

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**MAPEAMENTO E ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA O CAPIM-PÉ-DE-
GALINHA (*Eleusine indica* L.) RESISTENTE AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA
ACCase E EPSPS**

WAGGNER GOMES PALHARINI

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2024**

**MAPEAMENTO E ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA O CAPIM-PÉ-DE-
GALINHA (*Eleusine indica* L.) RESISTENTE AOS HERBICIDAS INIBIDORES DE
ACCase E EPSPS**

WAGNER GOMES PALHARINI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Munir Mauad
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva

Tese apresentada à Universidade Federal da
Grande Dourados, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Agronomia –
Produção Vegetal, para obtenção do título de
Doutor.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

T859q Palharini, Waggner Gomes

Mapeamento e Alternativas de controle de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.) resistente aos herbicidas inibidores da ACCase e EPSPS / Waggner Gomes Palharini - 2024.

Orientador: Munir Mauad.

Co-orientador: Paulo Vinicius da Silva

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Suscetibilidade. 2. Manejo. 3. Herbicidas. 4. Pós-emergência. 5. Pré-emergência. I. Título

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

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

MAPEAMENTO E ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA O CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*Eleusine indica* L.) RESISTENTES AOS HERBICIDAS INIBIDORES DE ACCase e EPSPS

por

WAGNER GOMES PALHARINI

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM AGRONOMIA

Aprovada em: 06/12/2024

Documento assinado digitalmente
 **MUNIR MAUAD**
Data: 16/12/2024 12:26:12-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Munir Mauad
UFGD

Documento assinado digitalmente
 **PAULO VINICIUS DA SILVA**
Data: 30/12/2024 16:32:55-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Vinicius da Silva
UFGD

Documento assinado digitalmente
 **ELIAS SILVA DE MEDEIROS**
Data: 18/12/2024 09:57:13-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Elias Silva de Medeiros
UFGD

Documento assinado digitalmente
 **RICARDO ALCANTARA DE LA CRUZ**
Data: 24/12/2024 07:30:50-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Ricardo Alcántara de la
Cruz
UFV

Documento assinado digitalmente
 **FRANCISCO CHARLES DOS SANTOS SILVA**
Data: 18/12/2024 07:44:28-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Francisco Charles dos
Santos Silva
UEMA

DEDICATÓRIA

À Deus, pela saúde, fé e perseverança. À minha esposa Luciene Gimenez da Silva e à minha mãe Gislaine Ávalos Gomes Deparis que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de mais um passo em minha jornada.

À minha esposa Luciene Gimenez da Silva pelo apoio, confiança e incentivo em todos os momentos.

Ao meu orientador Dr. Munir Maud, primeiro pela paciência, pela empatia, pela amizade construída, por me incentivar, por não me deixar desistir e por fazer muito mais do que é sua função para que eu pudesse concluir essa etapa em minha vida.

Ao meu Coorientador Dr. Paulo Vinicius da Silva pelo incentivo, pela empatia, pelos ensinamentos e por fazer muito mais do que precisava para me ajudar a poder finalizar essa etapa.

Ao Professor Elias Silva de Medeiros por toda ajuda nas análises dos dados.

Aos amigos Dr. Marcel Sereguin Cabral de Melo e Dr. Marcelo Rodrigues Alves de Figueiredo por todo apoio e suporte com dados amostras.

SUMÁRIO

MAPEAMENTO E ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA O CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (<i>Eleusine indica</i> L.) RESISTENTE AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA ACCase E EPSPS.	IX
RESUMO GERAL.....	IX
MAPPING AND CONTROL ALTERNATIVES FOR GOOSEGRASS (<i>Eleusine indica</i> L.) RESISTANT TO ACCase AND EPSPS INHIBITOR HERBICIDES.....	X
ABSTRACT.....	X
INTRODUÇÃO GERAL.....	11
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO I - IDENTIFICAÇÃO, MAPEAMENTO E CONTROLE QUÍMICO DE CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (<i>Eleusine indica</i> L.) AOS HERBICIDAS GLIFOSATO, CLETODIM, FENOXAPROPE E HALOXIFOPE	17
RESUMO	17
CHAPTER I - IDENTIFICATION, MAPPING AND CHEMICAL CONTROL OF GOOSEGRASS (<i>Eleusine indica</i> L.) TO THE HERBICIDES: GLYPHOSATE, CLETHODIM, HALOXYFOP AND FENOXAPROP	18
ABSTRACT.....	18
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
2.1 COLETA DE SEMENTES E IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS	21
2.2 EXPERIMENTO DE TRIAGEM	23
2.2.1 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS DOS EXPERIMENTOS DE TRIAGEM	23
2.3 EXPERIMENTO DE CURVA DE DOSE RESPOSTA	24
2.3.1 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS DO EXPERIMENTO DE CURVA DE DOSE RESPOSTA.....	25
2.4 ANÁLISE DE DADOS	25
2.4.1 ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE MONITORAMENTO	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4. CONCLUSÃO	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
CAPÍTULO II - ESTRATÉGIAS DE CONTROLE QUÍMICO DE <i>Eleusine indica</i> NA CULTURA DA SOJA.....	40
RESUMO	40
CHAPTER II – <i>Eleusine indica</i> CHEMICAL CONTROL STRATEGIES IN SOYBEAN’S CROP.	41
ABSTRACT.....	41
1. INTRODUÇÃO	42

