



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

JOÃO PEDRO MARIANO OGIDO

**MONITORAMENTO DE RESISTÊNCIA E ESTRATÉGIAS
PARA CONTROLE DE *ELEUSINE INDICA***

Londrina
2025

JOÃO PEDRO MARIANO OGIDO

**MONITORAMENTO DE RESISTÊNCIA E ESTRATÉGIAS
PARA CONTROLE DE *ELEUSINE INDICA***

Projeto de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Giliardi Dalazen.

Londrina
2025

- O34 Ogido, João Pedro Mariano .
Monitoramento de resistência e estratégias para controle de *Eleusine indica* /
João Pedro Mariano Ogido. - Londrina, 2025. 58 f. : il.
- Orientador: Giliardi Dalazen.
- Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
2025.
- Inclui bibliografia.
1. Plantas daninhas - Tese. 2. Herbicidas - Tese. 3. *Eleusine indica* - Tese. 4.
resistência - Tese. I. Dalazen, Giliardi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro
de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 63

JOÃO PEDRO MARIANO OGIDO

**MONITORAMENTO DE RESISTÊNCIA E ESTRATÉGIAS
PARA CONTROLE DE *ELEUSINE INDICA***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Giliardi Dalazen
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Paulo Vinícius da Silva
Universidade de São Paulo – ESALQ

Prof. Dr. Jethro Barros Osipe
Estação Dashen Consultoria e Pesquisa
Agronômica

Londrina, 04 de Julho de 2025.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por me conceder saúde e discernimento durante essa caminhada de muito crescimento pessoal e profissional.

Aos meus pais e meu irmão, por acreditarem em mim e permitir que esse sonho se tornasse possível. À minha namorada Thalía, pelo incentivo e apoio incondicional em todos os momentos. Vocês foram meu porto seguro de paz e tranquilidade para poder chegar até aqui.

Ao grupo de estudos em herbologia da UEL, pela ajuda diária na condução dos experimentos. Agradeço também, pela amizade compartilhada ao longo dessa trajetória, sem a ajuda de vocês isso não seria possível.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante a realização do mestrado, e ao PPG Agronomia da UEL, pela estrutura, professores e oportunidade.

Ao meu orientador Giliardi Dalazen, por ter acreditado no meu potencial, pelos conselhos, ensinamentos, amizade e confiança construída durante o período de pós graduação. Também à professora Neriane Hijano, pela oportunidade do estágio em docência e conhecimento compartilhado.

Por último, mas não menos importante, aos meus amigos e referências profissionais, Milto José Facco, Vinícius Junqueira de Moraes e Rafael Berta, por todas as oportunidades, confiança e amizade construída, pessoas que acreditaram em mim e que me apoiaram durante esta trajetória. Aos meus primos Rafael e Luiz Oliveira, meus espelhos dentro da profissão, desde criança.

RESUMO

OGIDO, João Pedro Mariano. **Mapeamento de resistência e estratégias para controle de *Eleusine indica***. 2025. 70 f. Projeto de Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

O capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) vem sendo reportado como problemática em várias regiões agrícolas. Os herbicidas mais utilizados para o controle químico dessa espécie são os inibidores da ACCase e da EPSPS. Porém, casos recentes de resistência múltipla a esses herbicidas são frequentemente relatados. O trabalho teve por objetivo avaliar o nível da resistência de diferentes populações de capim-pé-de-galinha ao glifosato e aos inibidores da ACCase, assim como definir diferentes estratégias de controle, e investigar os mecanismos de resistências das populações. No experimento 1 foi avaliada a sensibilidade de biótipos de capim-pé-de-galinha oriundos de Londrina, PR (LDN-PR), Paranapanema, SP (PRP-SP), Chapadão do Sul, MS (CDS-MS) e Rondonópolis, MT (RDN-MT) aos herbicidas glifosato (350 e 700 g ha⁻¹); cletodim (54 e 108 g ha⁻¹) e haloxifop (75,4 e 150,8 g ha⁻¹), além da testemunha. No experimento 2 avaliou-se o controle (%) dos biótipos do experimento 1, em diferentes estádios fenológicos (1 e 4 perfilhos) utilizando quatro tratamentos herbicidas: testemunha; glifosato (700 g ha⁻¹); cletodim (108 g ha⁻¹) e haloxifop (150,8 g ha⁻¹). No terceiro experimento foram realizadas curvas de dose-resposta nos mesmos biótipos e herbicidas avaliados nos experimentos anteriores. Por fim, em um quarto experimento (experimento 4), realizado com biótipo de Luís Eduardo Magalhães, BA (LEM-BA), objetivou-se avaliar a eficácia de 16 tratamentos com herbicidas pré-emergentes isolados e em mistura. As avaliações visuais de controle (%) nos experimentos 1, 2 e 3 foram realizadas semanalmente dos 7 aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Para o experimento 4, as avaliações de emergência foram realizadas dos 7 aos 56 DAT e os valores transformados em porcentagem de controle em relação à testemunha. Ao final dos experimentos foram avaliadas a massa fresca e seca de parte aérea para todos experimentos. As médias das variáveis analisadas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para os experimentos 1 e 2, e no 3 foi realizada análise de regressão; já para o experimento 4 adotou-se o teste de Scott Knott ($p < 0,05$). Os resultados indicam controle satisfatório (> 80%) para a população LDN-PR, com glifosato, cletodim e haloxifop, e os inibidores de AGCL (S-metolachlor e piroxasulfona) em pré-emergência. Porém, destaca-se a dificuldade de controle em pós-emergência das populações de PRP-SP, CDS-MS e RDN-MT, no monitoramento de resistência e estádios fenológicos. Nos biótipos de PRP-SP, CDS-MS e RDN-MT foi identificada a mutação no gene ACCase na posição 2078. Não foram identificadas mutações no gene EPSPS, indicando a ocorrência de outros mecanismos de resistência.

Palavras-chave: Graminídeas; Capim-pé-de-galinha; Glifosato; Inibidores da ACCase; Padrão de resistência.

ABSTRACT

OGIDO, João Pedro Mariano. **Resistance mapping and strategies for controlling *Eleusine indica***. 2025. 70 f. Dissertation Project (Master's in Agronomy) – State University of Londrina, Londrina, 2025.

Goosegrass (*Eleusine indica*) has been reported as a problem in several agricultural regions. The most commonly used herbicides for chemical control of this species are ACCase and EPSPS inhibitors. However, recent cases of multiple resistance to these herbicides have been frequently reported. This study aimed to evaluate the level of resistance of different populations of *Eleusine indica* to glyphosate and ACCase inhibitors, as well as to define different control strategies and investigate the mechanisms of resistance within these populations. Experiment 1 evaluated the sensitivity of *Eleusine indica* biotypes from Londrina, PR (LDN-PR), Paranapanema, SP (PRP-SP), Chapadão do Sul, MS (CDS-MS), and Rondonópolis, MT (RDN-MT) to glyphosate (350 and 700 g ha⁻¹); clethodim (54 and 108 g ha⁻¹) and haloxifop (75,4 and 150,8 g ha⁻¹), in addition to the control. In experiment 2, the control (%) of the biotypes from experiment 1 was evaluated at different phenological stages (1 and 4 tillers) using four herbicide treatments: control; glyphosate (700 g ha⁻¹); clethodim (108 g ha⁻¹); and haloxifop (150,8 g ha⁻¹). In the third experiment, dose-response curves were performed for the same biotypes and herbicides evaluated in the previous experiments. Finally, in a fourth experiment (experiment 4), carried out with the Luís Eduardo Magalhães, BA (LEM-BA) biotype, the objective was to evaluate the efficacy of 16 pre-emergent herbicide treatments, isolated and in mixtures. Visual assessments of control (%) in experiments 1, 2, and 3 were performed weekly from 7 to 28 days after treatment application (DAT). For experiment 4, emergence assessments were performed from 7 to 56 DAT and the values were transformed into a percentage of control in relation to the control. Fresh and dry mass of shoots were evaluated at the end of the experiments. The means of the analyzed variables were compared by Tukey's test ($p < 0.05$) for experiments 1 and 2, and regression analysis was performed in the experiment 3; for experiment 4, Scott-Knott test was used ($p < 0.05$). The results indicate satisfactory control (> 80%) for the LDN-PR population with glyphosate, clethodim, and haloxifop, and the LCFA inhibitors (S-metolachlor and pyroxasulfone) in pre-emergence. However, the difficulty of post-emergence control of the PRP-SP, CDS-MS, and RDN-MT populations is highlighted, in monitoring resistance and phenological stages. In the PRP-SP, CDS-MS and RDN-MT biotypes, a mutation in the ACCase gene at position 2078 was identified. No mutations were identified in the EPSPS gene, indicating the occurrence of other resistance mechanisms.

Key-words: Graminicides; Goosegrass; Glyphosate; ACCase inhibitors; Resistance pattern.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Londrina-PR (LDN-PR) em resposta à aplicação de duas doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos..... 32
- Figura 2** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Londrina-PR (LDN-PR) em resposta à aplicação de duas doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos..... 32
- Figura 3** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Londrina-PR (LDN-PR) em resposta à aplicação de duas doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos..... 33
- Figura 4** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Paranapanema-SP (PRP-SP) em resposta à aplicação de duas doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. 34
- Figura 5** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Paranapanema-SP (PRP-SP) em resposta à aplicação de duas doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. 34
- Figura 6** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Paranapanema-SP (PRP-SP) em resposta à aplicação de duas doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. 35
- Figura 7** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Chapadão do Sul, MS (CDS-MS) em resposta à aplicação de duas doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. 36
- Figura 8** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Chapadão do Sul, MS (CDS-MS) em resposta à aplicação de duas doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. 37
- Figura 9** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Chapadão do Sul, MS (CDS-MS) em resposta à aplicação de duas doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. 37
- Figura 10** – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Rondonópolis, MT (RDN-MT) em resposta à aplicação de duas doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos. 38

Figura 11 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) do biótipo de Rondonópolis, MT (RDN-MT) em resposta à aplicação de duas doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.	39
Figura 12 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) do biótipo de Rondonópolis, MT (RDN-MT) em resposta à aplicação de duas doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.	39
Figura 13 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) para plantas com 1 e 4 perfilhos em resposta aos tratamentos herbicidas para o biótipo de Londrina-PR (LDN-PR) aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).	41
Figura 14 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) do biótipo Londrina-PR (LDN-PR) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop em dois estádios de aplicação (1 e 4 perfilhos) aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.	43
Figura 15 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) para plantas com 1 e 4 perfilhos em resposta aos tratamentos herbicidas para o biótipo de Rondonópolis-MT (RDN-MT) aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).	44
Figura 16 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) do biótipo Rondonópolis-MT (RDN-MT) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop em dois estádios de aplicação (1 e 4 perfilhos) aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.	44
Figura 17 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) para plantas com 1 e 4 perfilhos em resposta aos tratamentos herbicidas para o biótipo de Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).	45
Figura 18 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) do biótipo Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop em dois estádios de aplicação (1 e 4 perfilhos) aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.	46
Figura 19 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) para plantas com 1 e 4 perfilhos em resposta aos tratamentos herbicidas para o biótipo de Paranapanema-SP (PRP-SP) aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).	47

Figura 20 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) do biótipo Paranapanema-SP (PRP-SP) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop em dois estádios de aplicação (1 e 4 perfilhos) aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.....	48
Figura 21 – Curvas de doses resposta de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos sobre os biótipos resistentes Rondonópolis-MT (RDN-MT) (A), Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (B) e Paranapanema-SP (PRP-SP) (C) em comparação ao biótipo suscetível Londrina-PR (LDN-PR).	50
Figura 22 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) dos diferentes biótipos avaliados submetidas à aplicação de doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, em que X é a dose recomendada do herbicida.	51
Figura 23 – Curvas de doses resposta de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos sobre os biótipos resistentes Rondonópolis-MT (RDN-MT) (A), Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (B) e Paranapanema-SP (PRP-SP) (C) em comparação ao biótipo suscetível Londrina-PR (LDN-PR).	53
Figura 24 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) dos diferentes biótipos avaliados submetidas à aplicação de doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, em que X é a dose recomendada do herbicida.	54
Figura 25 – Curvas de doses resposta de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos sobre os biótipos resistentes Rondonópolis-MT (RDN-MT) (A), Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (B) e Paranapanema-SP (PRP-SP) (C) em comparação ao biótipo suscetível Londrina-PR (LDN-PR).....	55
Figura 26 – Plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) dos diferentes biótipos avaliados submetidas à aplicação de doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, em que X é a dose recomendada do herbicida.	56
Figura 27 – Imagem demonstrando o efeito dos tratamentos pré-emergentes sobre capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) ao 56 dias após a aplicação.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Características físico-químicas dos herbicidas utilizados nos experimentos.....	21
Tabela 2 –	Caracterização do solo utilizado para a realização dos experimentos.....	25
Tabela 3 –	Relação dos tratamentos avaliados para monitoramento de resistência de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>)	26
Tabela 4 –	Relação dos tratamentos avaliados para controle de <i>Eleusine indica</i> em estádios fenológicos diferentes.....	27
Tabela 5 –	Herbicidas utilizados e amplitudes de dose avaliadas	27
Tabela 6 –	Relação dos tratamentos avaliados para o controle pré-emergente de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>)	28
Tabela 7 –	Controle (%) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) para população de Londrina-PR (LDN-PR) aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) do monitoramento de resistência à graminicidas e glifosato (Experimento 1). Londrina, PR, 2024	31
Tabela 8 –	Controle (%) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) para população de Paranapanema-SP (PRP-SP) aos sete, 14, 21, 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) do monitoramento de resistência à graminicidas e glifosato (Experimento 1). Londrina-PR, 2024	35
Tabela 9 –	Controle (%) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) para população de Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (Experimento 1) aos sete, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) do monitoramento de resistência à graminicidas e glifosato (Experimento 1). Londrina, PR, 2024.....	36
Tabela 10 –	Controle (%) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) para população de Rondonópolis-MT (RDN-MT) (Experimento 1) aos sete, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) do experimento de monitoramento de resistência à graminicidas e glifosato (Experimento 1). Londrina, PR, 2024.....	38

Tabela 11 – Massa fresca (MF) e massa seca (MS) de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) oriundo de diferentes populações aos 28 dias, em resposta a aplicação dos herbicidas pós-emergentes do experimento 1. Londrina-PR, 2024	40
Tabela 12 – Massa seca plantas de diferentes biótipos de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop. (g/planta)	49
Tabela 13 – Doses estimadas de glifosato (g i.a. ha ⁻¹) para 50% e 80% de controle (C) e redução de massa (GR) e fator de resistência (FR) de diferentes biótipos de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>)	50
Tabela 14 – Doses estimadas de cletodim (g i.a. ha ⁻¹) para 50% e 80% de controle (C) e redução de massa (GR) e fator de resistência (FR) de diferentes biótipos de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>)	53
Tabela 15 – Doses estimadas de haloxifop (g i.a. ha ⁻¹) para 50% e 80% de controle (C) e redução de massa (GR) e fator de resistência (FR) de diferentes biótipos de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>)	55
Tabela 16 – Controle de capim-pé-de-galinha (<i>Elusine indica</i>) aos 56 DAT, em resposta à aplicação de herbicidas pré-emergentes isolados e em mistura do experimento 3. Londrina-PR, 2024	57
Tabela 17 – Massa fresca e seca das plantas de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) aos 56 DAT, em resposta à aplicação de herbicidas pré-emergentes isolados e em mistura do experimento 3. Londrina-PR, 2024	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Importância das plantas daninhas.....	14
2.2	Capim pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>).....	14
2.3	Uso de herbicidas no controle de plantas daninhas.....	15
2.4	Inibidores de EPSPS: Glifosato	17
2.5	Herbicidas inibidores da Accase	18
2.6	Herbicidas pré-emergentes	18
2.7	Resistência das plantas daninhas e seus mecanismos	21
2.8	Controle em diferentes estádios fenológicos.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Local do experimento e material vegetal	25
3.1.1	Monitoramento da resistência a inibidores da EPSPS e da ACCase de biótipos de capim-pé-de-galinha.....	26
3.1.2	Controle de capim-pé-de-galinha em diferentes estádios fenológicos.....	26
3.1.3	Curvas de dose para os herbicidas glifosato, cletodim e haloxifop	27
3.1.4	Eficácia e período residual de herbicidas pré-emergentes.....	28
3.2	Aplicação dos tratamentos	29
3.3	Avaliações	29
3.4	Análise estatística.....	30
4	RESULTADOS e discussão	31
4.1	Monitoramento do padrão de resistência de populações de capim-pé-de-galinha a inibidores da EPSPS e ACCase.....	31
4.2	Controle de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) em diferentes estágios de desenvolvimento fenológico	41
4.3	Curvas de dose para os herbicidas glifosato, cletodim e haloxifop	49

4.3.1	Glifosato	49
4.3.2	Cletodim e haloxifop.....	52
4.4	Eficácia e período residual de herbicidas pré-emergentes no controle do capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>).....	57
5	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

A interferência das plantas daninhas nas áreas agricultáveis gera prejuízos nas culturas. A redução da produtividade, na qualidade final do produto e a dificuldade de controle são alguns dos impactos negativos que a convivência entre as plantas daninhas e cultivadas acarreta. As gramíneas (Poaceae), por serem de fácil dispersão e adaptabilidade e competitividade com as plantas cultivadas, são espécies que requerem atenção para que não se instalem em áreas onde ainda não são encontradas. O capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) é uma planta daninha frequentemente encontrada em lavouras de cereais e oleaginosas no Brasil.

O principal método de controle dessa espécie é a partir do uso de herbicidas, geralmente realizado com os inibidores da EPSPS (5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase) e ACCase (Acetil-CoA carboxilase). O uso contínuo desses herbicidas pode favorecer a pressão de seleção de plantas resistentes, o que justifica os relatos de resistência a ambos mecanismos de ação em algumas regiões do Brasil. No entanto, nem sempre os biótipos são resistentes aos três herbicidas, podendo existir diferentes padrões de resistência. Dessa forma, avaliar a eficácia de diferentes herbicidas, assim como sequenciar os genes que codificam os locais de ação e identificar possíveis mutações que expliquem a resistência aos principais mecanismos de ação utilizados, são fundamentais para o manejo da espécie.

A ineficiência de controle das plantas daninhas nem sempre se dá pela resistência aos herbicidas. O controle em estádios fenológicos tardios prejudica a ação dos herbicidas, uma vez que tais plantas possuem mecanismos de defesa que favorecem a metabolização ou uma absorção ineficiente dos produtos. Mecanismos não relacionados ao local de ação, como a menor absorção pela maior cerosidade e pilosidade das folhas ou caule, dificultam a absorção dos produtos e, consequentemente, a eficácia das aplicações.

Nesse contexto de resistência das plantas à herbicidas pós-emergentes, a inserção de herbicidas pré-emergentes no sistema de produção tem sua importância. São produtos que atuam na inibição da germinação e/ou do crescimento inicial das plantas, possuem efeito residual no solo, reduzem os fluxos de emergência e prolongam o período anterior à interferência. Portanto, além da menor emergência, a ação dos pré-emergentes mantém as plantas que emergiram em tamanho menor, o que facilita o controle em pós-emergência, caso necessário.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sensibilidade e o nível de resistência de diferentes populações de capim-pé-de-galinha ao glifosato e aos principais graminicidas (cletodim e o haloxifop) utilizados para seu controle em diferentes estádios fenológicos. Objetivou-se também avaliar a eficácia e período residual de diferentes herbicidas pré-emergentes sobre o capim-pé-de-galinha.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

São denominadas plantas daninhas todas as plantas que apresentam interferência negativa nas atividades antrópicas e no ambiente (Pitelli, 2015). São plantas com alta adaptabilidade, que competem por água, luz, nutrientes e outros recursos do meio em que estão inseridas. Essa competição pode causar interferência direta, como a redução da produtividade das plantas cultivadas, além de prejuízos indiretos, por serem hospedeiras de pragas, doenças e nematoides (Silva *et al.*, 2021). Pela alta capacidade de adaptação das plantas daninhas se comparadas com as culturas comerciais, as mesmas se mostram plantas que perpetuam e colonizam a área rapidamente, o que aumenta sua vantagem de sobrevivência no ambiente em que se instalam (Hijano *et al.*, 2021).

O conhecimento da comunidade infestante e do ambiente em que estão inseridas é importante para auxiliar na tomada de decisão do manejo a ser adotado. Quanto maior for a densidade e a proximidade dessas plantas daninhas com as culturas, mais intensa será a competição (Brighenti; Oliveira, 2011). A correta identificação de espécies, assim como o seu controle em momento adequado, são estratégias fundamentais para garantir que a comunidade infestante se mantenha em baixa incidência, e assim permitir um desenvolvimento vegetativo da cultura sem a interferência das plantas daninhas (Silva *et al.*, 2022).

