEGRISOLI, E., & PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (carryover) **Revista Brasileira de Herbicidas**, 10(2), 151-164, 2011.

MARKUS, C., BARROSO, A. A. M., DALAZEN, G., RONCATTO, E., & JÚNIOR, A. M. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas**. Editora Fábrica da Palavra, Jaboticabal, 324-364, 2021.

MARTINS D.A., JAKELAITIS A., PEREIRA L.S., MOURA L.M.F., GUIMARÃES K. C. Intercropping between corn and *Urochloa brizantha* managed with mesotrione underdoses. **Planta daninha** 37: 1-10, 2019.

MARTIN, T. N., RUGERI, A. P., BEUTLER, A. N., CONCEIÇÃO, G. M., FIPKE, G. M., PIRES, J. O. L. F., GALON, L., CUNHA, V. S. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2022/2023 e 2023/2024. Santa Maria: Editora GR, 2022.

MARTINS J. F., BARROSO, A. A. M., CARVALHO, L. B., CESARIN, A. E., AMARAL, C. L., NEPOMUCENO, M. P. Plant growth and genetic polymorphisms in glyphosate-resistant sourgrass (*Digitaria insularis* L. Fedde). *AustrJ Crop Sci* 10:1466–1473 (2016).

MATOS, A. K. A., CARBONARI, C. A., GOMES, G. L. G. C., VELINI, E. D. Dynamics of preemergent herbicides in production systems with straw. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 97-106, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v15i1.441>

MEITE, F., ALVAREZ-ZALDÍVAR, P., CROCHET, A., WIEGERT, C., PAYRAUDEAU, 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.

MELO, T. S., & CECCON, G. Composição de plantas daninhas em diferentes culturas outono-inverno e no cultivo de soja no verão após aplicação de glyphosate. **revista de agricultura neotropical**, 9(2), e6502-e6502.

MENDES, K. F., & DA SILVA, A. A. **Plantas daninhas: biologia e manejo** (Vol. 1). Oficina de Textos, 2022.

MENEZES, R. D. S., PANACHUKI, E., HERNANI, L. C., MONTEIRO, F. D. N., OZÓRIO, J. M., FERREIRA, R. S., & XIMENES, T. S. Stable water infiltration rate in the soil after maize+ brachiaria cultivation under no-tillage, 2019.

DE MEDEIROS LIMA, V. A., & COSTA, R. CLIMA E AGRICULTURA: UM ESTUDO DAS CHUVAS E A PRODUÇÃO DE SOJA EM CAPINÓPOLIS–MG. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, 12(2), 239-259, 2022.

DE MEDEIROS, E. S., BICALHO, C. C., DA SILVA, P. V., DA SILVA, A. Q., DE OLIVEIRA, L. A., DE SOUZA, S. A., & SALMAZO, P. A. V. Modelagem das chuvas máximas diárias em Dourados, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, 35, 65-79, 2024.

NETO, J. F., JADOSKI, C. J., MAEDA, A. S., DE OLIVEIRA BEZERRA, A., DE LIMA MORAES, A., & BORECH, L. M. W. A importância de um dia de campo como atividade de extensão. *Extensio*: **Revista Eletrônica de Extensão**, 19(41), 157-166, 2022.

NETTO, A. G., NICOLAI, M., CARVALHO, S. J. P., BORGATO, E. A., & CHRISTOFFOLETI, P. J. Multiple resistance of *Amaranthus palmeri* to ALS and EPSPS inhibiting herbicides in the State of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**, 34(03), 581-587, 2016.

OLIVEIRA, M. F. de; BRIGHENTI, A. M. métodos de controle de plantas daninhas. Embrapa, 2018.

OSIPITAN, O. A., DILLE, J.A., ASSEFA, Y., RADICETTI, E., AVENI, A., KNEZEVIC, S.Z. Impact of cover crop management on level of weed suppression: A meta-analysis. *Crop Sci.* 59, 833–842, 2019.