2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
2.1	EXPERIMENTO 1: Alternativas de controle de <i>Eleusine indica</i> em pós-emergência.....	44
2.2	EXPERIMENTO 2: Alternativa de controle DE <i>Eleusine indica</i> com resistência múltipla em pós emergência.	47
2.3	EXPERIMENTO 3: Alternativa de controle de <i>Eleusine indica</i> pré-emergência.....	49
3.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
3.1	EXPERIMENTO 1: Alternativa de controle de <i>Eleusine indica</i> em pós emergência.....	51
3.2	EXPERIMENTO 2: Alternativa de controle de <i>Eleusine indica</i> com resistência múltipla em pós-emergência.	56
3.2	EXPERIMENTO 3: Alternativa de controle de <i>Eleusine indica</i> em pré emergência.	63
4.	CONCLUSÃO	67
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

MAPEAMENTO E ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA O CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*Eleusine indica* L.) RESISTENTE AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA ACCase E EPSPS.

RESUMO GERAL

A planta daninha *Eleusine indica* tem se destacado como um desafio significativo na agricultura, especialmente nas culturas de soja e milho, devido à sua alta tolerância a adversidades climáticas e à crescente resistência a herbicidas com diferentes mecanismos de ação. Esta resistência tem dificultado o controle eficaz da planta, exigindo novas estratégias de manejo. O primeiro estudo teve como objetivo monitorar biótipos de *Eleusine indica* resistentes a diversos herbicidas no estado de Mato Grosso do Sul. Foram coletadas sementes em áreas de soja e milho nos municípios de Chapadão do Sul, Amambai, Ponta Porã, entre outros, durante os anos de 2020 a 2022. As plantas foram submetidas a ensaios de curva dose-resposta para avaliar a resistência a herbicidas como glifosato, haloxifope, quizalofop, fenoxaprop e cletodim. Os resultados mostraram resistência variável entre os municípios, com alguns biótipos resistentes a glifosato, haloxifope e fenoxaprop, porém não apresentaram resistência a cletodim. O município de Rio Brillhante apresentou maior pressão de seleção, exigindo doses mais altas de herbicidas para controle eficaz. O segundo estudo abordou estratégias alternativas para o controle de *Eleusine indica*, incluindo a avaliação de herbicidas isolados e associados na pós-emergência, além de opções de controle pré-emergente. Os experimentos foram realizados a campo e em casa de vegetação, com ênfase em plantas com resistência múltipla. No primeiro experimento, a combinação de glufosinato + mesotrione e flumioxazina + mesotrione + cletodim apresentou os melhores resultados, com controle superior a 90%. No segundo experimento, que envolveu plantas com resistência múltipla comprovada, os tratamentos não apresentaram controle satisfatório, destacando a dificuldade no manejo de biótipos altamente resistentes. O terceiro experimento, focado em herbicidas pré-emergentes, mostrou que os tratamentos isoxaflutol + tienencarbazona-metílico e s-metolaclopró apresentaram os melhores índices de controle, com valores próximos a 75%, enquanto atrazina teve eficácia muito baixa. Esses estudos evidenciam a complexidade do controle de *Eleusine indica* devido à resistência múltipla e à necessidade urgente de estratégias de manejo integradas, como a combinação de herbicidas pós e pré-emergentes, e o monitoramento constante da evolução da resistência nos campos.

Palavras – Chave: Suscetibilidade; Manejo; Herbicida.