2.2 CAPIM PÉ-DE-GALINHA (*ELEUSINE INDICA*)

O gênero *Eleusine* apresenta diversas espécies que incidem nas áreas agrícolas e de vegetação nativa do mundo. Como exemplo tem-se *Eleusine coracana*, presente na Ásia e África. Já no Brasil, são relatadas as espécies *Eleusine tristachya*, em áreas da região Sul e no estado de São Paulo, e *Eleusine indica*, em praticamente todo o território nacional (Valls, 2018).

O capim-pé-de-galinha (*E. indica*) é uma Poácea tropical/subtropical, anual, de metabolismo C4, que se reproduz por sementes, podendo produzir até 120 mil por planta (Rosa, 2016). É uma planta encontrada em áreas urbanas e em ambientes agrícolas, e caracterizada por se adaptar em diferentes condições e tipos de solos,

como os solos compactados, de baixa fertilidade, elevados níveis de salinidade e amplas faixas de pH (Cataletta, 2021).

Morfologicamente é uma planta cespitosa, ereta, com colmos achatados de coloração esverdeada, nós amarronzados e folhas glabras, no entanto, são pilosas no colar. Possui lígulas membranosas e ausência de aurículas. Sua inflorescência é digitada, divergente, e seus frutos do tipo aquênio (Scherer, 2017).

Os primeiros casos de resistência de capim-pé-de-galinha a inibidores da ACCase no Brasil foram descritos em 2003 a cyhalofop-butyl, fenoxaprop-ethyl e sethoxydim. Já em 2016 foi registrada a resistência ao glifosato, e múltipla a ambos os mecanismos em 2017, em lavouras de soja e milho (Heap, 2024). No Brasil, *E. indica* é encontrado com facilidade em lavouras de soja, milho e algodão (Wandscheer; Rizzardi; Reichert, 2013). O capim-pé-de-galinha é comumente encontrado em lavouras transgênicas com resistência ao glifosato devido ao uso repetido deste herbicida, sendo também conhecido por sua dificuldade de controle. (Ulguim *et al.*, 2013). No cultivo de milho, juntamente com outras gramíneas e algumas dicotiledôneas, como capim amargoso e buva, sua incidência tem resultado em redução no rendimento de grãos (Karam; Silva, 2009).

Nas áreas algodozeiras do Mato Grosso, a incidência do capim-pé-de-galinha tem sido relatada como um dos principais fatores da redução da qualidade da fibra e produtividade, em função da competitividade e dos relatos de resistência aos herbicidas inibidores da ACCase (Andrade Júnior, 2018). A resistência aos graminicidas também ocorre em cultivos de soja, o que dificulta o controle da espécie (Heap, 2024).

2.3 USO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Herbicidas são compostos químicos aplicados para controlar as plantas daninhas, sendo o método de controle mais utilizado no Brasil. São produtos que se aplicados na dose recomendada, nos alvos corretos e com a tecnologia de aplicação adequada, podem ser eficientes. Sua eficiência depende de fatores como a translocação, seletividade, absorção, persistência na planta e no solo, época de aplicação e estágio fenológico (Oliveira Júnior; Inoue, 2011).

Os herbicidas podem ser classificados de várias formas, quanto à seletividade, época de aplicação, mobilidade nas plantas e mecanismo de ação

(Piasecki *et al.*, 2024). Quanto à seletividade, podem ser classificados em seletivos ou não seletivos, em que tal característica depende de fatores como dose, fenologia da planta, ou transgenia, como cultivares RR, geneticamente modificadas para suportarem a ação do glifosato, além da seletividade decorrentes de características morfológicas, como os herbicidas inibidores da ACCase, seletivos para dicotiledôneas e eficientes apenas em poáceas (Oliveira Júnior; Inoue, 2011).

Os herbicidas podem ser aplicados em pós ou pré-emergência das plantas. Pós-emergentes são produtos que requerem ser absorvidos pela parte aérea e translocados pelas plantas, no caso de sistêmicos, ou uma boa cobertura do alvo, no caso de herbicidas de contato. Já os pré-emergentes são produtos que quando aplicados ao solo, possuem efeito residual, e atuam no controle do banco de sementes. Fatores como decomposição química, microbiana, fotodecomposição, volatilização e adsorção afetam a eficiência tanto de herbicidas pós, como de pré-emergentes (Roman, 2007).

Os mecanismos ou sítio de ação referem-se ao ponto de ação primário onde o herbicida irá atuar. Atualmente são conhecidos diversos mecanismos de ação, que atuam nas rotas metabólicas das plantas, como os inibidores da acetolactato sintase (ALS), de glutamina sintase (GS), divisão celular, da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), dos fotossistemas I (FSI) e II (FSII), da síntese de carotenoides, da ACCase e EPSPS, além dos auxínicos (Lorenzi *et al.*, 2014). A maioria desses mecanismos ocorre nos cloroplastos, mesmo para herbicidas com ação em pré-emergência, como é o caso de alguns inibidores da PROTOX e FS. Esses herbicidas atuam como acumuladores de espécies reativas de oxigênio (EROs) (Traxler *et al.*, 2023).

Os recorrentes relatos de resistência são atribuídos às mutações genéticas, que são selecionadas pelo uso repetitivo dos mesmos herbicidas ou de mesmo sítio de ação. Essa forma incorreta de utilização favorece a pressão de seleção e o surgimento e dispersão de novas plantas resistentes (Silva *et al.*, 2023). O mercado de herbicidas é dinâmico e, em função de tais mudanças, é imprescindível a busca por novas tecnologias e alternativas de controle (Morota *et al.*, 2018). Uma das alternativas é a formulação de misturas de herbicidas pertencentes à diferentes mecanismos de ação, com o objetivo de ampliar o espectro e manejar populações resistentes. A seguir serão abordados os inibidores da EPSPS e da ACCase, e também os herbicidas pré-emergentes, o quais foram utilizados neste trabalho.

2.4 INIBIDORES DE EPSPS: GLIFOSATO

A enzima EPSPS atua na síntese dos aminoácidos fenilalanina, tirosina e triptofano, e sua inibição ocasiona redução da síntese proteica e redução da capacidade fotossintética. Os sintomas são caracterizados nas folhas mais novas ou no meristema com clorose, seguido de necrose, e podem ser evidenciados com cerca de 10 a 30 dias, a depender da sensibilidade da espécie. Eventualmente podem causar coloração arroxeadas e desequilíbrio nos níveis de auxina e etileno (Vidal *et al.*, 2014).

O glifosato é o único herbicida pertencente aos inibidores da EPSPS. É um herbicida não seletivo, com alta sistemicidade e translocação na planta. Não apresenta efeito residual, em função da adsorção de seus compostos ao solo, e sua degradação é favorecida pela presença de microrganismos (Kruse; Trezzi; Vidal, 2000). É caracterizado como ácido fraco, de baixa volatilidade, apresenta alta sorção no solo, baixa pressão de vapor e alta solubilidade, sendo sua decomposição rápida e favorecida em solos com maiores teores de matéria orgânica (Yamada; Castro, 2007).

O glifosato é caracterizado como o herbicida de maior utilização pelos agricultores, em função de seu custo relativamente baixo e amplo espectro de controle. No Brasil pode ter em sua composição sal potássico, sal de isopropilamina ou sal de amônio, e é comercializado em formulações e concentrações diversas (Moraes; Rossi, 2010). Por ser classificado como herbicida não seletivo, seu uso é flexibilizado em culturas geneticamente modificadas, conhecidas como RR. No Brasil a soja RR é cultivada legalmente desde 2005, e desde então grande parte da área agricultável de soja possui o gene de resistência ao glifosato. Tal fato contribuiu para o aumento do espectro de controle em pós emergência da cultura, controlando de forma efetiva plantas de folha larga e estreita (Albrecht; Albercht; Victória Filho, 2013). Para a cultura do milho, o advento da tecnologia de resistência ao glifosato também favoreceu o manejo de plantas daninhas, sendo adotada nas áreas de primeira e segunda safra de 2013/2014, cerca de 81%, em que 17 dos 23 eventos de biotecnologias aprovados pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBIO) eram relacionados à tolerância à herbicidas (Albrecht *et al.*, 2014).

2.5 HERBICIDAS INIBIDORES DA ACCASE

Os herbicidas inibidores da enzima ACCase são também conhecidos como graminicidas ou herbicidas para o controle de folhas estreitas. São divididos em três grupos químicos: os ariloxifenoxipropionatos (FOPs) (haloxifop, clodinafop, quizalofof, propaquizofop, fenoxaprop e fluazifop); ciclohexanodionas (DIMs) (cletodim, sethoxidim, tepraloxymid) e mais recentemente, o grupo das fenilpirazolinhas (DENs), representado pelo pinoxaden (Oliveira Júnior *et al.*, 2021).

Os inibidores da ACCase são caracterizados por apresentar seletividade às culturas eudicotiledôneas, como a soja, o feijão e o algodoeiro (Oliveira Júnior; Inoue, 2011). Sua eficácia é limitada às plantas daninhas da família Poácea, como capim amargoso (*Digitaria insularis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e capim colchão (*Digitaria horizontalis*), pois as gramíneas apresentam inibição seletiva da ACCase plastídica homomérica, presente apenas em monocotiledôneas, entretanto nem as formas plásticas homoméricas e citosólicas são inibidas pelos inibidores da ACCase, o que torna as plantas eudicotiledôneas tolerantes aos mesmos (Takano *et al.*, 2021).

Os inibidores da ACCase (Acetil-CoA carboxilase) atuam na síntese de lipídeos. A síntese de tais ácidos graxos ocorre no cloroplasto e a inibição da rota metabólica consiste na interrupção da ligação da Acetil-coA à enzima e na transferência de CO₂ para a Acetil-coA (Vidal *et al.*, 2014). Os lipídeos são constituintes das membranas e parede celular das plantas, e a inibição da sua produção por parte dos herbicidas, cessa o crescimento das plantas (Oliveira Júnior *et al.*, 2021).

Os sintomas destes herbicidas nas plantas podem se manifestar entre 7 dias após a aplicação. Os sintomas nas plantas tratadas caracterizam-se por colorações arroxeadas e castanho escura, seguidos de necrose, onde ocorre a morte do meristema, sintoma característico e denominado como “coração morto” (Marchi; Guimarães, 2008).

2.6 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES

São considerados pré-emergentes herbicidas aplicados antes da emergência das plantas daninhas, uma vez que inibem a emergência e crescimento inicial, podendo atuar no bloqueio da divisão celular nas regiões meristemáticas em resposta

à redução da síntese de lipídios e proteínas. Esse efeito de inibição interrompe principalmente o crescimento na região da radícula. Estes herbicidas devem ser aplicados diretamente no solo, pois possuem pouca capacidade de movimentação dentro da planta (Vidal *et al.*, 2014).

Herbicidas utilizados em pré-emergência possuem a necessidade de um teor adequado de umidade no solo para permitir a germinação das plantas daninhas, sendo que o mecanismo de ação de vários herbicidas aplicados ao solo é dependente da embebição de água pelas sementes ou da absorção radicular (Oliveira Júnior, 2011). São herbicidas que tem eficácia altamente relacionada a fatores externos, como textura de solo, teor de argila, matéria orgânica, pH, sorção e adsorção, regime de chuvas, pois tais fatores irão influenciar sua persistência e solubilidade no solo, e por consequência seu sucesso de controle (Roman, 2007).

A utilização de herbicidas pré-emergentes é essencial para assegurar um manejo eficiente e sustentável das plantas daninhas, especialmente diante do crescimento da resistência ao glifosato entre as plantas daninhas no Brasil e em nível mundial (Lopes-Ovejero *et al.*, 2013; Heap, 2024). A aplicação de herbicidas pré-emergentes vem se tornando mais popular entre os agricultores devido à redução da eficácia dos herbicidas pós-emergentes, especialmente devido ao aumento dos casos de resistência (Beckie; Ashworth; Flower, 2019). Segundo levantamentos realizados pela Kynetec, na safra 2023/2024 a adoção de herbicidas pré-emergentes foi de 52%, sendo o estado do Mato Grosso o estado com maior de adoção desta prática, com cerca de 72%.

Dentre os mecanismos de ação que apresentam efeito em pré-emergência das plantas daninhas encontram-se: Inibidores da ALS, FSII, síntese de carotenoides, PROTOX, formação de microtúbulos, e ácidos graxos de cadeia muito longa (AGCL) (HRAC-BR, 2024).

Os inibidores da ALS atuam na inibição de aminoácidos essenciais valina, leucina e isoleucina. Os principais benefícios do seu uso são o amplo espectro de controle e as baixas doses a exemplo do chlorimuron, diclosulam e metsulfuron (Queiroz; Vidal; Merotto Júnior, 2013).

Comercializados desde 1960, os inibidores da PROTOX, são herbicidas versáteis, uma vez que podem ser aplicados em pós e pré emergência das plantas daninhas. São frequentemente utilizados no controle de folhas largas, e dependentes

dos fatores ambientais, como temperatura, umidade do solo relativa e luminosidade (Matzenbacher *et al.*, 2014).

Os inibidores do fotossistema II, atuam pelo bloqueio do transporte de elétrons da plastoquinona A para a plastoquinona B, processo que interrompe a fixação de CO² e a produção de ATP e NADPH₂, compostos essenciais para o desenvolvimento das plantas (Oliveira Júnior *et al.*, 2021). Tem como principal representante a atrazina, herbicida amplamente utilizado na cultura do milho, em pré e pós emergência, associado à outros herbicidas, à exemplo do glifosato e nicossulfuron (Timossi; Freitas, 2011).

Os inibidores da síntese de carotenoides, ocasionam a fotodegradação da clorofila, que tem por principal sintoma o albinismo nas plantas (Oliveira Júnior *et al.*, 2021). Tem como seus principais representantes, os herbicidas clomazone e isoxaflutole, que possuem ação pré e pós emergente para o controle de gramíneas e eudicotiledôneas (Munaro *et al.*, 2025; Tropaldi *et al.*, 2018)

Para o controle de plantas daninhas de folhas estreitas, os mecanismos de ação mais comumente utilizados, são inibidores da polimerização da tubulina e inibidores dos AGCL.

Dentre os inibidores da polimerização de tubulina, destaca-se a trifluralina, herbicida comercializado desde 1963, caracterizado por sua baixa mobilidade no solo, sensibilidade à fotodegradação e necessidade de incorporação ao solo (Fernandes; Pizano; Marin-Morales, 2013). Característica essa, que vem sendo melhorada através de inovações em formulações, com menor fotodegradação e a não necessidade de incorporação do herbicida ao solo.

Pertencente ao grupo químico das cloroacetamidas, o inibidor de AGCL mais utilizado é o S-metolachlor. Comercializado no Brasil desde 1998, o S-metolachlor é bastante utilizado em diversas culturas, a exemplo do milho, soja, cana-de-açúcar, feijão e algodão, podendo ser aplicado em pré e pós emergência inicial (Zemolin *et al.*, 2014).

Tabela 1 – Características físico-químicas dos herbicidas utilizados nos experimentos.

Herbicida	Pressão de vapor (MPa)	Solubilidade (mg. L ⁻¹)
Glifosato	$3,99.10^{-5}$	15.700
Cletodim	$1,33.10^{-5}$	-
Haloxifop	$1,7.10^{-5}$	43,3
Diuron	$9,2.10^{-6}$	42
Flumioxazina	$3,21.10^{-4}$	1,79
Fomesafem	$1,33.10^{-5}$ (50 °C)	50
Sulfentrazone	$1,07.10^{-7}$	780
Trifluralina	$1,47.10^{-2}$	0,3
S-metolachlor	$3,73.10^{-3}$	488
Piroxasulfona	$2,4.10^{-6}$	3,49
Imazetapir	$1,3.10^{-5}$	1.400
Diclosulam	$6,58.10^{-8}$	124
Clomazone	$1,92.10^{-2}$	22,000
Clorimuron	$5,00.10^{-10}$	1200

Adaptado de Piasecki (2024)

2.7 RESISTÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS E SEUS MECANISMOS

É denominada resistente toda planta que, após entrar em contato com a dose recomendada de algum herbicida, consegue sobreviver e perpetuar biótipos com os genes de resistência ao referido produto (Ulguim, 2012). A resistência das plantas daninhas aos herbicidas é denominada simples quando a planta referida é resistente a um ativo isolado, cruzada quando resistente a mais de um ingrediente ativo de um mesmo mecanismo de ação, ou múltipla, quando determinada planta confere resistência a mecanismos de ação distintos (Silva *et al.*, 2021). No Brasil, um dos casos mais emblemáticos de resistência múltipla a herbicidas trata-se da espécie de buva (*Conyza sumatrensis*), que apresenta resistência aos mecanismos inibidores de FSI e FSII, inibidores da PROTOX, inibidores da EPSPS e auxinas sintéticas (HEAP, 2024).

Dentre os mecanismos de resistência das plantas daninhas, estão os relacionados ao local de ação e os não relacionados. Nos relacionados ao local de ação estão as alterações na enzima alvo, deleções em aminoácidos, amplificação ou super expressão dos genes que as codificam, já os mecanismos não relacionados ao local de ação estão ligados à limitação da absorção dos herbicidas pelas plantas,

alteração na translocação, sequestro ou compartimentalização do herbicida e rápida necrose, mecanismo em que a planta se livra das folhas em contato com o produto para evitar absorção, a exemplo da buva resistente a 2,4-D (Markus *et al.*, 2021).

Mundialmente, o capim-pé-de-galinha apresenta resistência a diversos mecanismos de ação, tais como os inibidores da ACCase, EPSPS, GS, FSI, ALS e formação de microtúbulos, com o primeiro registro de resistência ao glifosato relatado em 1997, na Malásia (Heap, 2024). Em 2003, no Brasil, o capim pé-de-galinha foi constatado como resistente aos inibidores de ACCase cyhalofop-butyl, fenoxaprop-ethyl, sethoxydim (Heap, 2024). Ao Glifosato em 2016, e no ano seguinte, também foi constatada a resistência múltipla aos referidos mecanismos de ação. A resistência múltipla do capim-pé-de-galinha refere-se às alterações do sítio de ação, devido à substituição de aminoácidos nas enzimas específicas (Araújo, 2021).

Esse mecanismo de resistência, na qual são trocados aspartato por glicina na posição 2078, confere resistência do capim-pé-de-galinha aos herbicidas inibidores da ACCase, com fator de resistência da ordem de 143 para fenoxaprop, 126 para haloxifop, 84 sethoxydim e 58 fluazifop (Osuna *et al.*, 2012). Para a resistência ao glifosato, tanto a substituição de prolina por serina na posição 106, quanto o acúmulo de chiquimato e resistência enzimática, conferem resistência do capim-pé-de-galinha (Takano, 2017).

Vidal *et al.* (2006) verificou a diferença de sensibilidade de uma população do Mato Grosso aos gramínicidas, em que foi constatada a resistência para sethoxydim, fenoxaprop, cyalofof, propaquizofop e butroxidim, porém sem resistência cruzada para fluazifop, quizalofof, cletodim e haloxifop, em plantas aplicadas com um perfilho.

A resistência de populações de *Eleusine* no Brasil não se restringe somente ao Cerrado. Freitas *et al.* (2023), ao avaliar a susceptibilidade de diferentes inibidores da ACCase em *Eleusine indica*, observou sensibilidade do biótipo oriundo de Paranacity-PR, a cletodim e quizalofof, mas dificuldade de controle em relação a sethoxydim, fluazifop e haloxifop, resultando no primeiro registro de resistência cruzada aos inibidores da ACCase no Paraná.

A caracterização dos casos de resistência, da translocação do produto na planta, bem como sensibilidade a exposição, são fatores fundamentais para o entendimento dos mecanismos que levam as plantas a se tornarem resistentes e o nível em que se encontra tal resistência à campo (Ulguim *et al.*, 2017).

2.8 CONTROLE EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

A falha no controle de plantas daninhas nem sempre está relacionada à ocorrência de biótipos resistentes. São vários os fatores que contribuem para a ineficácia de uma aplicação, como a inobservância do estágio ideal, aplicação em condições ambientais desfavoráveis (Vento, baixa umidade relativa e altas temperaturas), subdosagem, realização de misturas antagônicas, a exemplo da mistura de inibidores da ACCase e mimetizadores de auxina.

Dentre esses fatores, o controle de plantas daninhas, tem como fator predominante os estádios fenológicos, sejam elas perenes ou anuais. Plantas menores apresentam maior susceptibilidade aos herbicidas. Como principal barreira para absorção foliar de herbicidas em plantas com estádios fenológicos avançados, está a cerosidade da cutícula, pois a mesma apresenta composição lipídica, característica que impede a passagem de solutos (Silva *et al.*, 2004).