PATEL, F., TREZZI, M. M., NUNES, A. L., BITTENCOURT, H. V. H., DIESEL, F., & PAGNONCELLI JR, F. D. B. The straw presence preceding soybean crop increases the persistence of residual herbicides. *Advances in Weed Science*, 41, e020200051, 2023.

PIAZENTINE, A. E., CARREGA, W. C., BACHA, A. L., & ALVES, P. L. D. C. A. Periods of sourgrass interference in the soybean. *Revista Ciência Agronômica*, 55, e20218239. 2024.

PRESOTO, J. C., ANDRADE, J. D. F., NETTO, A. G., MALARDO, M. R., NICOLAI, M., & CHRISTOFFOLETI, P. J. Effectiveness and interaction of the association of Flumioxazin and Pyroxasulfone in the control of Guinea grass (*Panicum maximum*). *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 21(4), 435-440, 2022.

RAIMONDI, G., LODDO, D., GIANNINI, V., & BORIN, M. Unveiling the impact of winter cover crops and weedy fallow on the soil seedbank. *European Journal of Agronomy*, 160, 127309, 2024.

R Core Team. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.

RONCHI, C. P., SILVA, A. A., MIRANDA, G. V., FERREIRA, L. R., & TERRA, A. A. Herbicide mixtures to control weeds of the genus *Commelina*. *Planta Daninha*, 20, 311-318, 2002.

RODRIGUES BN & ALMEIDA FS .Eficácia do S-metolachlor associado à ametrina e hexazinona+diuron no controle pré e pós-emergente de plantas daninhas em cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Herbicidas* 10: 165-175, 2018.

ROMERO-BENAVIDES, J. C.; GUARACA-PINO, E.; DUARTE-CASAR, R.; ROJAS-LEFORT, M.; BAILON-MOSCOSO, N. *Chenopodium quinoa* Willd. and *Amaranthus hybridus* L.: Ancestral Andean Food Security and Modern Anticancer and Antimicrobial Activity. *Pharmaceuticals*, v. 16, n. 12, p. 1728, 2023.

SCHMIDT, D. A., DA ROSA, M. A. C. H. A. D. O., LUAN, B., ROBATTINI, J. C., GROHS, M., & FRESCURA, V. D. S. Levantamento de plantas daninhas em lavoura de soja irrigado com pivô em Cachoeira do Sul-RS. *Revista Ciência e Natura*, 42, 2020.

SILVA, D. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ALVES, J. M.A.; ROCHA, P. R. R.; MEDEIROS, R. D.; FINOTO, E.L.; MENEZES, P. H. S. Caracterização de plantas daninhas em área rotacionada de milho e feijão-caupi em plantio direto. *Scientia Agropecuaria*, v. 9, n. 1, p.7-15,2018.

DA SILVA, M. M., ALMEIDA, E. I. B., DE SOUSA, A. M., PONTE, I. S., DA SILVA RIBEIRO, B., DE SOUSA, D. L., & SOUZA, J. B. C. Pre-emergence herbicides effects in no-till soybean system with *panicum maximum*'BRS Tamani'. *Australian Journal of Crop Science*, 18(1), 21-28, 2024.

DA SILVA, C. C., DE ALMEIDA, A. H. B., DE FREITAS, D. V., DA SILVA, F. D., DAS CHAGAS, P. S. F., & SILVA, D. V. SORÇÃO, DESSORÇÃO, MEIA-VIDA E LIXIVIAÇÃO DO SULFOMETURON-METHYL EM DIFERENTES CLASSES DE SOLOS. **Revista Caatinga**, 35(3), 557-566, 2022.

DA SILVA, DE S., M., LIMA FURTADO, J. A., QUADROS CASTRO, J., DOS SANTOS, L., ALMEIDA, E. I. B., TAVERNY DE OLIVEIRA, L. B., ... & DE ALBUQUERQUE ARAUJO, R. C. Weed control and selectivity of different pre-emergence active ingredients in a soybean crop. **Agronomía Colombiana**, 39(3), 392-404, 2021.