MAPPING AND CONTROL ALTERNATIVES FOR GOOSEGRASS (*Eleusine indica* L.) RESISTANT TO ACCase AND EPSPS INHIBITOR HERBICIDES.

ABSTRACT

The weed *Eleusine indica* has emerged as a significant challenge in agriculture, particularly in soybean and corn crops, due to its high tolerance to climatic adversities and the growing resistance to herbicides with different mechanisms of action. This resistance has made effective control difficult, requiring new management strategies. The first study aimed to monitor biotypes of *Eleusine indica* resistant to various herbicides in the state of Mato Grosso do Sul. Seed samples were collected from soybean and corn fields in municipalities such as Chapadão do Sul, Amambai, Ponta Porã, among others, between 2020 and 2022. The plants were subjected to dose-response assays to evaluate resistance to herbicides like glyphosate, haloxyfop, fenoxaprop, and clethodim. The results showed varying resistance across municipalities, with some biotypes resistant to glyphosate, haloxyfop, and fenoxaprop, while others showed no resistance to clethodim. The municipality of Rio Brilhante exhibited the highest selection pressure, requiring higher herbicide doses for effective control. The second study focused on alternative strategies for controlling *Eleusine indica*, including the evaluation of herbicides applied alone or in combinations during the post-emergence stage, as well as pre-emergence control options. The experiments were conducted both in the field and in a greenhouse, emphasizing plants with confirmed multiple resistance. In the first experiment, the combinations of glufosinate + mesotrione and flumioxazin + mesotrione + clethodim provided the best results, with control exceeding 90%. In the second experiment, which involved plants with multiple resistance, no treatment showed satisfactory control, highlighting the challenge of managing highly resistant biotypes. The third experiment, focusing on pre-emergence herbicides, showed that treatments with isoxaflutol + thienencarbazone and s-metolachlor provided the best control, with efficacy close to 75%, while atrazine showed very low effectiveness. These studies highlight the complexity of controlling *Eleusine indica* due to multiple resistance and the urgent need for integrated management strategies, such as the combination of post and pre-emergence herbicides, along with constant monitoring of resistance evolution in the fields.

Keywords: Susceptibility; Management; Herbicide.

INTRODUÇÃO GERAL

Planta daninha é o termo utilizado para caracterizar espécies de plantas que estão em um local indesejado. Para Lorenzi (2014), por exemplo, inclusive culturas de interesse econômico que vegetam em lavouras subsequentes devem ser consideradas plantas daninhas, pois interferem no seu desenvolvimento reduzindo a produção. A espécie *Eleusine indica* é uma planta daninha de metabolismo de tipo C4, anual de ampla ocorrência no Brasil (Scherer et al., 2019), sendo comumente encontrada nas regiões do Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.

A Ásia provavelmente é o centro de origem dessa espécie que foi distribuída pelas regiões tropicais, subtropicais e temperadas do mundo (Kissmann, 1992; Chauhan & Johnson, 2008). Com a intensificação da agricultura e a implementação do uso de herbicidas para controle de plantas daninhas, várias espécies de plantas foram selecionadas e aumentando suas populações resistentes às moléculas de herbicidas (Christoffoleti et al., 2016).

De acordo com as informações de Heap (2024), no Brasil, o primeiro relato de biótipos resistentes de *Eleusine indica* foram reportados pela primeira vez em 2003 e estavam relacionados aos herbicidas do Grupo A (Inibidores da ACCase). A pesquisa demonstrou que alguns biótipos testados apresentaram resistência a cyhalofop-butyl, fenoxaprope-P-ethyl e sethoxydim. Em 2016 foi catalogada a primeira resistência ao grupo G (Inibidores da EPSPS sintase) e por último, em 2017 foram encontrados biótipos com resistência múltipla para herbicidas dos Grupos A e G (Takano et al., 2018).