Marques, Rodella e Martins (2011), ao avaliarem a susceptibilidade de espécies de *Brachiaria* a diferentes graminicidas, observaram diferenças de controle entre plantas que apresentavam 1, 3 a 4 perfilhos e em início de florescimento. Para plantas até 4 perfilhos, o controle foi superior a 97% aos 28 dias após aplicação; já para plantas no florescimento, o controle foi de 16, 43 e 87%, para os herbicidas fluazifop, haloxifop e sethoxydim, respectivamente.

Barroso *et al.* (2010), ao avaliarem o controle de plantas de *Eleusine indica* com 2 a 4 perfilhos na cultura da soja com diferentes graminicidas, observaram variabilidade na porcentagem de controle, com 57% para sethoxydim, 92 e 93% para haloxifop e cletodim + quizalofop, respectivamente. Tejada *et al.* (2024), também observaram controle satisfatório para *Eleusine indica* ao utilizar glifosato, cletodim e haloxifop, com controle acima de 96% para glifosato e 100% para cletodim e haloxifop.

A resistência e a baixa eficácia de algumas moléculas para controle de *Eleusine* se dão pelo uso repetitivo do mesmo ingrediente ativo na mesma área, e também, o estágio incorreto para controle. Correia (2019) verificou a ineficiência de somente uma aplicação em plantas maiores que 5 perfilhos, com inibidores da ACCase. São plantas que apresentam rápido índice de emergência e estabelecimento. Takano *et al.* (2016), ao avaliar o crescimento e desenvolvimento de *Eleusine indica* verificou 80% de emergência de plantas aos 12 dias após a

semeadura, em que dos 38 aos 43 dias, as plantas apresentaram rápida emissão de novos perfilhos, e produziram cerca de 120 mil sementes.

A observação do estágio ideal para controle de plantas daninhas é fundamental, para obtenção de resultados satisfatórios de controle, evitar gastos elevados com herbicidas e novos casos de resistência.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO E MATERIAL VEGETAL

Foram realizados quatro experimentos em casa de vegetação, localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina (UEL) (23°20'25"S; 51°12'36"O). O solo utilizado nos experimentos é classificado como Latossolo vermelho, coletado na Fazenda Escola da UEL. As características do solo, de acordo com análise, são apresentadas na tabela 2. O solo foi corrigido com fertilizante NPK na proporção de 2,4 t ha⁻¹ de fertilizante formulado NPK 13-9-9 + 6 Ca + 9 S.

Tabela 2 – Caracterização do solo utilizado para a realização dos experimentos

pH (CaCl ₂)	Al	H+Al	P	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
4,82	0	3,85	2,04	0,04	1,28	0,63	3,26	6,12	37,09	20	18	62

Unidades: Al, H + Al, Ca, Mg, SB e CTC (cmolc dm⁻³); K, P (Mehlich1) (mg dm⁻³); V (%). Al- Alumínio, H + Al- Hidrogênio e Alumínio, P- Fósforo, K = Potássio, Ca- Cálcio, Mg- Magnésio, SB- Soma de bases, CTC- Capacidade de troca catiônica, V- Saturação por bases.

Fonte: próprio autor.

Os biótipos utilizados nos experimentos foram em coletados em Londrina-PR (LDN-PR) (23°20'25"S; 51°12'36"O), Paranapanema-SP (PRP-SP) (23°43'59"S, 48°87'66"), Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (18°57'46.85"S, 52°50'03.38"O), Rondonópolis-MT (RDN-MT) (16°29'46.1"S 54°44'02.3"O) e Luís Eduardo Magalhães-BA (LEM-BA). Os biótipos LDN-PR, PRP-SP, CDS-MS e RDN-MT foram previamente caracterizados quanto a ocorrência de mutações nos genes *EPSPS* e *ACCase*. Exceto para o biótipo LDN-PR, foram observadas substituições no gene *ACCase* na posição 2078, de uma aspargina por glicina (Asp2078Gly). Para *EPSPS* não foram observadas mutações.

Para os experimentos realizados em pós emergência, realizou-se a semeadura em bandejas contendo substrato de turfa, perlita, vermiculita e casca de arroz e posteriormente o transplante das mudas antes do perfilhamento em vasos de 1 litro, até atingirem o estágio de aplicação.

Os vasos foram mantidos em casa de vegetação com irrigação por aspersão, de aproximadamente 2 mm, em três horários ao longo do dia (8:00;12:00 e 16:00 h).

3.1.1 Monitoramento da Resistência a Inibidores da EPSPS e da ACCase de Biótipos de Capim-pé-de-galinha

Sementes dos biótipos Londrina-PR, Paranapanema-SP, Chapadão do Sul, e Rondonópolis-MT. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) entre os meses de março e junho de 2024, com quatro repetições por tratamento. Os tratamentos avaliados em cada biótipo foram formados por doses dos herbicidas glifosato, cletodim e haloxipop, conforme apresentado na tabela 2. As doses dos herbicidas foram definidas a partir da recomendação de cada fabricante constadas na bula para o manejo em pós-emergência da cultura da soja.

Tabela 3 – Relação dos tratamentos avaliados para monitoramento de resistência de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*)

N	Herbicida (mecanismo)	Dose (g ha ⁻¹)	Produto comercial	Dose p.c (mL ha ⁻¹)
1	Testemunha	-	-	-
2	Glifosato (EPSPS)	350	Zapp Qi 620 SL	700
3	Glifosato (EPSPS)	700	Zapp Qi 620 SL	1.400
4	Cletodim (ACCase)*	54	Select EC	225
5	Cletodim (ACCase)*	108	Select EC	450
6	Haloxifop (ACCase)*	75,4	Verdict Max EC	145
7	Haloxifop (ACCase)*	150,8	Verdict Max EC	290

Fonte: próprio autor. (*) adição de 0,5% de óleo mineral álquil éster etoxilado do ácido fosfórico

Para as populações utilizadas neste trabalho, foi realizado o sequenciamento dos genes das enzimas ACCase e EPSPS, para verificar a presença de mutações que levam à resistências aos herbicidas utilizados.

3.1.2 Controle de Capim-pé-de-galinha em Diferentes Estádios Fenológicos

Para este experimento foram utilizados os biótipos Londrina-PR, Paranapanema-SP, Chapadão do Sul-MS e Rondonópolis-MT. O experimento foi conduzido em DIC, entre os meses de abril e julho de 2024, com quatro repetições por tratamento. Os tratamentos avaliados em cada biótipo foram organizados em fatorial 4 x 2, sendo 4 tratamentos químicos (Tabela 3) e 2 estádios de plantas no momento da aplicação (1 e 4 perfilhos). Para a obtenção dos estádios de aplicação as sementes foram semeadas em duas épocas diferentes, seguindo a metodologia

descrita no primeiro experimento. Da mesma forma, foram utilizados os mesmos tamanhos de vasos e solo do experimento anterior.

Tabela 4 – Relação dos tratamentos avaliados para controle de *Eleusine indica* em estádios fenológicos diferentes

N	Herbicida	Dose (g ha ⁻¹)	Produto comercial	Dose p.c (mL ha ⁻¹)
1	Testemunha	-	-	-
2	Glifosato	700	Zapp Qi 620 SL	1.400
3	Cletodim*	108	Select EC	450
4	Haloxifop*	150,8	Verdict Max EC	290

Fonte: próprio autor. (*) adição de 0,5% de óleo mineral álquil éster etoxilado do ácido fosfórico

3.1.3 Curvas de Dose para os Herbicidas Glifosato, Cletodim e Haloxifop

Neste experimento também foram utilizadas as populações de Londrina-PR, Rondonópolis-MT, Chapadão do Sul-MS e Paranapanema-SP. Foram avaliadas proporções de dose desde X/8 até 4X, para os herbicidas glifosato cletodim e haloxifop, em que X é a dose recomendada, conforme tabela abaixo. Os tratamentos foram aplicados quando as plantas apresentavam 2 a 3 perfilhos. Nos tratamentos contendo cletodim ou haloxifop foi adicionado óleo mineral (álquil éster etoxilado do ácido fosfórico) na proporção de 0,5%, conforme recomendação dos fabricantes.

Tabela 5 - Herbicidas utilizados e amplitudes de dose avaliadas

N	Herbicida	Dose (g ha ⁻¹)	Produto comercial	Dose p.c (mL ha ⁻¹)	Proporção
1	Testemunha	-	-	-	
2	Glifosato	87,5	Zapp Qi 620 SL	175	X/8
3	Glifosato	175	Zapp Qi 620 SL	350	X/4
4	Glifosato	350	Zapp Qi 620 SL	700	X/2
5	Glifosato	700	Zapp Qi 620 SL	1.400	X
6	Glifosato	1400	Zapp Qi 620 SL	2.800	2X
7	Glifosato	2800	Zapp Qi 620 SL	5.600	4X
2	Cletodim*	13,5	Select EC	56	X/8
3	Cletodim*	27	Select EC	112,5	X/4
4	Cletodim*	54	Select EC	225	X/2
5	Cletodim*	108	Select EC	450	X
6	Cletodim*	216	Select EC	900	2X
7	Cletodim*	432	Select EC	1800	4X
2	Haloxifop*	18,85	Verdict Max EC	36,25	X/8
3	Haloxifop*	37,7	Verdict Max EC	72,5	X/4
4	Haloxifop*	75,4	Verdict Max EC	145	X/2
5	Haloxifop*	150,8	Verdict Max EC	290	X
6	Haloxifop*	301,6	Verdict Max EC	580	2X
7	Haloxifop*	603,2	Verdict Max EC	1160	4X

Fonte: próprio autor. (*) adição de 0,5% de óleo mineral álquil éster etoxilado do ácido fosfórico

3.1.4 Eficácia e Período Residual de Herbicidas Pré-emergentes

O quarto experimento foi realizado em vasos de polietileno com capacidade volumétrica de 5 L, preenchidos com solo argiloso (Tabela 1). Cada vaso constituiu uma unidade experimental e cada tratamento foi composto por quatro repetições, em DIC. Para esse estudo foi utilizado o biótipo LEM-BA. O experimento foi constituído por 16 tratamentos (Tabela 4), formados a partir de misturas comerciais de herbicidas, misturas em tanque e produtos isolados, além de um tratamento sem aplicação (Testemunha). As doses dos herbicidas foram definidas a partir da recomendação de cada fabricante constadas na bula para o manejo em pré-emergência da cultura da soja.

Tabela 6 – Relação dos tratamentos avaliados para o controle pré-emergente de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*)

N	Tratamentos	Dose (g ia ha ⁻¹)	Produto comercial	Dose pc (mL/g ha ⁻¹)
1	Testemunha	-	-	-
2	Fomesafen + S-metolachlor	227,7+1035,6	Eddus EC	2.000
3	Sulfentrazone + Diuron	210 + 420	Stone SC	1.200
4	Imazetapir + Flumioxazina	100 + 50	Zethamaxx SC	500
5	Piroxasulfone + Flumioxazina	120 + 80	Kyojin SC	400
6	S-metolachlor	1440	Dual Gold EC	1.500
7	Flumioxazina + S-metolachlor	63 + 1260	Apresa OD	1.500
8	Diclosulam	33,6	Spider WG	40
9	S-metolachlor + Diclosulam	1440 + 33,6	Dual Gold EC + Spider WG	1.000 + 40
10	Clomazone	540	Reator CS	1.500
11	Clomazone + Sulfentrazone	540 + 350	Reator CS + Boral SC	1.500 + 500
12	Clomazone + Flumioxazina	540 + 50	Reator CS + Flumyzin SC	540 + 50
13	Trifluralina	2400	Premierlin EC	4.000
14	Clorimuron + Flumioxazina	20 + 60	Classic WG + Flumyzin SC	80+ 120
15	Flumioxazina	60	Flumyzin SC	120
16	Sulfentrazone + Imazetapir	300 + 80	Allus SC	1.000

Fonte: próprio autor.

As sementes (F1) foram semeadas manualmente em número de aproximadamente 200 sementes por vaso com auxílio de um dosador com volume de 1 mL, em superfície, anteriormente à aplicação dos tratamentos. Após a semeadura, os vasos foram irrigados por aspersão até atingir umidade próxima à da capacidade de campo. A partir do dia seguinte à aplicação, as unidades experimentais foram irrigadas por aspersão diariamente, de acordo com o descrito nos experimentos anteriores.

3.2 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

A pulverização foi realizada com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a gás carbônico (CO_2), equipado de barra com duas pontas do tipo leque, modelo TeeJet110.02, espaçadas 50 cm entre si e posicionadas a 50 cm da superfície do alvo (plantas no caso das aplicações em pós-emergência e solo no ensaio com herbicidas pré-emergentes). A pressão de trabalho utilizada foi de 30 psi e a velocidade de deslocamento de $3,6 \text{ km h}^{-1}$, resultando em taxa de aplicação equivalente a $150 \text{ L de calda ha}^{-1}$.

As pulverizações foram realizadas em condições meteorológicas adequadas, com velocidade do vento entre 3 a 5 km h^{-1} ; temperatura do ar entre 23 e 28°C e umidade relativa do ar acima de 55%.

3.3 AVALIAÇÕES

Nos experimentos 1 e 2 e 3, para a avaliação do controle em pós-emergência, foram avaliadas a porcentagem de controle (%) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), segundo a escala Frans e Crowley (1986), em que zero significa ausência de sintomas e 100 significa morte da planta. Aos 28 DAA a massa fresca da parte aérea (MF) das plantas foi determinada. Para isso, as plantas foram cortadas rente ao solo e imediatamente pesadas em balança de precisão. Em seguida, os materiais foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas para a posterior pesagem e determinação da massa seca da parte aérea (MSPA).

Para o experimento de pré-emergentes (4) foram realizadas avaliações de emergência de capim-pé-de-galinha semanalmente, dos 7 aos 56 DAT. As avaliações

foram realizadas por meio de contagem e os dados foram transformados em porcentagem de controle em relação ao tratamento testemunha. Aos 56 DAT foram determinadas as MFPA e MSPA, seguindo a mesma metodologia dos demais experimentos.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise exploratória. Posteriormente foi realizada análise de variância (ANOVA) ($p < 0,05$) utilizando o programa estatístico R. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para os experimentos 1, 2 e 3; para o experimento 4, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), processados com auxílio do pacote AgroR e AgroReg. Quando não atendidos os pressupostos da análise de variância, os dados foram transformados em log e raiz quadrada.

No ensaio de curva de doses, foi realizada ANOVA ($p \leq 0,05$) para validar a diferença de controle por diferentes doses. A partir disto, foi realizada análise de regressão da porcentagem de controle e de redução de massa em relação a dose utilizada em modelo de curva log-logístico de quatro parâmetros para cálculo dos valores de C50, C80, GR 50 e GR80, que são os valores para 50% e 80% de controle e redução de massa. Para cálculo do fator de resistência (FR), foi utilizada a razão entre a C50 do biótipo resistente e a C50 do biótipo susceptível, em que FR expressa o número de vezes que a dose para controle de 50% da população resistente é superior à dose que controla 50% de biótipos susceptíveis (Hall et al., 1998). Foram consideradas resistentes, plantas que apresentaram $FR > 1$. Para os herbicidas cletodim e haloxifop na população de Paranapanema-SP, o fator de resistência foi calculado baseado na concentração de ativo da maior dose de ativo utilizada, dividida pelo valor de C50 da população susceptível de Londrina-PR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MONITORAMENTO DO PADRÃO DE RESISTÊNCIA DE POPULAÇÕES DE CAPIM-PÉ-DE-GALINHA A INIBIDORES DA EPSPS E ACCASE

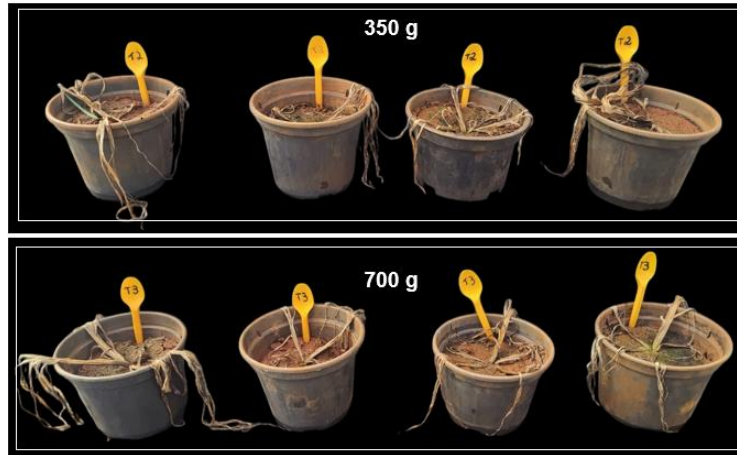
Os resultados de controle obtidos demonstram diferenças significativas entre os tratamentos dos 14 aos 28 DAT para a população de Londrina-PR, descritos na tabela 7. Aos 14 DAT, houve controle significativo para todos os herbicidas avaliados e doses. Para glifosato e haloxifop os níveis de controle foram superiores a 90% na referida população. Aos 21 DAT, os tratamentos 3 (glifosato 700 g ia ha⁻¹) e 7 (haloxifop 150,8 g ia ha⁻¹), apresentaram 100% de controle das plantas avaliadas. Porcentagem de controle também encontrada aos 28 DAT (Figuras 1, 2 e 3) para os tratamentos 2 e 3 (glifosato 350 g ia ha⁻¹ e 700g ia ha⁻¹), com exceção dos tratamentos com cletodim (4 e 5), que resultaram em 78,75 % e 95% de controle. Os resultados corroboram com o estudo de Ulguim et al., (2013), ao avaliar diferentes populações de capim-pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato, em que obteve controle satisfatório de 100% aos 30 DAT em população susceptível a glifosato e 95% de controle para cletodim.

Tabela 7 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) para população de Londrina-PR (LDN-PR) aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) do monitoramento de resistência à graminicidas e glifosato (Experimento 1). Londrina, PR, 2024.

N Tratamentos (g ia ⁻¹)	14	21	28
1 Testemunha	0 d	0 d	0 c
2 Glifosato (350)	95 a	83,7 ab	100 a
3 Glifosato (700)	98,7 a	100 a	100 a
4 Cletodim (54)	26,2 c	42,5 c	78,7 b
5 Cletodim (108)	46,2 b	47,5 bc	95 a
6 Haloxifop (75,4)	95 a	98,7 a	100 a
7 Haloxifop (150,8)	96,2 a	100 a	100 a
CV (%)	3,31	7,38	1,14

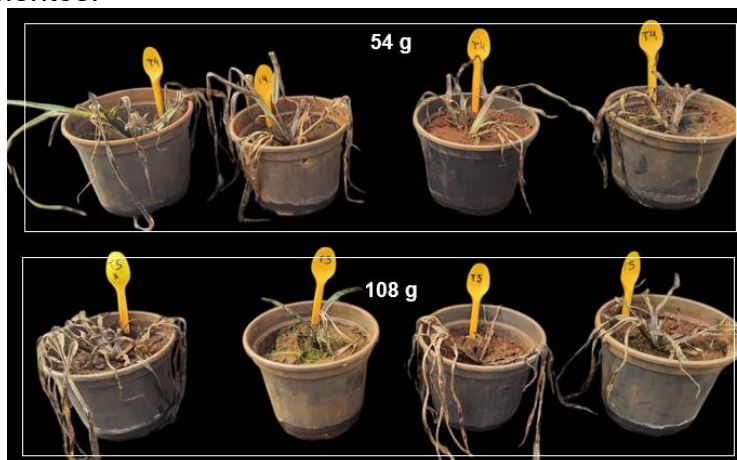
Fonte: próprio autor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Figura 1– Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Londrina-PR (LDN-PR) em resposta à aplicação de duas doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



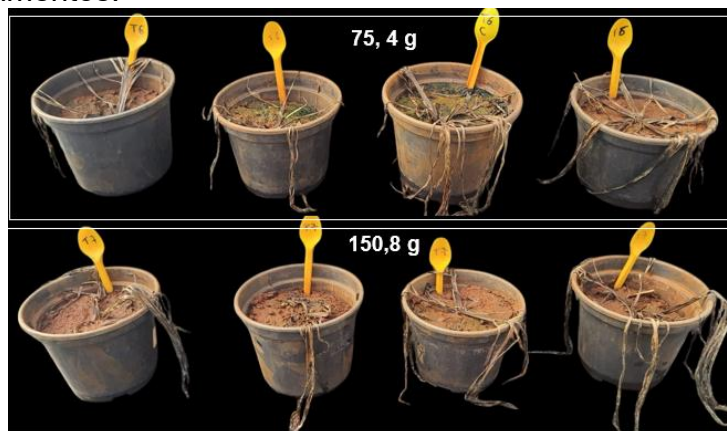
Fonte: próprio autor.