DA SILVA, P. V., TRONQUINI, S. M., BARBOSA, G. C., DE CARVALHO DIAS, R., VEIGA, J. P. S., & INÁCIO, E. M. Eficácia do herbicida flumioxazin no controle de *Euphorbia heterophylla*, na aplicação sobre diferentes tipos de palha e simulações de chuva: Controle de *Euphorbia heterophylla* com flumioxazin. **Revista de Ciências Agrárias**, 43(3), 324-332, 2020.

DA SILVA BORGES, M. P., TREZZI, M. M., MENDES, K. F., FUZINATTO, E., PILATTI, G., & DA SILVA, A. A. Tolerance of Brazilian Bean Cultivars to S-Metolachlor and Poaceae Weed Control in Two Agricultural Soils. **Agronomy**, 13(12), 2919, 2023.

DOS SANTOS, I. T., DE BRITO, F. S. I. P., DE MATOS, A. K. A., DE MIRANDA, V. P., MEIRELLES, G. C., DE ABREU, P. O., & CARBONARI, C. A. Evaluation of a System to Assess Herbicide Movement in Straw under Dry and Wet Conditions. **AgriEngineering**, 6(1), 858-868, 2024.

DE SOUSA, H. F., OLIVEIRA, L. N., & TIMOSSI, P. C. Eficacia de herbicidas no controle de *Commelina benghalensis*. **Revista Científica Rural**, 19(2), 195-204, 2017.

SOLTANI, E., BASKIN, C.C. AND GONZALEZ-ANDUJAR, J.L. An overview of environmental cues that affect germination of nondormant seeds. *Seeds*. 1(2): 146-151. 2022.

SUMMERS, H., KARSTEN, H. D., CURRAN, W., MALCOLM, G. M. Integrated weed management with reduced herbicides in a no-till dairy rotation. **Agronomy Journal**. 113: 3418–3433, 2021.

STASINOPOULOS, M. D., ROBERT A. R., HELLER, G. Z., VOUDOURIS, V., BASTIANI, F. Flexible Regression and Smoothing: Using GAMLSS in R. CRC Press, 2017.

TAKANO, H. K., OLIVEIRA JR, R. S., CONSTANTIN, J., BRAZ, G. B. P., & PADOVESE, J. C. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes de capim-pé-de-galinha. **Planta Daninha**, 34, 249-258, 2016.

TAKANO, H. K., OLIVEIRA, JR., R. S., CONSTANTIN, J., SILVA, V. F. V., & MENDES, R. R. Chemical control of glyphosate-resistant goosegrass. **Planta Daninha**, 36, e018176124, 2018.

THOMASZ, E. O., PÉREZ-FRANCO, I., & GARCÍA-GARCÍA, A. Assessing the impact of climate change on soybean production in Argentina. **Climate Services**, 34, 100458, 2024.

TROPALDI, L., CARBONARI, C. A., DE BRITO, I. P. F., DE MATOS, A. K. A., DE MORAES, C. P., & VENILI, E. D. Dynamics of clomazone formulations combined with sulfentrazone in sugarcane (*Saccharum spp.*) straw. **Agriculture**, *11*(9), 854, 2021.

USDA, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Elymus innovatus** Beal. USDA Plants Database, 2024. Disponível em: <https://plants.usda.gov/plant-profile/ELIN3>. Acesso em: 13 nov. 2024.

WANG, W. ZHANG, X. WEI, A review on weed detection using ground-based machine vision and image processing techniques, **Comput. Electron. Agric.** 158 (2019) 226–240.

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

YANNICCARI, M., GAINES, T., SCURSONI, J., PRADO, R. D., & VILA-AIUB, M. Global patterns of herbicide resistance evolution in *Amaranthus spp.*: an analysis comparing species, cropping regions and herbicides. **Advances in Weed Science**, *40*(spe2), e0202200037, 2022.