No Brasil os relatos de resistência múltipla de *Eleusine indica* são recentes, assim a determinação de alternativas ao manejo dessas plantas e o mapeamento de biótipos com resistência múltipla e/ou cruzada a herbicidas do grupo A e G ainda não foram desenvolvidos, o que torna relevante esse estudo para a comunidade científica. Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram mapear áreas do estado do Mato Grosso do Sul com possíveis infestações de *Eleusine indica* L. resistentes ao glifosato e/ou a herbicidas inibidores da ACCase, além de avaliar alternativas de controle químico para seu manejo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL

As plantas daninhas competem pela extração de elementos vitais como água, luz, CO₂ e nutrientes, acarretando perdas de produção (Franco *et al.*, 2017; Fialho *et al.*, 2016). No Brasil, são estimadas perdas em torno de 20% a 30% por interferência de plantas daninhas (Lorenzi, 2014). No intuito de evitar as perdas provocadas pela competição, o produtor deve empregar medidas de manejo eficientes de forma racional, integrando diferentes medidas de controle culturais, mecânicas e químicas, sendo esta última a mais empregada em culturas de grande escala (Ferreira *et al.*, 2015).

A *Eleusine indica* é considerada uma das plantas daninhas mais problemáticas do mundo (Franco *et al.*, 2017; Scherer *et al.*, 2019; Takano *et al.*, 2018), isso porque, mesmo tendo como possível centro de origem a Ásia, essa espécie ocorre extensivamente em diversos locais, incluindo África do Sul, Japão e sudeste dos Estados Unidos, sendo relatada como uma planta daninha problemática em mais de 60 países (Leach *et al.*, 1995; Takano *et al.*, 2018). No Brasil ocorre amplamente nas principais plantações, incluindo as culturas de soja, milho e algodão (Vidal *et al.*, 2006).

Essa espécie possui metabolismo fotossintético do tipo C4, diploide, autógama, de ciclo anual ou perene, e produz elevada quantidade de sementes, que são disseminadas pelo vento (Kissmann, 1992; Scherer *et al.*, 2019).

Nos cultivos de soja e outras culturas dicotiledôneas, o controle de plantas daninhas monocotiledôneas geralmente é realizado com herbicidas inibidores da enzima acetil-CoA carboxilase (ACCase), principalmente se na área já existe suspeita de resistência ao glifosato ou se a cultura implantada não é resistente ao glifosato. A ocorrência de uma planta daninha em cultivos que compartilham os mesmos herbicidas em algumas aplicações pode aumentar as chances de seleção de biótipos resistentes (Ferreira *et al.*, 2015).

Segundo Christoffoleti *et al.*, (2016), pode-se definir a resistência de plantas daninhas como a ocorrência de um biótipo que sobrevive com a aplicação de um composto químico, ao qual as populações iniciais eram suscetíveis. Sendo a primeira ocorrência documentada no Canadá e nos Estados Unidos em 1957 (Hilton, 1957), (Gazziero *et al.*, 2009; Franco *et al.*, 2017), também definiram a resistência como a capacidade inerente e hereditária de um

biótipo, dentro de uma determinada população, de sobreviver e se reproduzir após exposição à dose registrada de herbicida para controle da espécie, levando em consideração critérios de aplicação, estágio de desenvolvimento, condições climáticas, entre outros.

Atualmente, há 533 casos únicos (espécies x local de ação) de plantas daninhas resistentes a herbicidas globalmente, com 273 espécies, sendo 156 dicotiledôneas e 117 monocotiledôneas. As plantas daninhas desenvolveram resistência a 21 dos 31 locais de ação de herbicidas conhecidos e a 168 herbicidas diferentes, além disso as plantas daninhas resistentes também foram relatadas em 101 culturas em 72 países (HEAP, 2024). Existem diferentes mecanismos de resistência de plantas daninhas, porém os principais ocorrem por alteração no sítio de ação do herbicida, metabolização e desintoxicação, amplificação gênica, translocação diferencial e compartimentação do herbicida (Christoffoleti *et al.*, 2016; Heap, 2024).

Foram detectados no mundo biótipos de *Eleusine indica* resistentes a vários mecanismos de ação como inibidores de mitose, inibidores de ALS, inibidores de ACCase, inibidores do fotossistema I, fotossistema II, inibição da formação de microtúbulos e inibidores de EPSPS (Heap, 2024; Scherer *et al.*, 2019; Kraehmer *et al.*, 2016).

O primeiro relato de resistência do *Eleusine indica* no Brasil ocorreu em 2003 para os herbicidas do Grupo A (inibidores de ACCase) (Heap 2024; Franco *et al.*, 2017). Alguns biótipos testados apresentaram resistência a cyhalofop-butyl, fenoxaprope-P-ethyl e sethoxydim. Suspeitas de *Eleusine indica* resistente aos inibidores de ACCase também foram detectadas em 2004, em propriedade com cultivo de soja localizada no estado do Mato Grosso (Vidal, *et al.*, 2006). Em 2016 foi catalogada a primeira resistência ao grupo G (Inibidores da EPSPS sintase) e por último, em 2017 foram encontrados os primeiros biótipos com resistência múltipla para herbicidas dos Grupos A e G com sobrevivência a fenoxaprope-P-etil, glifosato e haloxifop-metil e podem ter resistência cruzada a outros herbicidas desses mesmos grupos (Heap 2024; Takano *et al.*, 2018).