Figura 2 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Londrina-PR (LDN-PR) em resposta à aplicação de duas doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

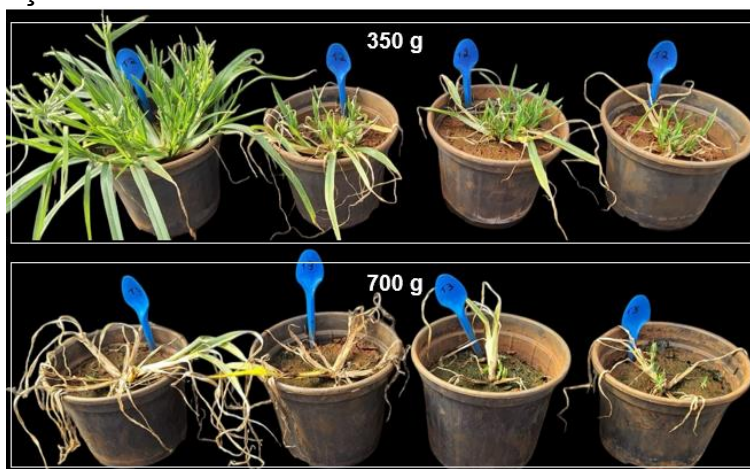
Figura 3 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Londrina-PR (LDN-PR) em resposta à aplicação de duas doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

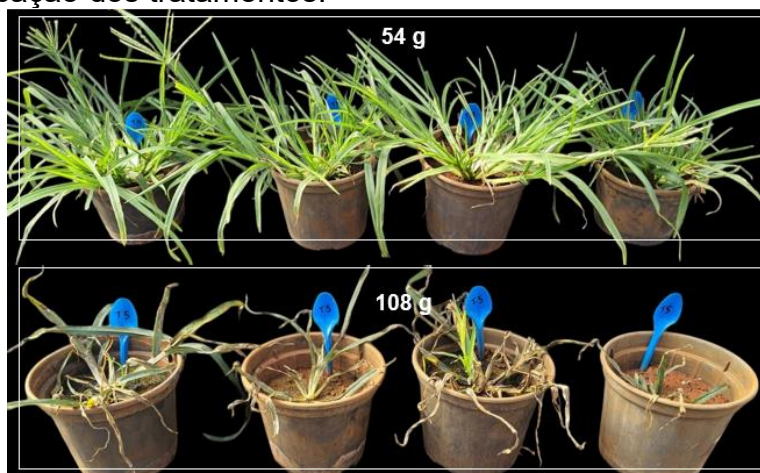
Na população de Paranapanema-SP (PRP-SP), com presença de mutação no gene *ACCase*, os resultados de controle indicam menor eficácia dos herbicidas avaliados (Tabela 8). Aos 14 DAT, o controle apresentou-se insatisfatório, abaixo de 30% para todos os herbicidas. Porém aos 21 DAT, houve um aumento significativo de controle para o tratamento 3 (glifosato 700 g ia ha⁻¹), acima de 75%, o que diferiu dos demais tratamentos. Aos 28 DAT (Figuras 4,5 e 6), a porcentagem de controle para esse mesmo tratamento manteve-se próximo a 70%. Contudo, os demais tratamentos, incluindo os inibidores da *ACCase* em ambas as doses, resultaram em baixos níveis de controle, inferiores ou iguais a 40%. Esses resultados podem ser explicados pela ocorrência de mutação na Asp2078Cys, que reduz a afinidade dos inibidores da *ACCase*, conforme já relatado por Osuna et al. (2012). Para o glifosato, não foram encontradas mutações enzimáticas, o baixo controle pode ser ocasionado por outro mecanismo de resistência.

Figura 4 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Paranapanema-SP (PRP-SP) em resposta à aplicação de duas doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



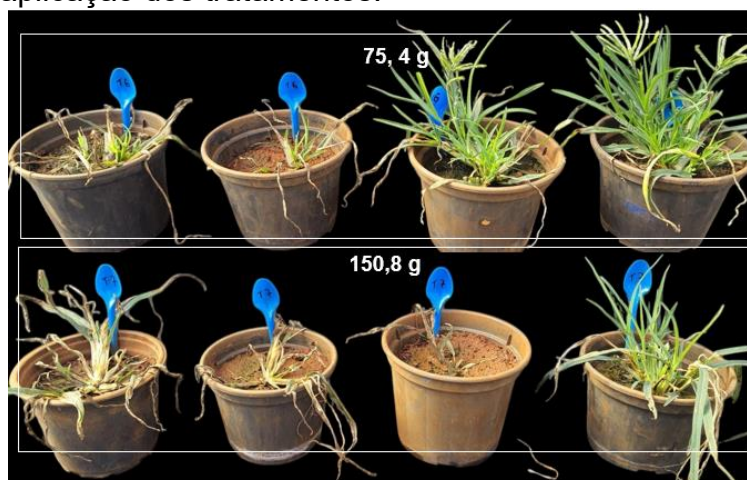
Fonte: próprio autor.

Figura 5 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Paranapanema-SP (PRP-SP) em resposta à aplicação de duas doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

Figura 6 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Paranapanema-SP (PRP-SP) em resposta à aplicação de duas doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

Tabela 8 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) para população de Paranapanema-SP (PRP-SP) aos sete, 14, 21, 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) do monitoramento de resistência à graminicidas e glifosato (Experimento 1). Londrina-PR, 2024.

N Tratamentos (g ia ⁻¹)	14	21	28
1 Testemunha	0 c	0 d	0 e
2 Glifosato (350)	16,2 ab	21,2 b	17,5 c
3 Glifosato (700)	26,2 a	76,2 a	72,5 a
4 Cletodim (54)	6,2 b	6,2 c	5 d
5 Cletodim (108)	13,7 ab	21,2 b	26,2 bc
6 Haloxifop (75,4)	18,7 ab	22,5 b	17,5 bc
7 Haloxifop (150,8)	21,2 a	27,5 b	40 ab
CV (%)	17,95	13,92	13,2

Fonte: próprio autor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na população de Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (tabela 9), aos 14 DAT, o controle observado em resposta aos tratamentos foi insatisfatório para todos os herbicidas e doses. Somente o tratamento 2, formado pela maior dose de glifosato resultou em controle próximo de 50%, sendo o melhor avaliado para o período. Já os demais, incluindo a menor dose de glifosato e ambas as doses de cletodim e haloxifop, o controle foi baixo, inferior a 30%. Aos 21 e 28 DAT (Figuras 7,8 e 9), para os tratamentos de glifosato, em ambas as doses, o controle apresentou-se próximo de 70%. Nessas avaliações, foram observados incrementos de eficácia com o aumento

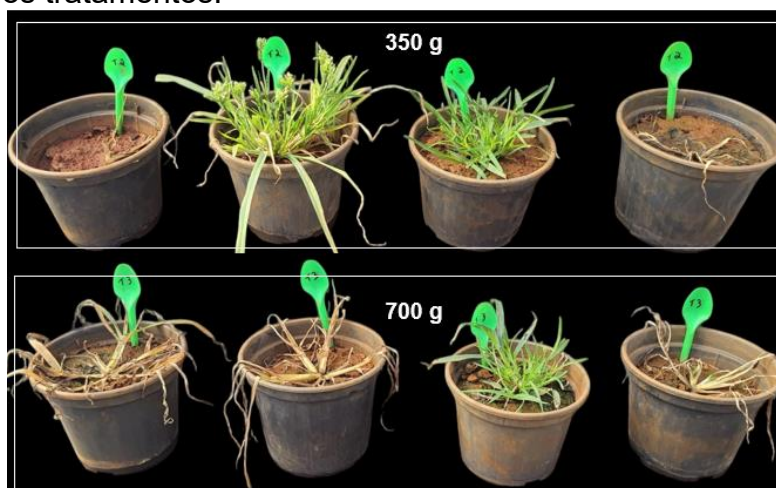
de doses tanto de cletodim quanto de haloxifop. No entanto, os níveis de controle ficaram abaixo dos 30%, possivelmente pela insensibilidade da enzima com a mutação no local de ação.

Tabela 9 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) para população de Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (Experimento 1) aos sete, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) do monitoramento de resistência à graminicidas e glifosato (Experimento 1). Londrina, PR, 2024.

N Tratamentos (g ia ⁻¹)	14	21	28
1 Testemunha	0 c	0 e	0 d
2 Glifosato (350)	47,5 a	70 a	67,5 a
3 Glifosato (700)	12,5 b	70 a	76,2 a
4 Cletodim (54)	10 b	6,2 d	6,25 c
5 Cletodim (108)	17,5 ab	23,7 bc	42,5 ab
6 Haloxifop (75,4)	25 ab	20 c	15 bc
7 Haloxifop (150,8)	26,2 ab	31,2 abc	32,5 bc
CV (%)	18,79	15,59	21,23

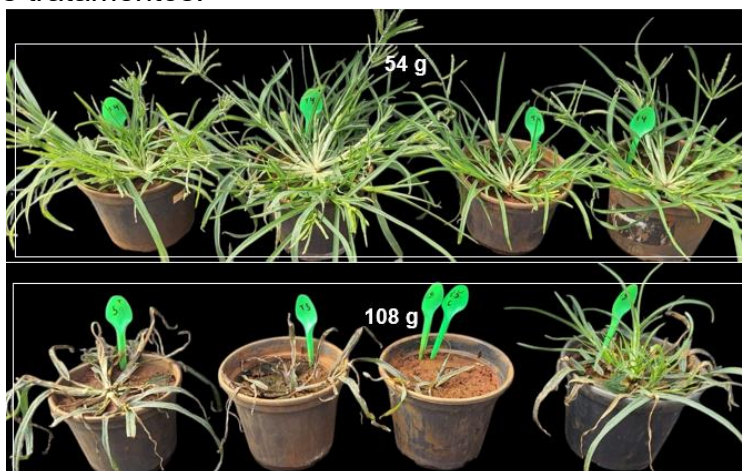
Fonte: próprio autor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 7 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Chapadão do Sul, MS (CDS-MS) em resposta à aplicação de duas doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

Figura 8 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Chapadão do Sul, MS (CDS-MS) em resposta à aplicação de duas doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

Figura 9 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Chapadão do Sul, MS (CDS-MS) em resposta à aplicação de duas doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

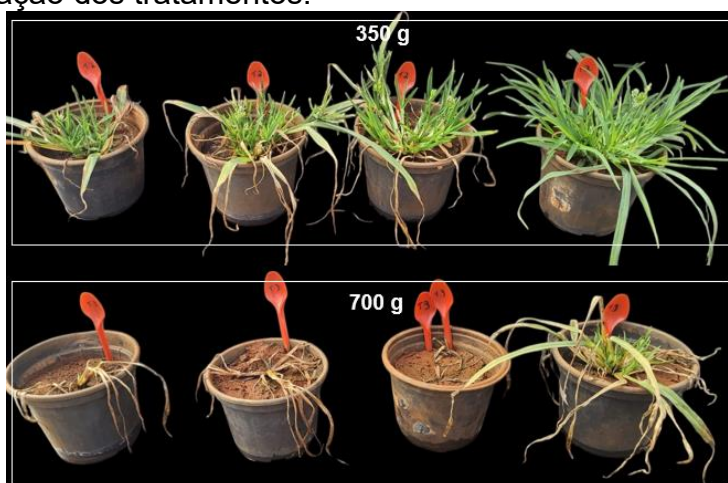
Na população de Rondonópolis-MT (RDN-MT) (tabela 10), o tratamento com a maior dose de glifosato resultou em maior controle, próximo de 40%, aos 14 DAT. Nessa mesma data de avaliação, os demais tratamentos resultaram em controles abaixo de 20%. Aos 21 e 28 DAT (Figuras 10, 11 e 12), a maior dose de glifosato, diferiu-se dos demais, quando apresentou níveis de controle igual ou superior a 80%.

Tabela 10 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) para população de Rondonópolis-MT (RDN-MT) (Experimento 1) aos sete, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) do experimento de monitoramento de resistência à graminicidas e glifosato (Experimento 1). Londrina, PR, 2024.

N Tratamentos (g ia -1)	14	21	28
1 Testemunha	0 c	0 d	0 e
2 Glifosato (350)	6,2 b	22,5 b	17,5 cd
3 Glifosato (700)	38,7 a	81,2 a	80 a
4 Cletodim (54)	6,2 b	6,2 c	6,2 d
5 Cletodim (108)	10 ab	18,7 b	57,5 ab
6 Haloxifop (75,4)	15 ab	17,5 b	12,5 cd
7 Haloxifop (150,8)	17,5 ab	20 b	27,5 bc
CV (%)	24,07	10,74	18,11

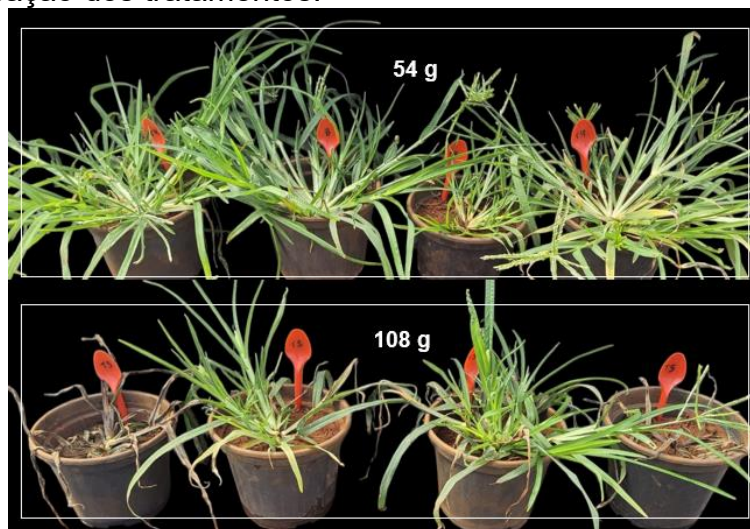
Fonte: próprio autor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 10 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Rondonópolis, MT (RDN-MT) em resposta à aplicação de duas doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



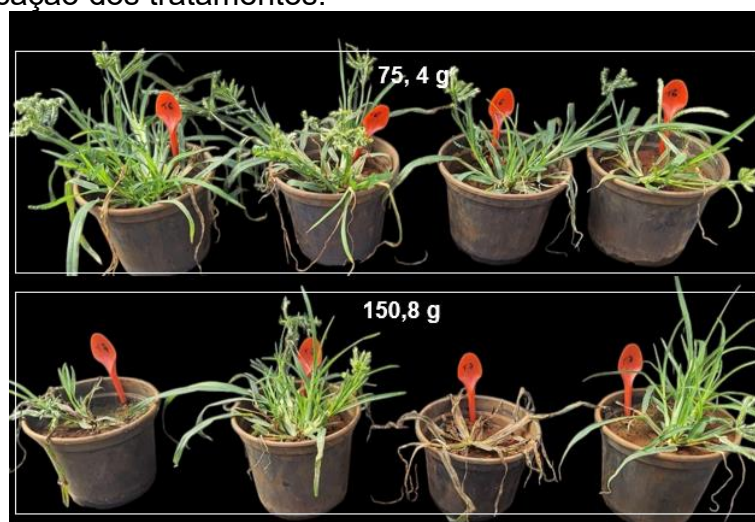
Fonte: próprio autor.

Figura 11 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Rondonópolis, MT (RDN-MT) em resposta à aplicação de duas doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

Figura 12 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo de Rondonópolis, MT (RDN-MT) em resposta à aplicação de duas doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

Com exceção da população de Londrina-PR, que obteve controle satisfatório para os herbicidas avaliados, os resultados corroboram com o estudo de Takano et al. (2017), em que obteve controle abaixo de 80% para uma população resistente a glifosato. A resistência aos inibidores da ACCase já havia sido reportada desde 2006 por Vidal et al. (2006), que ao avaliarem uma população originária do Mato Grosso,

constatarem resistência cruzada aos herbicidas sethoxydim, fenoxaprop, cyhalofop, propaquizofop e butroxydim, não sendo encontrada resistência a haloxifop, cletodim, quizalofop, fluazifop e fenoxaprop.

Estudos recentes de monitoramento de resistência à herbicidas no Mato Grosso demonstram a crescente e já estabelecida resistência múltipla. Ikeda et al. (2022), após avaliarem um total de 45 amostras da região sudeste do estado, onde se situa o município de Rondonópolis-MT, constatarem 4 biótipos resistentes à glifosato, 11 resistentes à fenoxaprop e haloxifop e 7 resistentes à glifosato, haloxifop e fenoxaprop, não sendo relatada resistência à cletodim. Das amostras avaliadas, 64% dos biótipos da região apresentam potencial resistência a algum herbicida.

Monitorar áreas em que estão ocorrendo escapes de plantas daninhas após a utilização de herbicidas e prevenir a disseminação de sementes e propágulos para novas regiões, segue sendo uma das premissas para evitar a ocorrência de novos casos de resistência múltipla. Essas medidas também evitam o aumento de custos no sistema de produção, uma vez que estabelecidas na lavoura, tais plantas diminuem as opções de uso de herbicidas para manejo, sendo também importante a integração de métodos de controle (Adegas et al., 2017).

Para os resultados de massa fresca (MF) e massa seca (MS) da parte aérea (Tabela 11), observa-se que a maioria dos tratamentos teve efeito significativo em relação ao tratamento testemunha. Esses resultados indicam que, embora os níveis de controle sejam insatisfatórios, os herbicidas causam uma redução no crescimento das plantas tratadas. Contudo, para algumas situações, a redução do crescimento foi menor, como observado no biótipo PRP-SP para as menores doses de glifosato e de cletodim. De forma semelhante, para o biótipo RDN-MT, a menores doses de cletodim e de haloxifop não resultaram em reduções significativas da MS.

Apenas para LDN-PR foram observadas reduções significativas em relação à testemunha para ambas MF e MS, para todos os herbicidas e doses avaliadas, confirmando a sua sensibilidade e corroborando com os resultados de controle.

Tabela 11 – Massa fresca (MF) e massa seca (MS) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) oriundo de diferentes populações aos 28 dias, em resposta a aplicação dos herbicidas pós-emergentes do experimento 1. Londrina-PR, 2024.