Os herbicidas que afetam a enzima ACCase incluem os compostos químicos ariloxifenoxipropionatos (AOPP), ciclohexanodionas (CHD) e pirazolinas. Essa enzima catalisa a primeira reação química, a partir de acetil-CoA, para síntese de lipídeos nas células vegetais. A proteína ACCase pode conferir diferentes graus de sensibilidade aos herbicidas

devido às dificuldades de acesso ou ajuste dentro do sítio ativo da enzima (Osuna *et al.*, 2012).

Em diferentes partes do mundo, várias espécies de plantas daninhas desenvolveram resistência ao glifosato e, devido à pressão de seleção imposta com a aplicação repetida dos mesmos herbicidas e/ou mecanismos de ação, as inúmeras populações resistentes crescem todo ano (Villalba, 2009; Takano *et al.*, 2018). No Brasil, por exemplo, a maioria dos casos de resistência para o glifosato foram detectados em cultivos de soja, isso devido ao uso intensivo do herbicida na cultura tolerante, o que está gerando cada vez mais a necessidade de alternativas de manejo (Sweeney; Jones, 2015).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAUHAN, B. S., JOHNSON, D. E. Germination Ecology of Goosegrass (*Eleusine indica*): an important grass weed of rainfed rice. **Weed Science**, v. 56, n. 5, p. 699-706, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-08-048.1> .

CHRISTOFFOLETI, P. J., NICOLAI, M., MELO, M. S. C. D., SILVA, D. D. C. P. D., & BRUNHARO, C. A. D. C. G. Resistência de plantas daninhas a herbicidas inibidores da EPSPs (Grupo G). In: **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: ESALQ, 262 p. 2016.

FERREIRA, E. A., DE MATOS, C. D. C., BARBOSA, E. A., MELO, C. A. D., DA SILVA, D. V., & DOS SANTOS, J. B. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 2, p. 115-121, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4322/rca.1745> .

FRANCO, J. J., AGOSTINETTO, D., LANGARO, A. C., PERBONI, L. T., & VARGAS, L. Competitividade relativa de biótipos de capim pé-de-galinha com a cultura da soja. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 271-277. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n201rc> .

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* Critérios para relatos oficiais estatísticos de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (Eds.). **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Passo Fundo: Berthier, p. 91-101. 2009.

HEAP, I. M. **The International survey of herbicide resistant weeds**. 2024. Disponível em: <http://www.weedscience.com> .

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo I. São Paulo: BASF, 1997. 825 p. KRAEHMER, H., JABRAN, K., MENNAN, H., & CHAUHAN, B. S. Global distribution of rice weeds—a review. **Crop Protection**, v. 80, p. 73-86. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.10.027> .

LEACH, G. E., DEVINE, M. D., KIRKWOOD, R. C., & MARSHALL, G. Target enzyme-based resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors in *Eleusine indica*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 51, n. 2, p. 129-136. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1006/pest.1995.1013> .

LORENZI, H., NICOLAI, M., BIANCHI, M. A., INOUE, M. H., CORREIA, N. M., CHRISTOFFOLETI, P. J., & GUIMARÃES, S. C. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2014.

OSUNA, M. D., GOULART, I. C. G. D. R., VIDAL, R. A., KALSING, A., RUIZ SANTAELLA, J. P., & DE PRADO, R. Resistance to ACCase inhibitors in Eleusine indica from Brazil involves a target site mutation. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 675-681. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000300025> .

SAMMONS, R. D., & GAINES, T. A. Glifosato resistance: state of knowledge. **Pest management science**, v. 70, n. 9, p. 1367-1377. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.374> .
SCHERER, M. B., GÖERGEN, A. B., PEDROLLO, N. T., RUBERT, J., DORNELLES, S. H. B., & LOPES, S. J. Goosegrass: Morphophysiological Characterization Under Water Excess Conditions. **Planta Daninha**, V. 37, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100114> .

SWEENEY, J. A., & JONES, M. A. Glufosinate Tolerance of Multiple WideStrike and Liberty-Link Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Cultivars. **Crop Science**, v. 55, n.1, p. 403-410. 2015. DOI: <https://10.2135/cropsci2014.03.0175> .

TAKANO, H. K., OLIVEIRA JR, R. S., CONSTANTIN, J., SILVA, V. F. V., & MENDES, R. R. Chemical control of glifosato-resistant goosegrass. **Planta Daninha**, v. 36, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100055> .

VIDAL, R. A., PORTES, E. D. S., LAMEGO, F. P., & TREZZI, M. M. Resistência de Eleusine indica aos inibidores de ACCase. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 163-171. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000100021> .

VILLALBA, A. Resistencia a herbicidas: Glifosato. **Ciencia, docencia y tecnología**, v. XX, n. 39, p. 169-186. 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14512426010> .

YU, X. M., YU, T., YIN, G. H., DONG, Q. L., AN, M., WANG, H. R., & AI, C. X. Glifosato biodegradation and potential soil bioremediation by *Bacillus subtilis* strain Bs-15. **Genet Mol Res**, v. 14, n. 4, p. 14717-14730. 2015. DOI: <https://doi.org/10.4238/2015> .

CAPÍTULO I - IDENTIFICAÇÃO, MAPEAMENTO E CONTROLE QUÍMICO DE CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*Eleusine indica* L.) AOS HERBICIDAS GLIFOSATO, CLETODIM, FENOXAPROPE E HALOXIFOPE

RESUMO

A espécie *Eleusine indica* se destaca como planta daninha de extrema importância devido a sua alta tolerância a adversidades climáticas, o que tem favorecido sua disseminação mundialmente e representando uma problemática no cultivo de culturas como soja e milho. Associado a isso, os reportes de resistência a herbicidas de diferentes mecanismos de ação tem dificultado o seu controle, demandando estratégias de manejo que visem minimizar sua disseminação, a exemplo do monitoramento de biótipos com resistência a determinados herbicidas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar o monitoramento de biótipos de *Eleusine indica* resistentes a diferentes herbicidas no estado do Mato Grosso do Sul. Para isso, foram realizadas coletas de sementes de plantas de *Eleusine indica* com suspeita de resistência durante os anos de 2020, 2021 e 2022 em áreas de produção de soja e milho localizadas nos municípios de: Chapadão do Sul, Amambai, Ponta Porã, Caarapó, Dourados, Maracaju, Sidrolândia, Antônio João, Bonito, Itaquiraí, Douradina, São Gabriel do Oeste, Campo Grande, Rio Brilhante, Camapuã, Nova Alvorada do Sul e Paraíso das Águas. As amostras foram então semeadas em vasos que foram preenchidos com substrato. As plantas foram mantidas até que iniciassem seu perfilhamento, quando foram transplantadas para vasos com 1L de capacidade e mantidas em casa de vegetação com fotoperíodo e temperatura controláveis e irrigação diária de 5mm. As plantas foram então submetidas à triagem e as plantas que apresentaram suspeita de resistência foram submetidas à aplicação de herbicidas em ensaio de curva dose-resposta no qual foram aplicados: 1/8.D; 1/4.D; 1/2.D; D; 2.D; 4.D; 8.D da dose recomendada em bula. Os tratamentos utilizados na triagem foram: glifosato, haloxifope, cletodim, fenoxaprope e uma testemunha sem aplicação. A aplicação foi conduzida por meio de câmara de aplicação com vazão de 150 L ha⁻¹ e o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Foram conduzidas então avaliações visuais de controle dos biótipos, sendo atribuídas notas de 0 a 100% conforme escala visual da EWRS (2004). Os resultados foram então submetidos à análise estatística por meio do software R, no qual se construiu as curvas dose-resposta para fins de comparação. Foram identificados municípios com ocorrência de biótipos resistentes ao glifosato, outros resistentes ao glifosato e haloxifope, e ainda ao glifosato, haloxifope e fenoxaprope. Para cletodim não se observou cenário de resistência para os biótipos coletados. Observou-se maior pressão de seleção no município de Rio Brilhante/MS uma vez que foram necessárias maiores doses de todos os herbicidas analisados para o efetivo controle quando comparado aos demais municípios.

Palavras – Chave: Suscetibilidade; Seleção; Resistência.