População	Londrina-PR		Paranapanema-SP		Chapadão do Sul-MS		Rondonópolis-MT	
Tratamento	MF	MS	MF	MS	MF	MS	MF	MS
1 Testemunha	64,65 b	20,42 b	56,14 c	17,76 c	40,46 b	16,20 b	43,28 b	16,13 b

2 Glifosato (350)	11,5 a	10,53 a	21,67 bc	10,92 bc	16,03 a	11,20 a	25,23 ab	12,78 ab
3 Glifosato (700)	11,78 a	10,32 a	11,81 a	9,19 a	13,84 a	10,89 a	12,71 a	10,59 a
4 Cletodim (54)	12,92 a	10,55 a	35,32 b	12,72 b	32,91 ab	12,48 ab	41 a	15,54 b
5 Cletodim (108)	12,08 a	10,36 a	12,53 a	9,23 a	13,47 a	9,44 a	17,48 a	11,41 ab
6 Haloxifop (75,4)	10,99 a	10,21 a	15,77 a	9,54 a	15,56 a	9,91 a	22,23 ab	12,39 ab
7 Haloxifop (150,8)	10,99 a	10,24 a	12,51 a	9,14 a	12,61 a	9,42 a	17,03 a	11,49 ab
CV (%)	11,49	4,32	28,73	12,18	48,46	16,48	38,93	15,92

Fonte: próprio autor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.2 CONTROLE DE CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*ELEUSINE INDICA*) EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO FENOLÓGICO

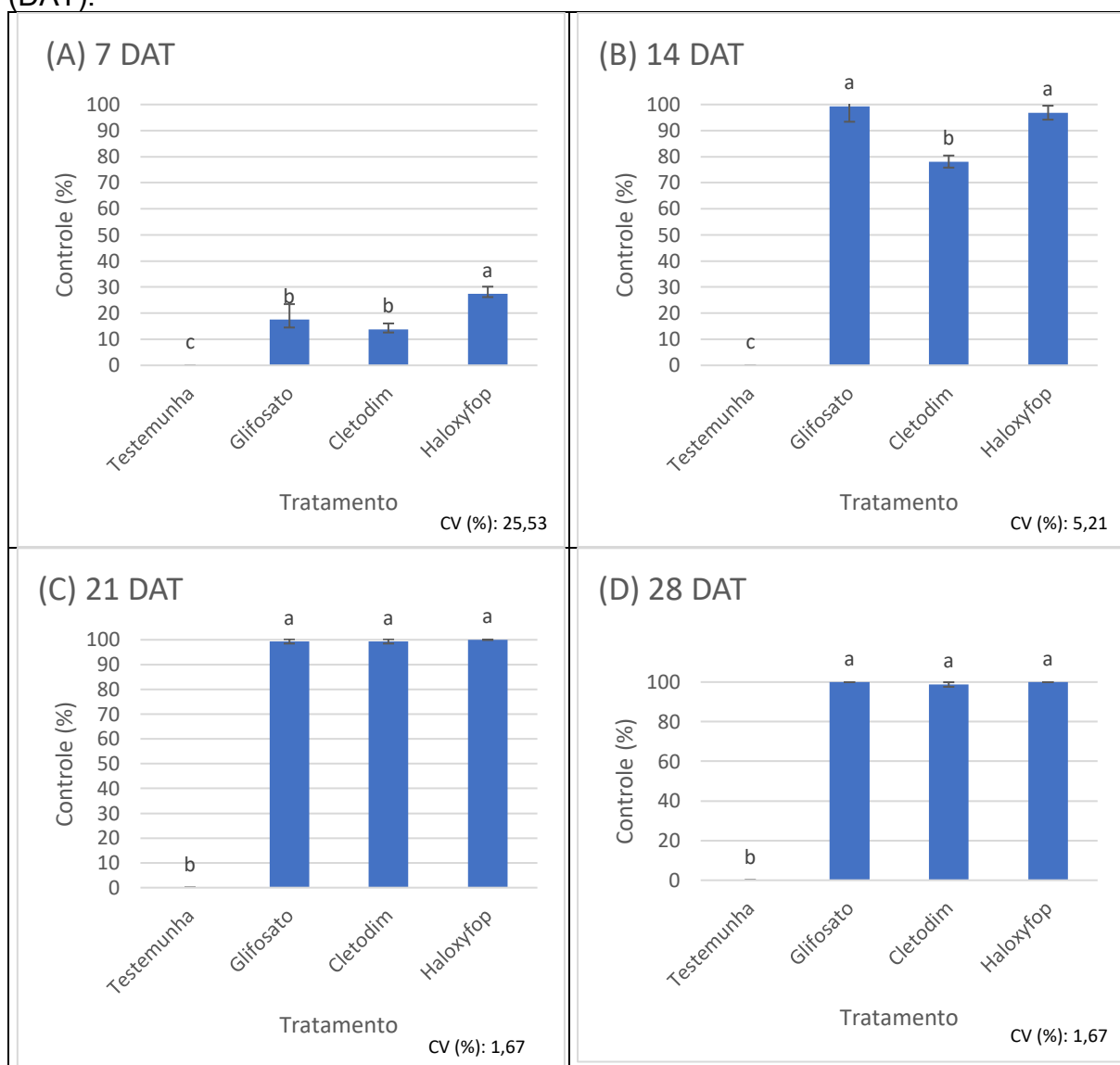
Para a população de Londrina-PR (LDN-PR), aos 7 DAT (Figura 13A) somente o tratamento haloxifop diferiu-se dos demais ao apresentar 27,5% de controle, período em que glifosato e cletodim apresentaram, respectivamente 17,5% e 13,75% de controle, não diferindo entre si. Para este período de avaliação não houve interação significativa entre os fatores.

Em relação ao fator herbicida aos 14 DAT (Figura 13B), os tratamentos glifosato e haloxifop foram estatisticamente superiores ao cletodim, e apresentaram, respectivamente, 99,4%, 96,9% e 78,1% de controle no período avaliado.

Aos 21 e 28 DAT (Figuras 13C, 13D e 14), apenas o fator herbicida foi significativo nos períodos avaliados, em que todos os tratamentos, com exceção da testemunha, apresentaram controle superior a 95%, com destaque para o tratamento haloxifop, com 100% de mortalidade das plantas já aos 21 DAT.

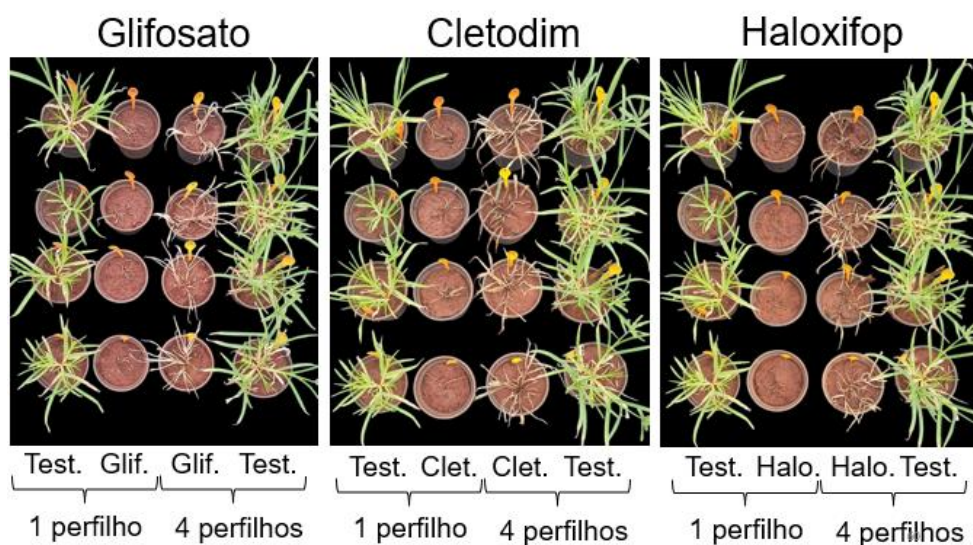
Figura 13 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) para plantas com 1 e 4 perfilhos em resposta aos tratamentos herbicidas para o biótipo de Londrina-PR

(LDN-PR) aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).



Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 14 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo Londrina-PR (LDN-PR) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop em dois estádios de aplicação (1 e 4 perfilhos) aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.

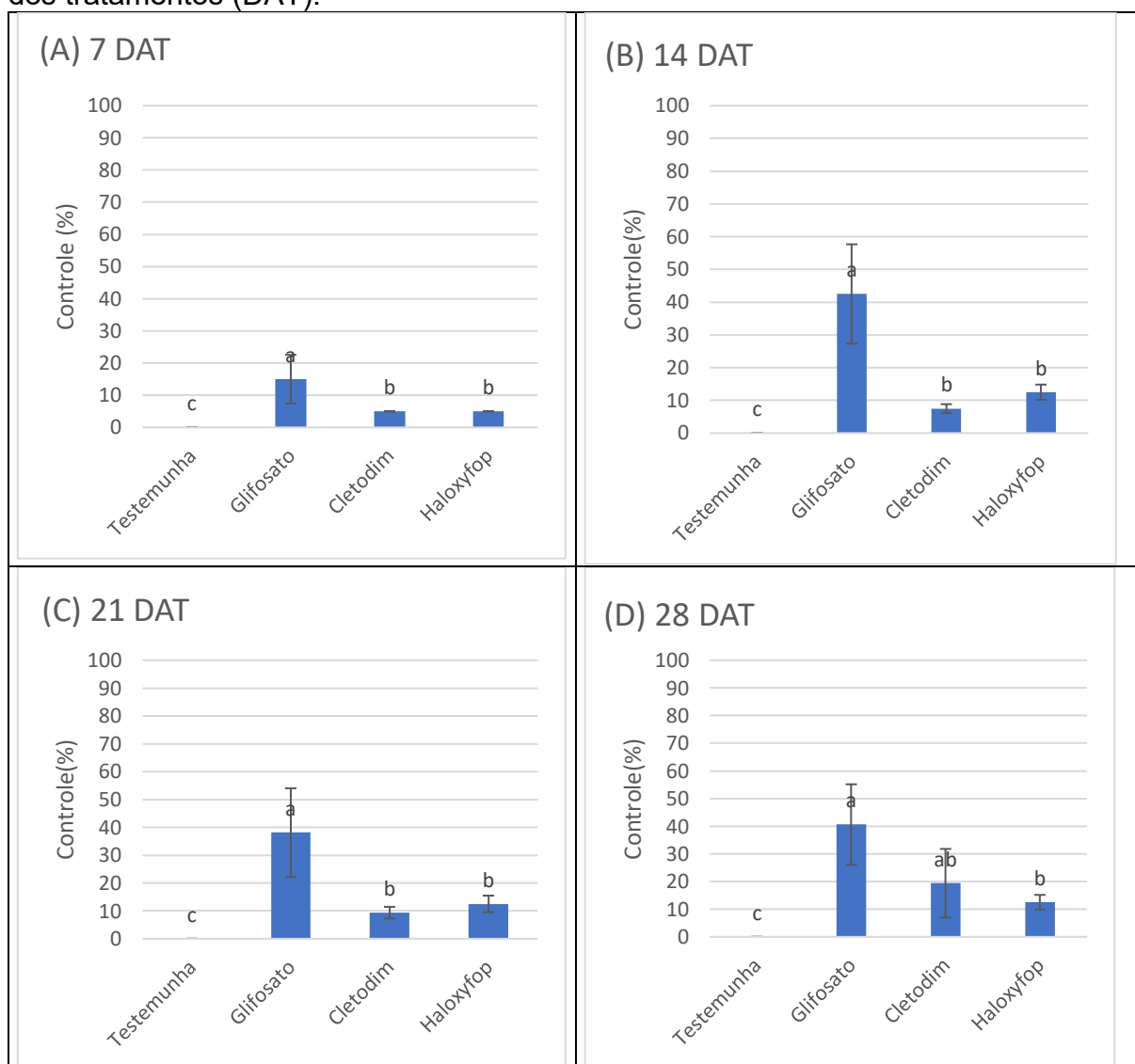


Fonte: próprio autor.

Para a população de Rondonópolis-MT (RDN-MT) (Figura 15), não se observou interação entre os fatores avaliados. Porém destaca-se novamente o efeito superior do glifosato no controle das plantas. Aos 7 DAT (Figura 15A), o glifosato diferenciou-se estatisticamente dos tratamentos cletodim e haloxifop, apresentando respectivamente 15, 5% e 5% de controle para o período.

Aos 14 e 21 DAT (Figura 15B e 15C), o controle manteve-se superior para o glifosato (42%), diferenciando-se estatisticamente de haloxifop e cletodim que apresentaram 12,5% e 9,37%, respectivamente. Aos 28 DAT (Figura 15D e 16) o glifosato permaneceu com efeito superior estatisticamente (40,62%), seguido por cletodim (19,5%), que não diferiu estatisticamente de glifosato e haloxifop, que apresentou 12,5 % de controle.

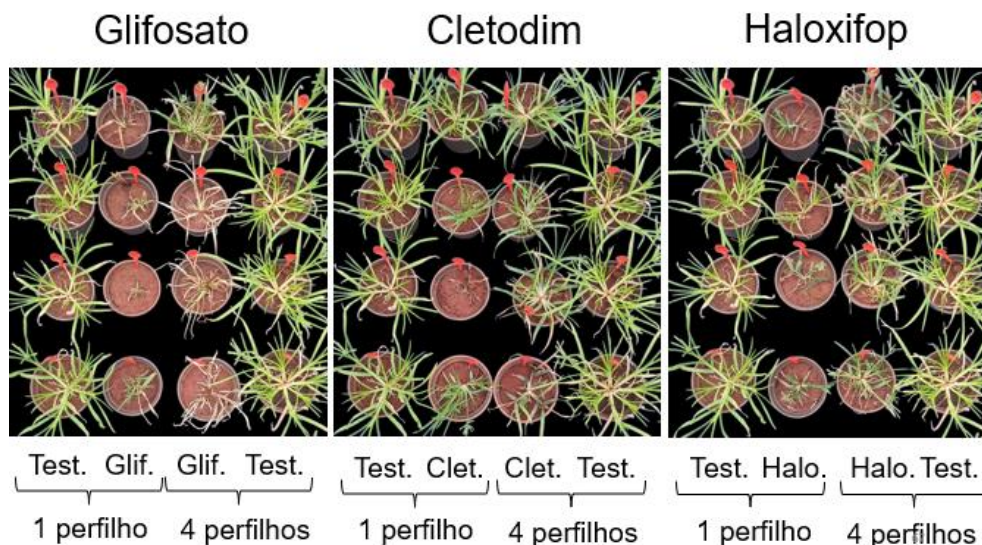
Figura 15 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) para plantas com 1 e 4 perfilhos em resposta aos tratamentos herbicidas para o biótipo de Rondonópolis-MT (RDN-MT) aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).



Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 16 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo Rondonópolis-MT (RDN-MT) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e

haloxifop em dois estádios de aplicação (1 e 4 perfilhos) aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.

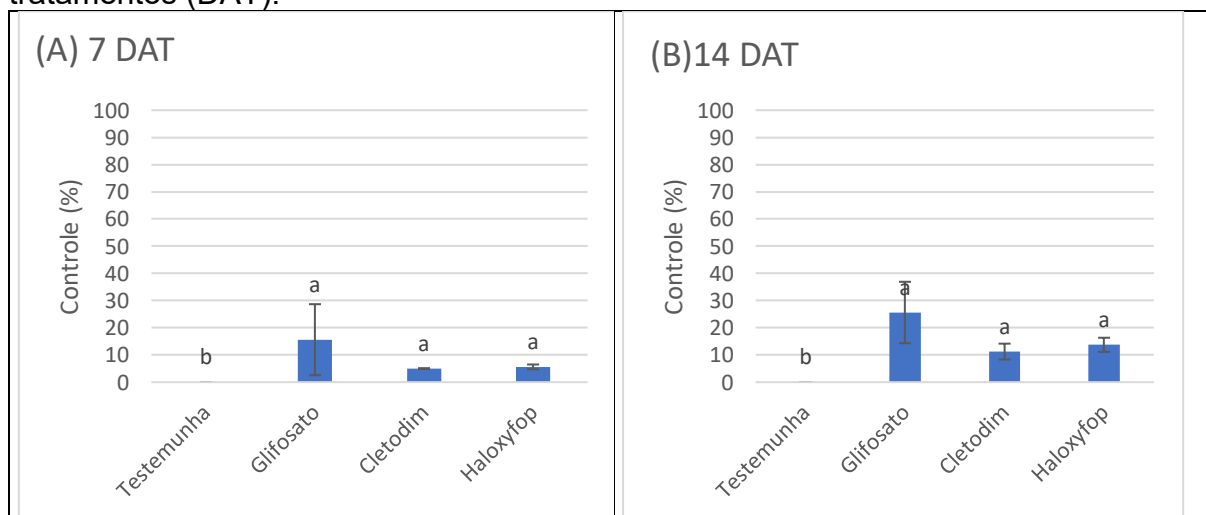


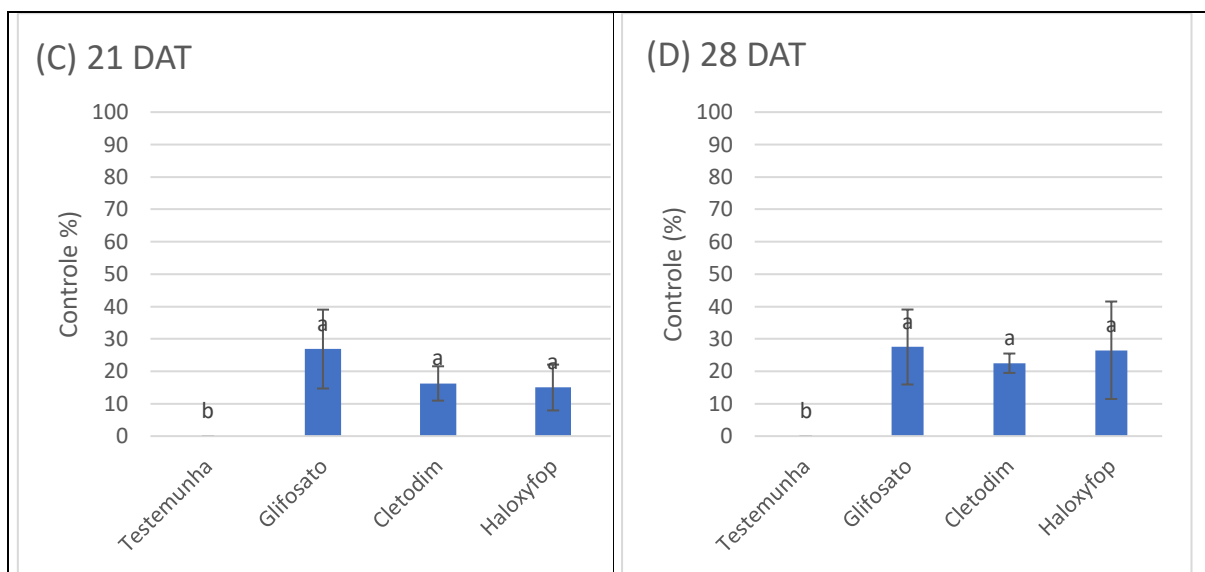
Fonte: Próprio autor.

Para a população de Chapadão do Sul-MS (CDS-MS), também não foram encontradas interações entre os fatores avaliados em nenhum período. Aos 7 e 14 DAT (Figuras 17A e 17B), as porcentagens de controle foram insatisfatórias, abaixo de 30%, não diferindo entre os herbicidas.

Para os demais períodos avaliados, 21 e 28 DAT (Figuras 17C, 17D e 18) também não houve interação entre os fatores avaliados, e novamente as porcentagens de controle se mantiveram baixas, abaixo de 30% para todos os herbicidas avaliados.

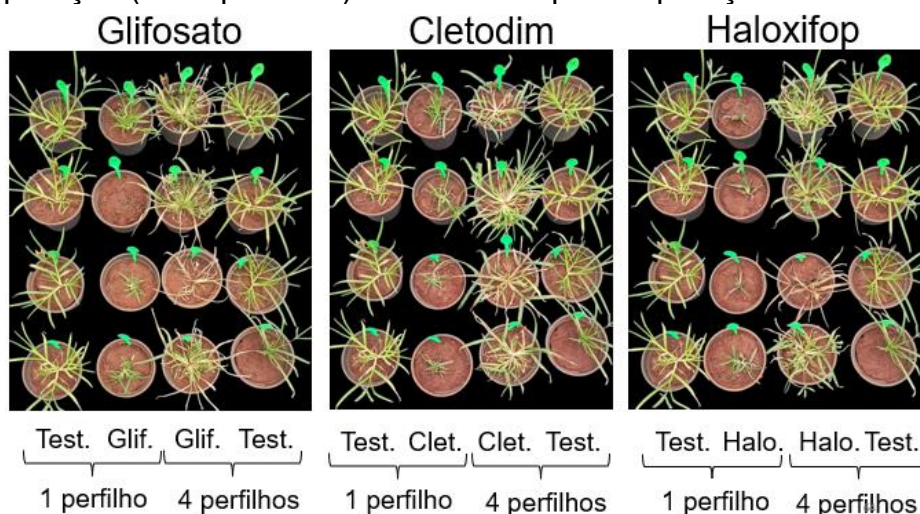
Figura 17 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) para plantas com 1 e 4 perfilhos em resposta aos tratamentos herbicidas para o biótipo de Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).





Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 18 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop em dois estádios de aplicação (1 e 4 perfilhos) aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.

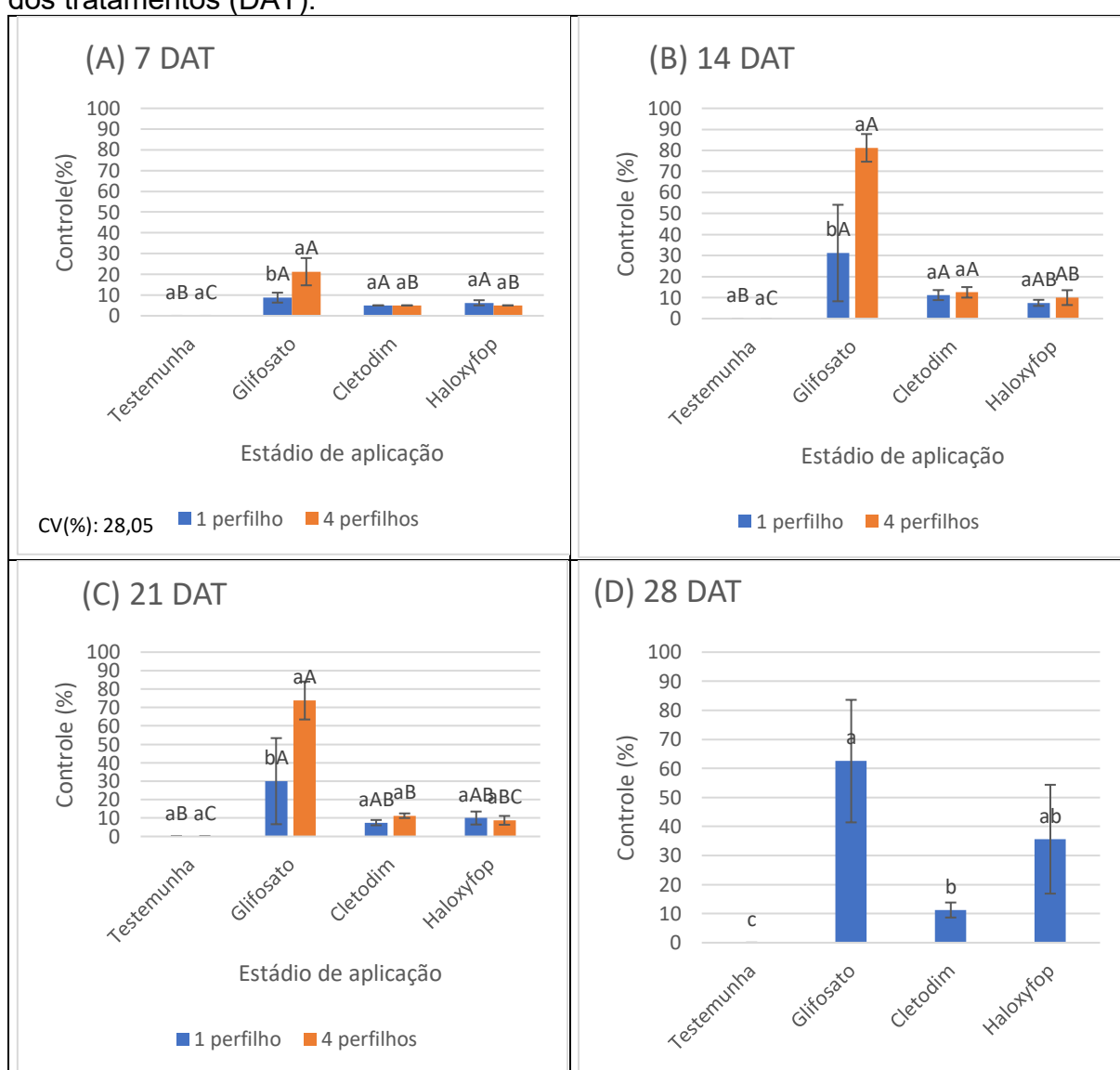


Fonte: próprio autor.

Para a população de Paranapanema-SP (PRP-SP), os fatores analisados apresentaram interação significativa dos 7 aos 21 DAT. Aos 7 DAT (Figura 19A), o glifosato resultou em 20% de controle em plantas com 4 perfilhos, diferenciando-se dos demais tratamentos, com 5% de controle para cletodim e haloxifop. Aos 14 DAT (Figura 19B), o glifosato também resultou em controle superior das plantas com até 4 perfilhos, e também apresentou aumento no controle das plantas com até 1 perfilho, respectivamente com 81,2 e 31,2% de controle. Os demais tratamentos resultaram em baixos índices de controle, inferiores a 15%.

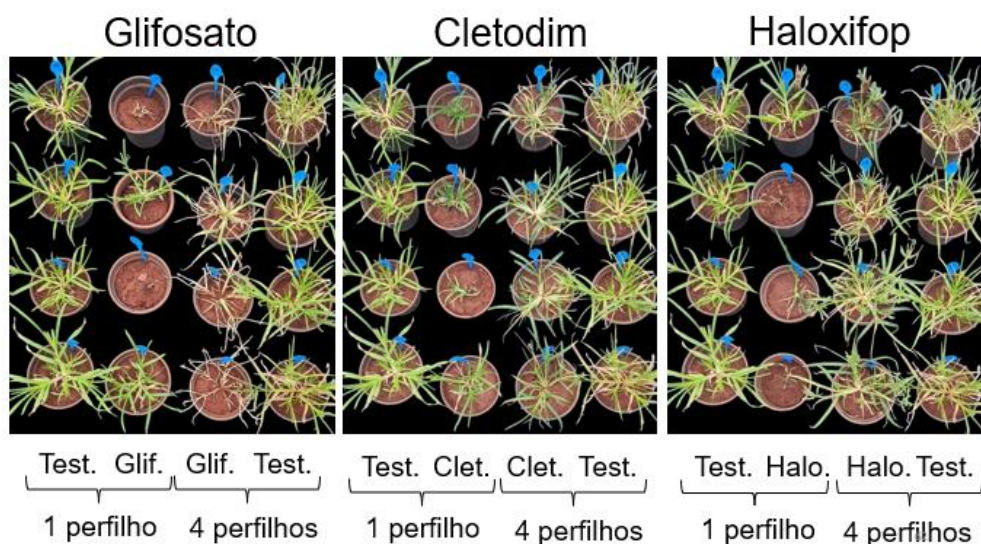
Aos 21 DAT (Figura 19C), o glifosato apresentou as maiores médias de controle para o período e avaliado, e os demais mantiveram-se baixos, sem diferenças significativas entre si. Aos 28 DAT (Figuras 19D e 20), não houve interação entre os fatores avaliados, período em que o glifosato se manteve superior no controle (62,5%), seguido pelo tratamento com haloxifop, que não diferiu estatisticamente de glifosato e cletodim.

Figura 19 – Controle (%) de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) para plantas com 1 e 4 perfilhos em resposta aos tratamentos herbicidas para o biótipo de Paranapanema-SP (PRP-SP) aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após a aplicação dos tratamentos (DAT).



Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre estádios de aplicação e pela mesma letra maiúscula entre os herbicidas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 20 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) do biótipo Paranapanema-SP (PRP-SP) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop em dois estádios de aplicação (1 e 4 perfilhos) aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos.



Fonte: próprio autor.

Os resultados obtidos mostram a dificuldade de controle de plantas que apresentam resistência aos referidos herbicidas, mesmo em plantas em estádios iniciais de desenvolvimento, o que enfatiza a necessidade da integração de métodos de controle para esses casos. Para o glifosato, de acordo com o estudo de Christoffoleti et al. (2005), plantas de azevém em estágio fenológico mais desenvolvido, prejudicam a eficácia do herbicida. Ainda, de acordo com Barroso et al. (2013), a cerosidade interfere negativamente no controle, uma vez que plantas mais desenvolvidas apresentam maior quantidade de cera nas folhas, fator que contribui para a não absorção e translocação do herbicida, como exemplo do capim amargoso avaliado em seu trabalho.

Porém, na literatura também são encontrados resultados contrastantes, que demonstram eficácia dos herbicidas glifosato, cletodim e haloxyfop em plantas de capim pé-de-galinha em diferentes estádios fenológicos. Tejada et al., (2024), ao avaliar o controle de uma população susceptível de *Eleusine indica*, obteve controle superior a 85%, com glifosato, cletodim e haloxyfop, em plantas com 4 e 8 folhas totalmente expandidas. Contudo, ressalta-se que o fator resistência deve ser considerado nessas discussões.

Tabela 12 – Massa seca plantas de diferentes biótipos de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) em resposta à aplicação de glifosato, cletodim e haloxifop. (g/planta):

População	Londrina -PR	Paranapanema- SP		Chapadão do Sul -MS		Rondonópolis- MT
Tratamento	-	Herbicida	Perfilhos	Herbicida	Perfilhos	-
Testemunha	1,72 b	1,085 bB	2,705 cA	0,637 aA	0,497 bA	2,36 b
Glifosato	0,25 a	0,333 aA	0,542aA	0,171 aB	1,550 aA	0,69 a
Cletodim	0,55 a	0,328 aA	1,345 bA	0,237 aB	1,510 aA	0,96 a
Haloxifop	0,4 a	0,287 aA	1,765 bA	0,158 aB	1,170 abA	0,95 a
CV (%)	12,9	8,06		9,46		10,21

Médias seguidas pela mesma letra minúscula entre estádios de aplicação e pela mesma letra maiúscula entre os herbicidas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação à massa seca das plantas, nas populações de Londrina e Rondonópolis, houve interação entre os fatores (Herbicidas X Perfilhos), e todos os tratamentos diferiram da testemunha, com destaque para redução de massa acarretada pelo glifosato. Nas demais, não observou interação entre os fatores, em que todos os herbicidas diferiram da testemunha, porém as plantas não foram controladas efetivamente.

4.3 CURVAS DE DOSE PARA OS HERBICIDAS GLIFOSATO, CLETODIM E HALOXIFOP:

4.3.1 Glifosato

Na figura 21 são apresentadas as regressões ajustadas para o controle de biótipos de capim-pé-de-galinha em resposta à aplicação de doses de glifosato. A partir das regressões foram determinados os valores de C50 e C80, GR50 e GR80 e fator de resistência (FR), apresentados na tabela 13. O maior FR observado foi de 18,9 para a população de Rondonópolis, seguido de 2,55 e 1,34 para Chapadão do Sul-MS e Paranapanema-SP, respectivamente.

Mesmo que nessas populações utilizadas no trabalho não foram encontradas mutações que conferem resistência ao glifosato, e para as populações de Chapadão do Sul-MS e Paranapanema-SP tenham apresentado FR baixo se comparados com a população de Rondonópolis-MT, todas tiveram baixo controle, com exceção da população de Londrina-PR, considerada suscetível (Figura 22).

Figura 21 – Curvas de doses resposta de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos sobre os biótipos resistentes Rondonópolis-MT (RDN-MT) (A), Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (B) e Paranapanema-SP (PRP-SP) (C) em comparação ao biótipo suscetível Londrina-PR (LDN-PR).

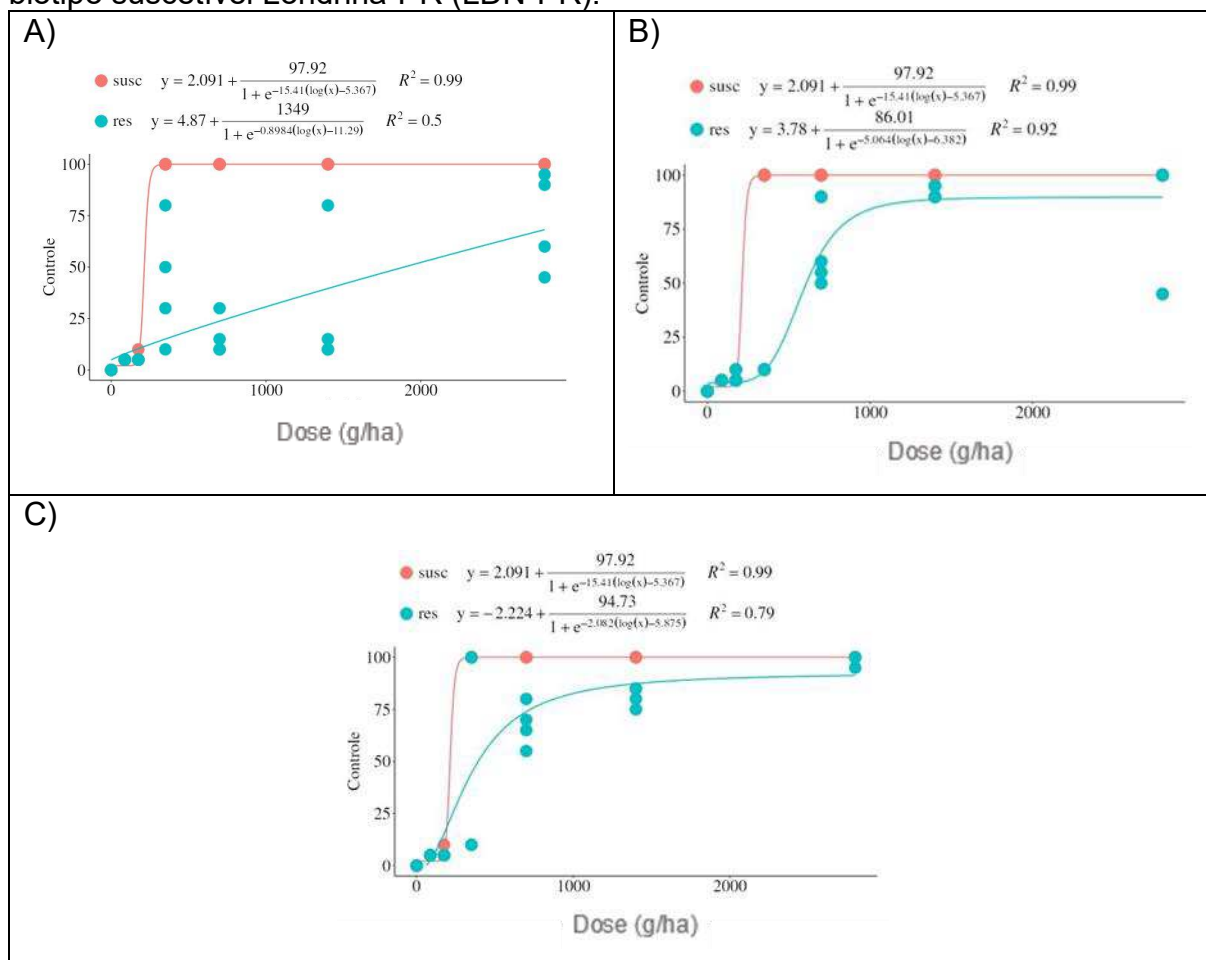
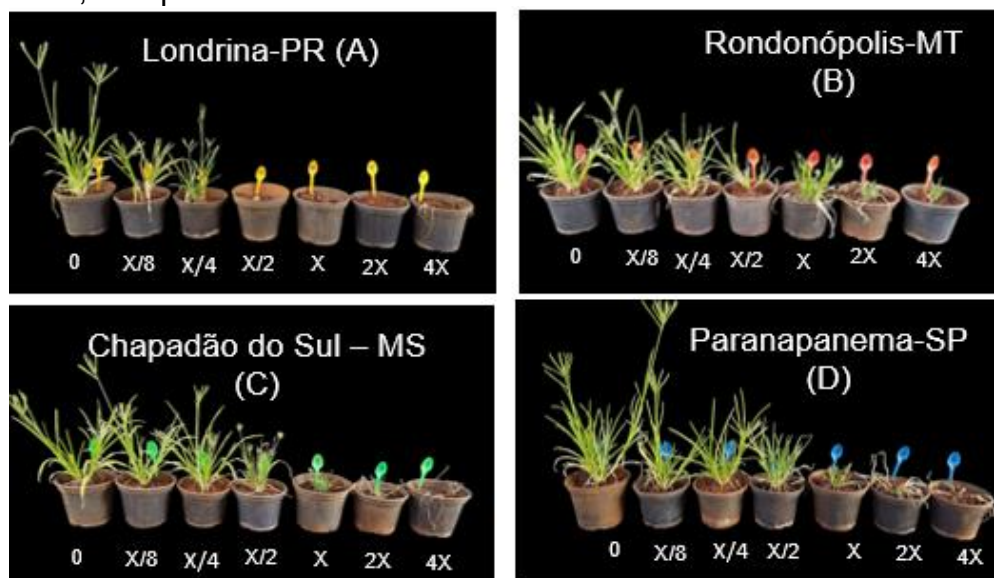


Tabela 13 – Doses estimadas de glifosato (g i.a. ha⁻¹) para 50% e 80% de controle (C) e redução de massa (GR) e fator de resistência (FR) de diferentes biótipos de capim-pê-de-galinha (*Eleusine indica*).

População	C50	C80	FR	GR50	GR80	FR
Londrina-PR	236,4	263,02		194,52	242,7	
Rondonópolis-MT	4468,16	7096,84	18,9	344,02	1037,03	1,76
Chapadão do Sul	603,39	758,36	2,55	471,55	622,46	2,56
Paranapanema-SP	317	385	1,34	338,38	359,87	1,48

C50: dose necessária para proporcionar 50% de controle, C80: dose necessária para proporcionar 80% de controle, FR50: fator de resistência com base no valor de C50, GR50: dose necessária para reduzir o crescimento em 50%, GR80 dose necessária para reduzir o crescimento em 80%, FR50: fator de resistência com base no valor de C50 e GR50. O FR foi calculado a partir da C50 ou GR50 de cada biótipo em relação ao biótipo suscetível LDN-PR.

Figura 22 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) dos diferentes biótipos avaliados submetidas à aplicação de doses de glifosato aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, em que X é a dose recomendada do herbicida.



Fonte: Próprio autor

Fatores não relacionados ao local de ação, como absorção prejudicada por condições ambientais adversas, ou alterações morfológicas das plantas e impedimento de translocação por sequestro no vacúolo, prejudicam o controle efetivo das plantas por parte dos herbicidas (Barroso; De Melo; Rossi, 2021).

A crescente problemática com capim-pé-de-galinha em várias regiões do Brasil, é agravada pela elevada pressão de seleção exercida pelo glifosato em lavouras transgênicas que o glifosato é utilizado com frequência, pois pela praticidade de uso em pós emergência que fatores como estágio fenológico das plantas podem ser inobservados. Ulguim et al., (2013) destacou a redução de controle para glifosato em plantas com 4 folhas e uma elevada adoção de cultivares de soja transgênica consecutivamente por mais de 5 anos em cerca de 77%, no estado do Rio Grande do Sul. Estado em que já descrita a resistência de baixo nível ao glifosato (Vargas et al., 2013).

De acordo com Takano (2017), ao avaliar a sensibilidade de diferentes populações de capim-pé-de-galinha do estado do Paraná ao glifosato, obteve fatores de resistência em um intervalo entre 2,11 a 4,74 para plantas com 1 perfilho, o que

reforça a dificuldade de controle diante de plantas resistentes menos em plantas menos desenvolvidas. Já para plantas com 4 perfilhos, o controle ficou ainda mais dificultado, pois o fator de resistência variou de 2,87 a 5,14.

Nunes (2020), ao avaliar o fator de resistência para populações de Primavera do Leste-MT, obteve valores entre 2,5 até 5,6. Estes resultados corroboram com o estudo do presente trabalho, já que a proximidade territorial entre os municípios pode colaborar com a rápida dispersão de sementes da espécie.

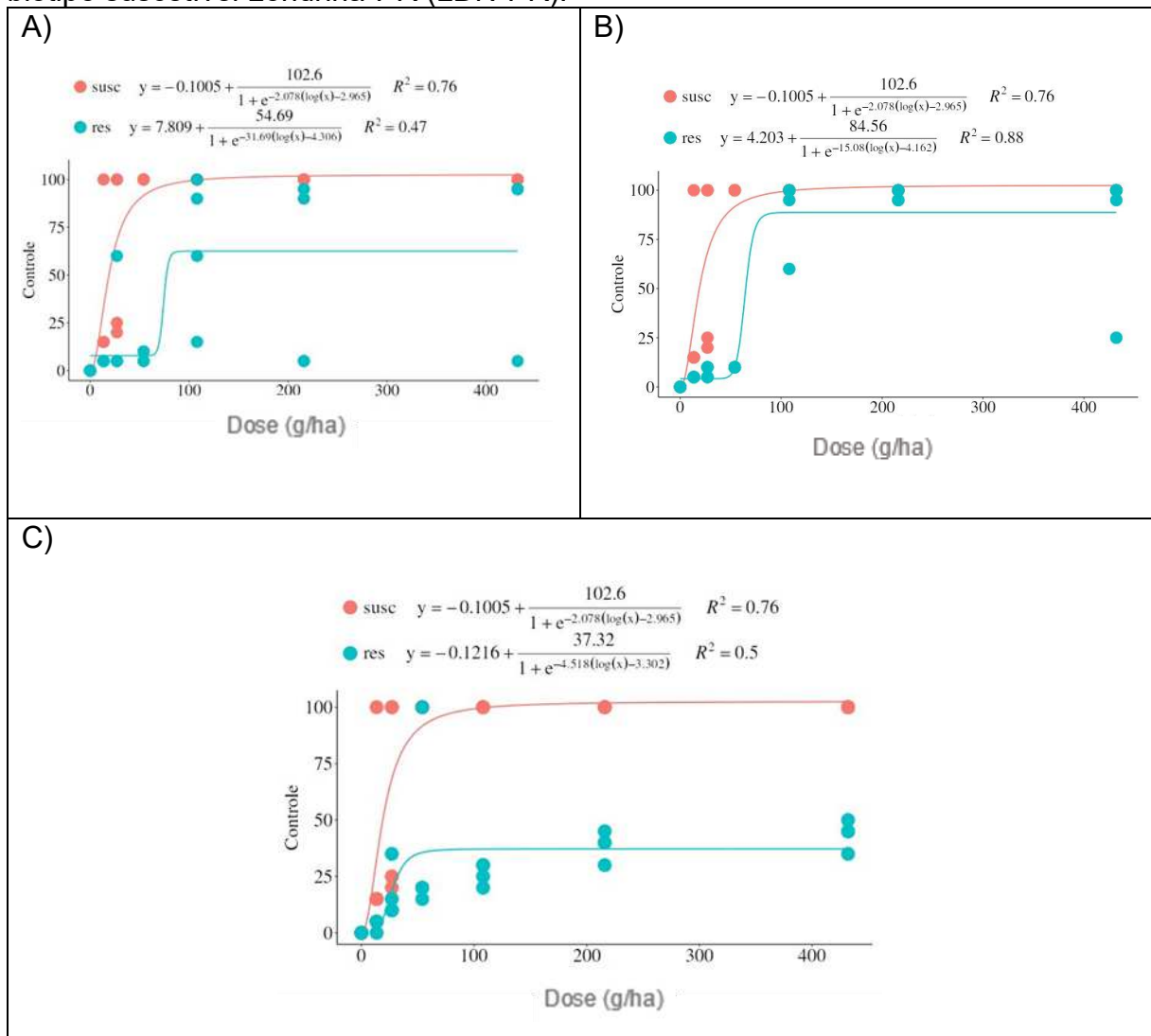
Também no Cerrado, no estado do Mato Grosso do Sul, Palharini (2024) ao avaliar biótipos dos municípios de Rio Brilhante e Camapuã, obteve valores de FR a partir da C50, da ordem de 28,45 e 7,34, respectivamente. Assim como na população de Rondonópolis-MT, o fator encontrado foi bastante expressivo, já para o município de Camapuã, o valor encontrado foi semelhante ao estudo em questão (2,55).

Estes resultados reforçam o já estabelecido desafio de controlar plantas daninhas resistentes ao glifosato. Ikeda et al. (2024), descrevem um panorama potencial de resistência de plantas daninhas, em que relata cerca de 46% de biótipos de *Eleusine indica* do estado do Mato Grosso, resistentes ao glifosato.

4.3.2 Cletodim e haloxifop

Para o cletodim, os valores de FR obtidos foram de >21,38, 3,59 e 3,82, respectivamente para Paranapanema-SP, Chapadão do Sul-MS e Rondonópolis-MT, conforme figuras 23 e 24 e tabela 14. Os resultados corroboram com o estudo de Nunes et al. (2020), em que foram encontrados valores de FR relativamente mais altos se comparados ao estudo atual, sendo o menor de 9,9. No Mato Grosso do Sul, conforme o estudo de Palharini (2024), os fatores de resistência para o cletodim nas populações de Camapuã e Rio Brilhante, foram da ordem de 2,76 e 11,23 respectivamente.

Figura 23 – Curvas de doses resposta de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos sobre os biótipos resistentes Rondonópolis-MT (RDN-MT) (A), Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (B) e Paranapanema-SP (PRP-SP) (C) em comparação ao biótipo suscetível Londrina-PR (LDN-PR).



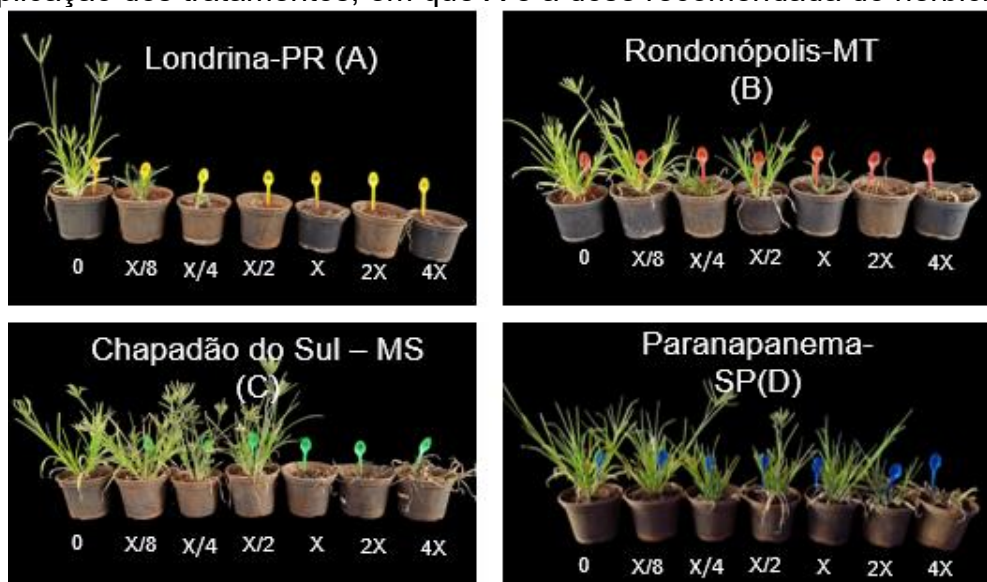
Conforme Andrade Júnior (2018), a utilização em larga escala de graminicidas em áreas cultivadas com soja e algodão, a exemplo do estado do Mato Grosso, favoreceu a ocorrência dos primeiros relatos de resistência da espécie no Cerrado brasileiro. Neste trabalho o autor descreveu fatores de resistência superiores a 3,5 para o cletodim.

Tabela 144 – Doses estimadas de cletodim (g i.a. ha⁻¹) para 50% e 80% de controle (C) e redução de massa (GR) e fator de resistência (FR) de diferentes biótipos de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*).

População	C50	C80	FR	GR50	GR80	FR
Londrina-PR	20,2	31,62		6,41	12,5	
Rondonópolis-MT	77,29	80,92	3,82	82,28	85,33	12,83
Chapadão do Sul	72,52	82,54	3,59	81,27	85,11	12,67
Paranapanema-SP	27,51	35,4	>21,38	1083,27	2247,42	168,99

C50: dose necessária para proporcionar 50% de controle, C80: dose necessária para proporcionar 80% de controle, FR50: fator de resistência com base no valor de C50, GR50: dose necessária para reduzir o crescimento em 50%, GR80 dose necessária para reduzir o crescimento em 80%, FR50: fator de resistência com base no valor de C50 e GR50. O FR foi calculado a partir da C50 ou GR50 de cada biótipo em relação ao biótipo suscetível LDN-PR.

Figura 24 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) dos diferentes biótipos avaliados submetidas à aplicação de doses de cletodim aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, em que X é a dose recomendada do herbicida.



Fonte: Próprio autor

Para o herbicida haloxifop, a situação encontra-se mais crítica, onde foram encontrados menores índices de controle e maiores valores de FR se comparados ao cletodim, conforme figura 25, 26 e tabela 15. Os valores de FR obtidos a partir da C50 das populações foram de >32,06, 15,64 e 20,68 para Paranapanema-SP, Chapadão do Sul-MS e Rondonópolis-MT respectivamente.

Corroborando com o estudo de Nunes (2020), o haloxifop foi o herbicida com menores respostas de controle, em que os valores de FR observados entre 17,3 até 391,2. Em contrapartida, valores mais baixos foram encontrados por Palharini (2024), valores de 3,75 a 5,31 para populações do Mato Grosso do Sul.

No Paraná, Freitas et al. (2024) reportaram a resistência cruzada de *Eleusine indica* a fluazifop, haloxifop e sethoxidim, com valores de FR de 10,66, 5,64 e 9,80 respectivamente, caracterizado como o primeiro caso de resistência cruzada no estado.

Ressalta-se que nos biótipos avaliados no presente estudo foi realizado o sequenciamento do gene codifica a enzima ACCase, e foi detectada mutação no sítio de ação na posição Asp2078 por uma glicina. Segundo Osuna et al. (2012), essa substituição confere resistência aos grupos dos FOP e DIM, dos inibidores da enzima ACCase.

Figura 25 – Curvas de doses resposta de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos sobre os biótipos resistentes Rondonópolis-MT (RDN-MT) (A), Chapadão do Sul-MS (CDS-MS) (B) e Paranapanema-SP (PRP-SP) (C) em comparação ao biótipo suscetível Londrina-PR (LDN-PR).

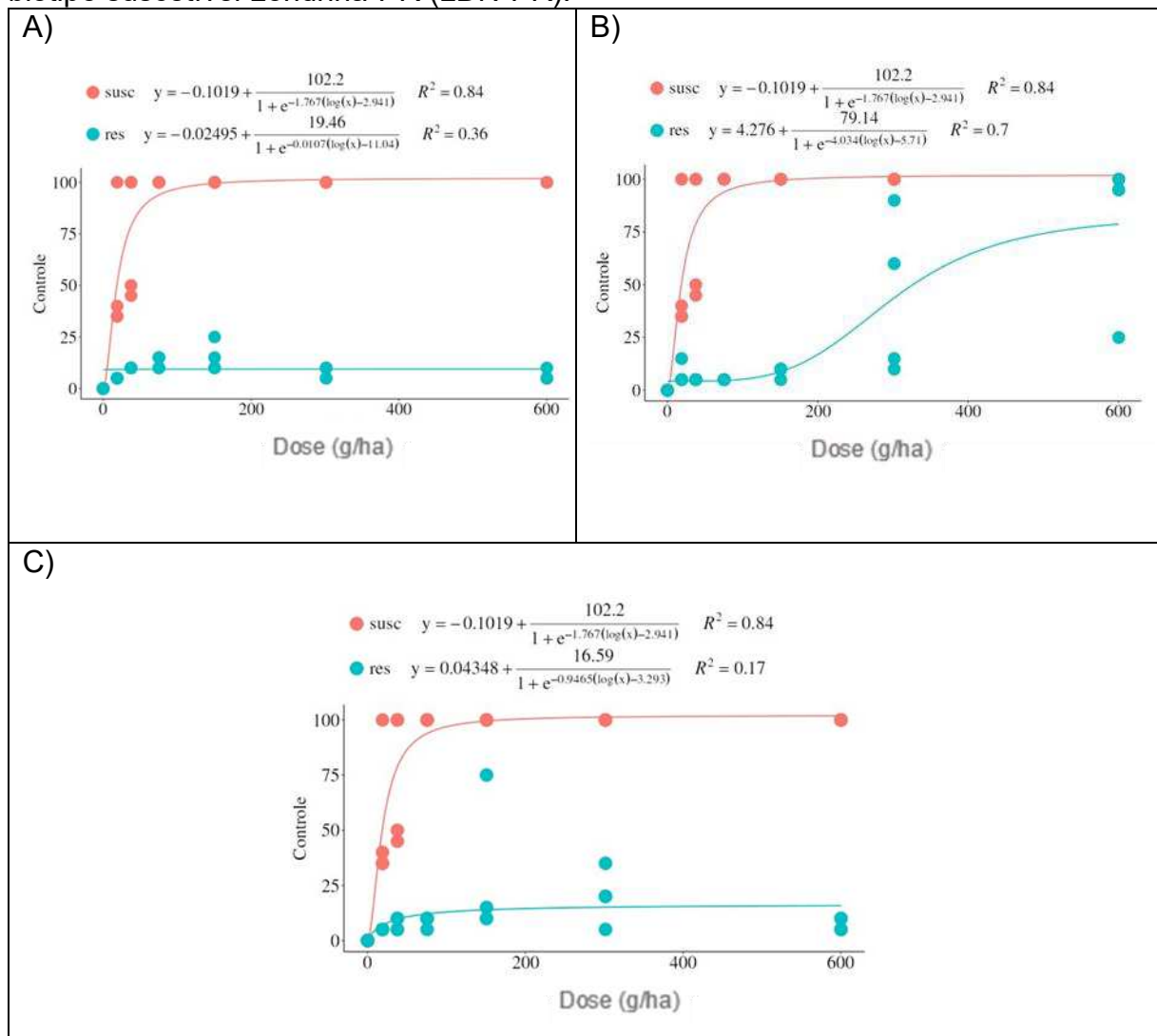
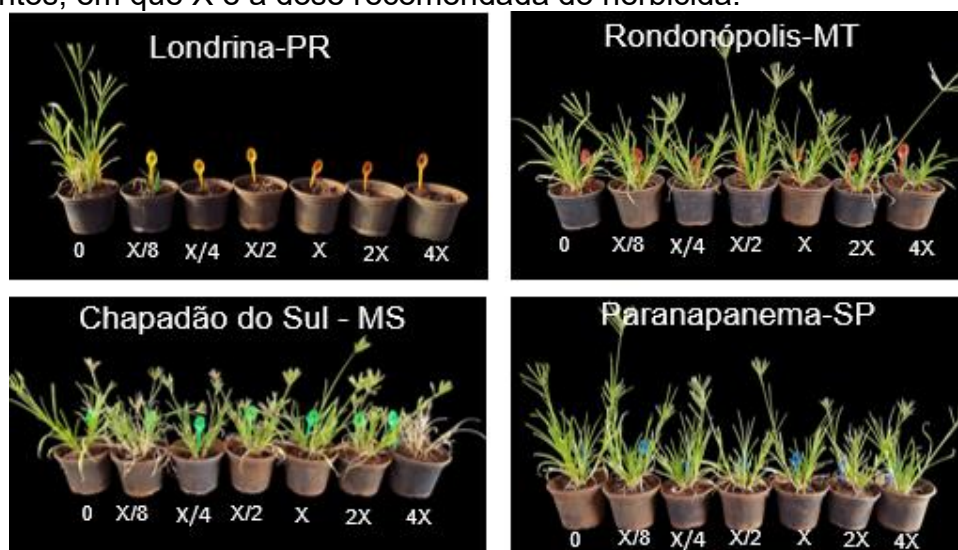


Tabela 155 – Doses estimadas de haloxifop (g i.a. ha⁻¹) para 50% e 80% de controle (C) e redução de massa (GR) e fator de resistência (FR) de diferentes biótipos de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*).

População	C50	C80	FR	GR50	GR80	FR
Londrina-PR	18,81	19,19		5,06	11,06	
Rondonópolis-MT	385,24	9845,28	20,48	131,5	1169,66	105,75
Chapadão do Sul	294,29	372,8	15,64	773,94	585,8	52,96
Paranapanema-SP	68,14	99,78	>32,06	338,38	359,87	66,87

C50: dose necessária para proporcionar 50% de controle, C80: dose necessária para proporcionar 80% de controle, FR50: fator de resistência com base no valor de C50, GR50: dose necessária para reduzir o crescimento em 50%, GR80 dose necessária para reduzir o crescimento em 80%, FR50: fator de resistência com base no valor de C50 e GR50. O FR foi calculado a partir da C50 ou GR50 de cada biótipo em relação ao biótipo suscetível LDN-PR.

Figura 26 – Plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) dos diferentes biótipos avaliados submetidas à aplicação de doses de haloxifop aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, em que X é a dose recomendada do herbicida.



Fonte: Próprio autor

A partir desses resultados, fica evidente a dificuldade de controle da espécie, que envolve casos de resistência múltipla, encarecendo e diminuindo as opções de controle dentro do sistema produtivo. A integração de métodos de controle, é uma importante premissa para evitar a disseminação de populações resistentes para áreas onde ainda não são relatadas falhas de controle dos principais herbicidas utilizados para a espécie (Adegas et al., 2017).

4.4 EFICÁCIA E PERÍODO RESIDUAL DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*ELEUSINE INDICA*)

Os resultados de controle demonstram diferenças entre os herbicidas utilizados em todos os períodos de avaliação do experimento, de emergência e controle das plantas e acúmulo de massa das mesmas, até o último período de avaliação (56 DAT), descritos na tabela 16.

Tabela 16 – Controle de capim-pé-de-galinha (*Elusine indica*) aos 56 DAT, em resposta à aplicação de herbicidas pré-emergentes isolados e em mistura do experimento 3. Londrina-PR, 2024.

Tratamento	7	14	21	28	35	42	49	56
1-Testemunha	0 d	0 e	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d	0 c
2-Fomesafen + s-metolachlor	100 a	100 a	100 a	99,1 a	99,5 a	95,8 a	95,7 a	90 a
3-Sulfentrazone + diuron	100 a	92,5 b	82,3 b	83,1 b	78,4 b	80,4 b	81 b	81,9 b
4-Imazetapir + Flumioxazina	100 a	100 a	97,9 a	90,2 b	85,2 b	82,4 b	83,8 b	84,2 b
5-Pyroxassulfone + Flumioxazina	100 a	100 a	96,6 a	96,6 a	95,6 a	95,1 a	92,9 a	92,5 a
6-S-metolachlor	100 a	100 a	100 a	100 a	99,7 a	98,2 a	97 a	96,8 a
7-Flumioxazina + s-metolachlor	100 a	100 a	100 a	99,7 a	99 a	98,9 a	97,2 a	97 a
8-Diclosulam	70,7 c	35,7 d	0 d	0,4 d	4,8 d	0 d	0 d	0 c
9-S-metolachlor + diclosulam	100 a	70,6 c	76,1 b	59,5 c	94,6 a	94 a	91,7 a	89,1 a
10-Clomazone	100 a	69,5 c	51 c	59,1 c	53,2 c	59,3 c	62,5 c	61,7 b
11-Clomazone + Sulfentrazone	100 a	53,5 c	54,1 c	56,4 c	52,3 c	58,2 c	58,7 c	56,8 b
12-Clomazone + Flumioxazina	100 a	95,2 b	80,5 b	75,5 b	65,6 c	71,8 b	72,1 b	70,6 b
13-Trifluralina	100 a	34,2 d	7,7 d	0 d	7,5 d	7,6 d	3,8 d	0 c
14-Clorimuron + Flumioxazina	100 a	93,5 b	79,2 b	78,6 b	71,4 b	74 b	73,6 b	71,9 b
15-Flumioxazina	100 a	98,7 b	82,9 b	80 b	75,3 b	78,4 b	78,5 b	75,7 b
16-Sulfentrazone + Imazetapir	89,8 b	36,8 d	0 d	17,5 d	23,7 d	15,8 d	22,1 d	21,9 c
CV (%)	83,92	33,45	36,94	25,98	25,68	23,75	23,14	22,77

Fonte: próprio autor.

Aos 7 DAT, somente os tratamentos 8 e 16 (diclosulam e sulfentrazone + imazetapir) não apresentaram 100% de controle, o que resultou também, no maior acúmulo de massa das plantas ao final do período de avaliação. O menor controle

para os referidos herbicidas, deve-se ao fato de que os mesmos são conhecidos pela eficiência em eudicotiledôneas, o que explica o baixo controle para *Eleusine indica*.

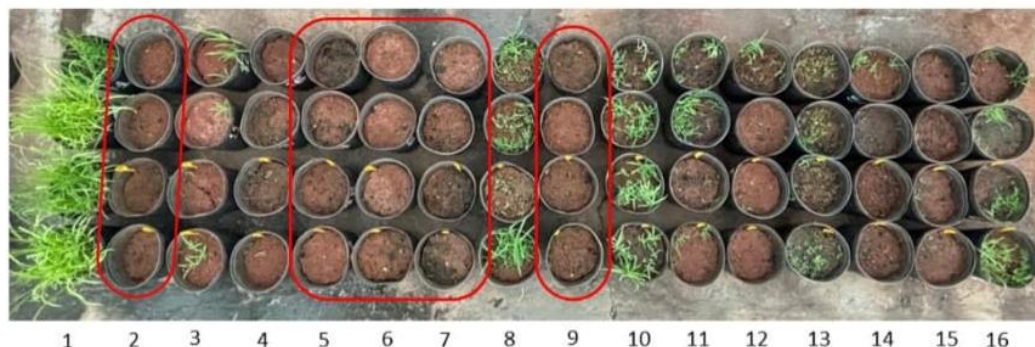
O tratamento 4 (Imazetapir + Flumioxazina), até 14 DAT apresentou 100% de controle, sem diferir estatisticamente de fomesafen + S-Metolachlor (T2), pyroxasulfona + Flumioxazina, S-metolachlor e S-metolachlor + Flumioxazina.

Os resultados de controle demonstram a eficácia dos inibidores de ácidos graxos de cadeia muito longa no controle de gramíneas e a importância da utilização de misturas de ativos, sejam elas comerciais ou em tanque a fim do aumento de espectro de controle de plantas daninhas, aumento do período residual e redução da pressão de seleção do uso de herbicidas pós-emergentes. Herbicidas inibidores de ácidos graxos de cadeia muito longa são amplamente utilizados em culturas eudicotiledôneas, como soja e feijão, sendo o S-metolachlor o principal representante deste grupo, herbicida também relatado eficiente no controle de capim amargoso (Borges et al., 2023).

Aos 14 DAT, os tratamentos contendo ácidos graxos de cadeia muito longa, mantiveram controle efetivo de 100%, e foram estatisticamente superiores à outros tratamentos com mecanismos de ação distintos, como sulfentrazone+diuron, clomazona+Flumioxazina, clorimuron+Flumioxazina e Flumioxazina, que obtiveram controle entre 92,5 a 98,7%, ainda assim considerados efetivos para o período avaliado. Enquanto os tratamentos S-metolachlor + diclosulam, clomazone + sulfentrazone e clomazone, que apresentaram redução de eficiência abaixo de 71% aos 14 DAT.

Aos 56 DAT, destaca-se a eficácia de controle de S-metolachlor e Pyroxasulfone isolados ou em mistura, herbicidas que também apresentaram maior redução de massa das plantas, o que ressalta a importância desses mecanismos de ação no controle da espécie, pela manutenção do efeito residual por um longo período de tempo (Figura 27).

Figura 27 – Imagem demonstrando o efeito dos tratamentos pré-emergentes sobre capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) ao 56 dias após a aplicação.



1: testemunha; 2: S-metolachlor + Fomesafem; 3: Sulfentrazone + diuron; 4 Imazetapir + Flumioxazina; 5 Pyroxassulfone + Flumioxazina; 6 s-metolachlor; 7 Flumioxazina + s-metolachlor; 8 Diclosulam; 9 S-metolachlor + diclosulam; 10 Clomazone; 11 Clomazone + Sulfentrazone; 12 Clomazone + Flumioxazina; 13 Trifluralina; 14 Clorimuron + Flumioxazina; 15 Flumioxazina; 16 Sulfentrazone + Imazetapir

Fonte: Próprio autor

Os tratamentos que continham sulfentrazone + diuron, imazethapir + Flumioxazina, clomazone, clomazone + sulfentrazone, clomazone+ + Flumioxazina, clorimuron + Flumioxazina e Flumioxazina, apresentaram redução no controle das plantas, variando de 70 a 84% aos 56 DAT.

O uso de clomazone se mostra efetivo no controle de poáceas, em espécies como *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Rottboellia conchicchinensis*, *Urochloa decumbens*, *Urochloa plantaginea*, no entanto as características do solo em que o herbicida é empregado, pode afetar a sua persistência e eficácia de controle (Ghirardello *et al.*, 2022).

Coradin *et al.* (2019) obtiveram resultados semelhantes de controle com a mistura de imazethapir + Flumioxazina para capim-amargoso aos 28 DAT. No entanto, também para clorimuron, houve redução de controle para última avaliação, o que ressalta a importância de controle a longo prazo, para que acultura se estabeleça sem competição.

Para a mistura de sulfentrazone + diuron deste trabalho, obteve-se bom controle inicial, porém com queda de eficácia ao longo do período avaliado. Conhecido pela eficácia em plantas de folha larga, a mistura em questão obteve controle superior a 80% no controle de buva aos 56 DAT, conforme trabalho de Da Silva *et al.*, (2021). Já Sousa *et al.*, (2019), encontraram resultados contrastantes ao controle de

gramíneas deste trabalho com a mistura de sulfentrazone+diuron, ao relatarem 100% de controle para capim camalote e capim marmelada, sem prejuízo para o desenvolvimento da cana de açúcar.

O tratamento com Flumioxazina apresentou bom controle nas avaliações iniciais, acima de 98% aos 14 DAT. Os resultados corroboram com o trabalho de Coradin et al., (2019), em que o tratamento com Flumioxazina, apresentou controle acima de 90% aos 14 até os 28 DAT em plantas de capim amargoso.

Os herbicidas diclosulam, trifluralina, e sulfentrazone + imazetapir apresentaram a pior porcentagem de controle quando comparados aos demais aos 56 DAT. A trifluralina, apesar de ter apresentado um bom controle no início da avaliação do trabalho, manteve as plantas em um porte pequeno, o que facilita o controle em pré emergência.

A trifluralina é um herbicida amplamente utilizado em culturas eudicotiledôneas para controle de gramíneas como capim-amargoso e capim pé-de-galinha. Segundo Cruz e Grassi (1981), ao avaliarem a eficácia de trifluralina em pré-emergência da cultura do feijão, obtiveram controle de 87% em plantas de *Eleusine indica*. Já Matte et al., (2021), ao avaliarem o controle de capim amargoso com o uso de trifluralina obtiveram controle de 99% com o solo descoberto e até 1 tonelada de palha por hectare.

Os resultados contrastantes deste trabalho podem ser explicados pela condição de irrigação diária. A trifluralina é um herbicida inibidor da polimerização da tubulina, que age na radícula das plantas, e ocasiona morte por esgotamento de água e nutrientes, e mesmo com desenvolvimento insuficiente da raiz, a umidade superficial proporcionada pela irrigação, permitiu o desenvolvimento de plantas em menor tamanho.

Tabela 17 – Massa fresca e seca das plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) aos 56 DAT, em resposta à aplicação de herbicidas pré-emergentes isolados e em mistura do experimento 3. Londrina-PR, 2024.

Tratamento	MF	MS
Testemunha	55,54 c	10,43 d
Fomesafen + s-metolachlor	0,15 a	0,03 a
Sulfentrazone + diuron	19,37 c	2,52 c
Imazetapir + Flumioxazina	5,42 b	0,65 b
Pyroxassulfone + Flumioxazina	0,49 a	0,03 a
s-metolachlor	0,02 a	0,0 a

Flumioxazina + s-metolachlor	0,13 a	0,0 a
Diclosulam	33,27 c	4,2 b
S-metolachlor + diclosulam	0,59 a	0,07 a
Clomazone	25,12 c	3,8 c
Clomazone + Sulfentrazone	19,23 c	2,59 c
Clomazone + Flumioxazina	12,08 b	1,56 b
Trifluralina	4,11 b	1,16 b
Clorimuron + Flumioxazina	17,79 b	0,53 b
Flumioxazina	11,27 b	1,2 b
Sulfentrazone + Imazetapir	26,60 c	2,95 c
CV (%)	30,06	48,54

Fonte: próprio autor.

5 CONCLUSÃO

A partir deste estudo, destaca-se a dificuldade de controle do capim-pé-de-galinha, com os principais herbicidas recomendados. Nos experimentos 1 e 2, verificou-se baixos níveis de controle para glifosato, cletodim e haloxifop, em doses e estádios fenológicos recomendados, já no terceiro experimento foi confirmada a resistência das populações estudadas, o que reflete mais casos de resistência múltipla do capim-pé-de-galinha à herbicidas no Brasil. Já no experimento de herbicidas pré-emergentes reforça-se a importância de rotação de mecanismos de ação para controle da espécie, com eficácia destacada para os inibidores de ácidos graxos de cadeia muito longa e associações, por manterem um período de atividade residual bastante longo.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S. et al. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. **Circular Técnica**, v. 132, p. 12, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1074026/1/CT132OL.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2025.
- ALBRECHT, A. J. P. et al. O milho RR2 e o glyphosate: uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 1, p. 58-67, 2014. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/279>. Acesso em: 12 abr. 2025.
- ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; VICTÓRIA FILHO, R. Soja RR e o Glyphosate. **Manejo de cultivos transgênicos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013. p. 25-45. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Albrecht-2/publication/336720884_Soja_RR_e_o_Glyphosate/links/5daf2fb592851c577eb99b06/Soja-RR-e-o-Glyphosate.pdf. Acesso em: 23 abr. 2025.
- ANDRADE JÚNIOR, E. R. de. **Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) resistente a herbicidas inibidores de ACCase em áreas algodoeiras do Mato Grosso**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2018. Disponível em: https://ri.ufmt.br/bitstream/1/2376/1/TESE_2018_Edson%20Ricardo%20de%20Andrade%20Junior.pdf. Acesso em: 12 fev. 2025.
- ARAÚJO, L. da S. **Resistência múltipla de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) aos inibidores da ACCase e EPSPS no Brasil**. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-07012022-101849/en.php>. Acesso em: 31 jan. 2025.
- BARROSO, A. A. M. **Caracterização genética e foliar de capim-amargoso resistente ao herbicida glyphosate e eficácia do seu controle com associação de herbicidas**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20032014-163356/en.php>. Acesso em: 16 mai. 2025.
- BARROSO, A. A. M.; MELO, M. S. C. de; ROSSI, C. V. S. Identificação de resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. (org.). **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p. 106-144.
- BARROSO, A. L. L. et al. Eficácia de herbicidas inibidores da ACCase no controle de gramíneas em lavouras de soja. **Planta Daninha**, v. 28, p. 149-157, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/Y9FMyddkVMv4gjd3RCHZ8rj/>. Acesso em: 16 fev. 2025.

BECKIE, H. J.; ASHWORTH, M. B.; FLOWER, K. C. Herbicide resistance management: recent developments and trends. **Plants**, v. 8, n. 6, p. 161, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants8060161>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/8/6/161>. Acesso em: 4 abr. 2025.

BORGES, M. P. S. et al. Tolerance of Brazilian Bean Cultivars to S-Metolachlor and Poaceae Weed Control in Two Agricultural Soils. **Agronomy**, v. 13, n. 12, p. 2919, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13122919>. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/35691/1/seletividadedinamicasm-etolachlor.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. de. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-36.

CATALETTA, N. G. M. **Seleção de espécies de *Streptomyces* spp. para o biocontrole de Capim Pé-de-Galinha (*Eleusine indica*) em soja**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências – Área: Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-15122021-153631/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Alternative herbicides to manage Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) resistant to glyphosate at different phenological stages. **Journal of Environmental Science and Health**, Part B, v. 40, n. 1, p. 59-67, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15656163/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

CORADIN, J. et al. Herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de milho voluntário e capim-amargoso. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 3, p. 51-64, 2019. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/2785>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CORREIA, N. M. Herbicidas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 42, n. 315, p. 48-58, 2021.

CORREIA, N. M.; ARAÚJO, L. da S. **Eleusine indica: biologia, resistência e manejo**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados; HRAC-BR, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1117345>. Acesso em: 30 jan. 2025.

CRUZ, L. S. P.; GRASSI, N. Controle de plantas daninhas com herbicidas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Planta Daninha**, v. 4, n. 2, p. 73-77, 1981. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/fPkFDFTVgg8MvPYbWPHq67K/>. Acesso em: 14 abr. 2025.

FERNANDES, T. C. C.; PIZANO, M. A.; MARIN-MORALES, M. A. Characterization, modes of action and effects of trifluralin: a review. In: PRICE, A. (ed.). **Herbicides: current research and case studies in use**. London: IntechOpen, 2013. DOI:

10.5772/55169. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/44986>. Acesso em: 29 mar. 2025.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. **Research methods in weed science**. 3. ed. [S. l.: s. n.], 1986. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1574231875436550656>. Acesso em: 10 abr. 2025.

FREITAS, M. L. de O. *et al.* Primeiro caso de resistência cruzada de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) a inibidores da ACCase no Estado do Paraná. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 23-32, 2024. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/24201>. Acesso em: 16 fev. 2025.

GHIRARDELLO, G. A. *et al.* Efficacy of the herbicides indaziflam and clomazone on problematic weeds of family Poaceae to sugarcane crop. **Bioscience Journal**, [S. l.], v. 38, e38070, 2022. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/56358>. Acesso em: 18 abr. 2025.

HALL, L. M. *et al.* Resistance to acetolactate synthase inhibitors and quinclorac in a biotype of false cleavers (*Galium spurium*). **Weed Science**, [S. l.], v. 46, n. 4, p. 390-396, 1998. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/resistance-to-acetolactate-synthase-inhibitors-and-quinclorac-in-a-biotype-of-false-cleavers-galium-spurium/ED07B9096BF8575056CC8A3E5F0E1D91>. Acesso em: 17 fev. 2025.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: <http://www.weedscience.org>. Acesso em: 15 jun. 2024.

HIJANO, N. *et al.* Interferência: conhecer para usá-la a nosso favor. In: **Matologia: estudos sobre plantas daninhas**. [S. l.: s. n.], v. 1, p. 106-144, 2021. E-book. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/586894169/eBook-Matologia>. Acesso em: 12 mar. 2025.

HRAC-BR. Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas. **Mecanismos de ação dos herbicidas**. [S. l.]: HRAC, 2024. Disponível em: <https://www.hrac-br.org/mecanismosdeacao>. Acesso em: 19 abr. 2025.

IKEDA, F. S. *et al.* Monitoramento de resistência de capim-pé-de-galinha a herbicidas no estado de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 32., 2022, Rio Verde. **Anais [...]**. Rio Verde: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2022. Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-1152069/Description>. Acesso em: 10 abr. 2025.

KARAM, D.; SILVA, J. A. A. Controle químico de plantas daninhas na cultura do milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. **Anais [...]**. Rio Verde: Sindicato Rural, 2009. p. 141-153. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/576976/1/Controlequimico2.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2025.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPS: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/328>. Acesso em: 16 fev 2025.

LOPES-OVEJERO, R. F. *et al.* Residual herbicides in weed management for glyphosate-resistant soybean in Brazil. **Planta Daninha**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 947-959, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/qgZ773DKCr5PHVt3tQRP7cB/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 7. ed. Nova Odessa: Ipsis, 2014.

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. **Herbicidas**: mecanismos de ação e uso. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. (Documentos, n. 227). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/571939>. Acesso em: 11 mar. 2025.

MARKUS, C. *et al.* Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: MONQUERO, P. A. (ed.). **Matologia**: estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p. 324-364.

MARQUES, R. P.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D. Controle químico em pós-emergência de espécies de brachiaria em três estádios vegetativos. **Arquivos do Instituto Biológico**, [S. l.], v. 78, n. 3, p. 409-416, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/Hcvn9rL8fRFwJYfymmJ4S8C/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

MATTE, W. D. *et al.* Controle de capim-amargoso após a aplicação de herbicidas em pré-emergência em solo com níveis crescentes de palhada de soja e milho. **Weed Control Journal**, [S. l.], v. 20, e202100729, 2021. Disponível em: <https://www.weedcontroljournal.org/pt-br/article/controle-de-capim-amargoso-apos-a-aplicacao-de-herbicidas-em-pre-emergencia-em-solo-com-niveis-crescentes-de-palhada-de-soja-e-milho/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MATZENBACHER, F. O. *et al.* Fatores ambientais e fisiológicos que afetam a eficácia de herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase: revisão de literatura. **Planta Daninha**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 457-463, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/pp4ZQFTnk67rYjDv6H4Bzms/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

MORAES, P. V. D. de; ROSSI, P. Comportamento ambiental do glifosato. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 22-35, 2010. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/5258>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MOROTA, F. K. *et al.* Sistemas de manejo de plantas daninhas utilizando o novo herbicida pyroxasulfone visando ao controle químico de gramíneas em soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 584-1-10, 2018. Disponível em: <https://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/584>. Acesso em: 23 fev. 2025.

MUNARO, F. C. *et al.* Combination of pre-emergence herbicides for weed control in soybean. **International Journal of Agriculture and Biology**, [S. l.], v. 34, p. 25-127, 2025. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Combination-of-Pre-emergence-Herbicides-for-Weed-in-Munaro/5950c55d673ffb8229f30b2a48eec68>. Acesso em: 21 jan. 2025.

NUNES, J. J. **Resposta de biótipos de capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) aos herbicidas glifosato, cletodim e haloxifope-p-metilico**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1512>. Acesso em: 18 abr. 2025.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de *et al.* **Mecanismos de ação de herbicidas**. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). Matologia: estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p. 170-204.

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

OSUNA, M. D. *et al.* **Resistance to ACCase inhibitors in *Eleusine indica* from Brazil involves a target site mutation**. Planta Daninha, v. 30, n. 4, p. 675-681, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/n6tBxRkLVt6FbqRSbvRVGhg/>. Acesso em: 13 abr. 2025.

PALHARINI, W. G. **Mapeamento e alternativas de controle para o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.) resistente aos herbicidas inibidores da ACCase e EPSPS**. 2024. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/6636>. Acesso em: 17 mar. 2025.

PIASECKI, C. (org.). **Modo de ação e sintomatologia**: como funcionam os herbicidas da absorção dos efeitos tóxicos que controlam as plantas perfeitamente. Santo Ângelo: Métricas, 2024.

PITELLI, R. A. **O termo planta-daninha**. Planta Daninha, v. 33, n. 3, p. 622-623, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/MY3k43DccjZxbpJpy8dR6Gr/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

QUEIROZ, A. R. S.; VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A. **Fatores que possibilitam a redução da dose dos herbicidas inibidores da enzima ALS: revisão de literatura**. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 23, p. 25-36, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/34969>. Acesso em: 21 mar. 2025.

ROMAN, E. S. **Como funcionam os herbicidas**: da biologia à aplicação. Passo Fundo: Berthier, 2007.

ROSA, L. E. **Aspectos da biologia, suscetibilidade diferencial e eficácia de herbicidas alternativos ao glyphosate no manejo de populações de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn.)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-04102016-182958/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

SCHERER, M. B. **Morfologia, fisiologia e controle químico do capim pé-de-galinha sob diferentes regimes hídricos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/13926>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SILVA, A. A. *et al.* **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS, 2004.

SILVA, A. F. da *et al.* **Monitoramento de plantas daninhas resistentes a glifosato no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 234). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1136521/1/BOL-234-Monitoramento-plantas-resistentes-glifosato.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2025.

SILVA, A. F. M. *et al.* **Introdução à ciência das plantas daninhas**. In: ZOBIOLE, L. H. S. *et al.* (ed.). Matologia: estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. p. 170-204.

SILVA, L. M. *et al.* **Controle químico de plantas daninhas com diferentes dosagens de herbicida a base de fluroxipir + picloram**. Research, Society and Development, v. 11, n. 12, p. e358111234598, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34598>. Acesso em: 16 fev. 2025.

SILVA, P. V. da *et al.* Estratégias de controle de *Coryza* spp. em pré-plantio da soja: aplicações únicas ou sequenciais? **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, e10310816995, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/download/16995/15282/217861>. Acesso em: 16 fev. 2025.

SOUSA, B. T. de *et al.* Controle de plantas daninhas e seletividade de sulfentrazone + diuron em cana-de-açúcar (cultivar RB 966928). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 4, p. 691, 2020. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/691>. Acesso em: 16 jan. 2025.

TAKANO, H. K. **Capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) resistente ao glyphosate no Brasil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017. Disponível em:

<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1191/1/000227899.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2025.

TAKANO, H. K. *et al.* **ACCase-inhibiting herbicides**: mechanism of action, resistance evolution and stewardship. *Scientia Agricola*, v. 78, n. 1, p. e20190102, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0102>. Acesso em: 16 abr. 2025.

TAKANO, H. K. *et al.* **Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes de capim-pé-de-galinha**. *Planta Daninha*, v. 34, n. 2, p. 249-258, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340200006>. Acesso em: 17 mar. 2025.

TEJADA, J. L. *et al.* **Herbicidas pós-emergentes para o controle do capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.) nos estádios de pré-perfilhamento e em perfilhamento**. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, v. 27, n. 1, p. e2361, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n1.2024.2361>. Acesso em: 14 mai. 2025.

TIMOSSI, P. C.; FREITAS, T. T. **Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho**. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 10, n. 3, p. 210-218, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v10i3.123>. Acesso em: 14 mar. 2025.

TRAXLER, C. *et al.* **The nexus between reactive oxygen species and the mechanism of action of herbicides**. *Journal of Biological Chemistry*, v. 299, n. 11, p. 105267, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021925823022950>. Acesso em: 10 fev. 2025.

TROPALDI, L. *et al.* Eficácia de herbicidas inibidores da síntese de carotenoides no controle de espécies de capim-colchão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 443-453, 2018. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16700>. Acesso em: 11 fev. 2025.

ULGUIM, A. da R. *et al.* Avaliação do mecanismo responsável pela resistência de nível baixo ao glyphosate em capim-pé-de-galinha. **Planta Daninha**, v. 35, p. 1-11, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/sBVVcwbVcmK6g4ts7DdFbqC/>. Acesso em: 26 fev. 2025.

ULGUIM, A. da R. *et al.* Manejo de capim pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 17-24, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/4bRX3CpLBqZRfrB3myWxZ9K/>. Acesso em: 8 fev. 2025.

ULGUIM, A. da R. **Resposta de capim pé-de-galinha (*Eleusine spp.*) ao herbicida glyphosate**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpel.edu.br/>. Acesso em: 21 mar. 2025.

VALLS, J. F. M. Expansão do germoplasma de *Eleusine tristachya* e notas geográficas sobre *Eleusine* no Brasil. **Revista RG News**, v. 4, n. 3, p. 385, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1115968/>. Acesso em: 7 abr. 2025.

VARGAS, L. *et al.* Low level resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to glyphosate in Rio Grande do Sul-Brazil. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 677-686, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/JMNt9dxFPBRxSy76R8HFZSB/>. Acesso em: 7 mar. 2025.

VIDAL, R. A. *et al.* Mecanismos de ação dos herbicidas. In: MONQUERO, P. A. (org.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, 2014. p. 235-256.

VIDAL, R. A. *et al.* Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 163-171, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/v8bcxfJ4DRtXdtPy3fnqb/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

WANDSCHEER, A. C. D.; RIZZARDI, M. A.; REICHERT, M. Habilidade competitiva de milho em convivência com capim-pé-de-galinha. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 281-289, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/mbcfXmv6Ytcfn4JYGStmKYJ/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. de C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônômicas. **Informações Agrônômicas**, Piracicaba, n. 119, p. 1-24, set. 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/81305034/Efeitos_do_glifosato_nas_plantas_implica%C3%A7%C3%B5es_fisiol%C3%B3gicas_e_agron%C3%B4micas. Acesso em: 28 jan. 2025.

ZEMOLIN, C. R. *et al.* Environmental fate of S-Metolachlor: a review. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 655-664, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/TdPQVFHZZDStXzHY59t73YXd/>. Acesso em: 10 mar. 2025.