CHAPTER I - IDENTIFICATION, MAPPING AND CHEMICAL CONTROL OF GOOSEGRASS (*Eleusine indica* L.) TO THE HERBICIDES: GLYPHOSATE, CLETHODIM, HALOXYFOP AND FENOXAPROP

ABSTRACT

Eleusine indica stands out as a highly significant weed species due to its high tolerance to climatic adversities, which has favored its global dissemination and represents a major issue in the cultivation of crops such as soybean and corn. In addition, reports of resistance to herbicides with different mechanisms of action have hindered its control, demanding management strategies to minimize its spread, such as monitoring biotypes resistant to specific herbicides. Thus, the objective of this study was to monitor *Eleusine indica* biotypes resistant to different herbicides in the state of Mato Grosso do Sul. To achieve this, seeds were collected from *Eleusine indica* plants suspected of resistance during the years 2020, 2021, and 2022 in soybean and corn production areas located in the municipalities of Chapadão do Sul, Amambai, Ponta Porã, Caarapó, Dourados, Maracaju, Sidrolândia, Antônio João, Bonito, Itaquiraí, Douradina, São Gabriel do Oeste, Campo Grande, Rio Brilhante, Camapuã, Nova Alvorada do Sul, and Paraíso das Águas. The collected samples were sown in pots filled with substrate. The plants were maintained until the tillering stage began, when they were transplanted into 1 L-capacity pots and kept in a greenhouse with controllable photoperiod, temperature, and daily irrigation of 5 mm. The plants were then subjected to screening, and those showing suspected resistance were further tested through dose-response curve assays, in which the following doses were applied: 1/8.D, 1/4.D, 1/2.D, D, 2.D, 4.D, and 8.D of the recommended label dose. The herbicide treatments used in the screening were glyphosate, haloxyfop, clethodim, fenoxaprop, and a control group without herbicide application. Applications were performed using a spray chamber calibrated to deliver a flow rate of 150 L ha⁻¹, and the experimental design was completely randomized. Visual assessments of biotype control were conducted, assigning scores from 0 to 100% according to the EWRS visual scale (2004). The results were subjected to statistical analysis using the R software, and dose-response curves were constructed for comparison purposes. Municipalities were identified with biotypes resistant to glyphosate, others resistant to glyphosate and haloxyfop, and still others resistant to glyphosate, haloxyfop, and fenoxaprop. For clethodim, no resistance scenarios were observed among the collected biotypes. A higher selection pressure was observed in the municipality of Rio Brilhante/MS, as higher doses of all analyzed herbicides were required for effective control compared to the other municipalities.

Keywords: Susceptible; Selection; Resistance.

1. INTRODUÇÃO

Amplamente reconhecida como uma planta daninha de grande importância, *Eleusine indica*, também conhecida como capim-pé-de-galinha, é uma planta da família *Poaceae* com reprodução exclusiva por sementes. Essa espécie é considerada como nativa da Ásia e África, estando amplamente distribuída em regiões de climas quentes e temperados (Lorenzi, 2014; USDA, 2020). Sua rápida e intensa disseminação ocorreu principalmente por características morfológicas que favorecem sua dispersão, tais quais: rápida emissão de perfilhos, rápida produção de sementes e sua tolerância a diversas adversidades climáticas como calor, seca e corte, fatores que também favoreceram a sua permanência no campo (Takano *et al.*, 2016; Loddo *et al.*, 2020).

Em relação à sua germinação, além de apresentar adaptabilidade a condições de seca, sua germinação pode ocorrer em uma faixa de temperatura que varia de 20-35°C. Dessa forma, condições de altas temperaturas e secas favorecem a predominância dessa planta daninha no campo, o que pode ser observado no cenário regional, uma vez que, no estado do Mato Grosso do Sul, foram observados períodos de seca e as altas temperaturas observadas no estado que variaram nos últimos meses entre 22-38°C. (Takano *et al.*, 2016; Famasul, 2024). Entretanto, as condições de seca e altas temperaturas não se limitaram a um estado, mas foram observadas também em cenário nacional (Inmet, 2023).

Eleusine indica se tornou uma espécie reconhecida mundialmente como planta daninha problemática devido à sua alta infestação não somente em viveiros, pomares e margens de estradas, mas também em culturas anuais como milho e soja (Loddo *et al.*, 2020), sendo que sua presença no campo de forma simultânea à cultura pode vir a culminar em significativas perdas na produção, podendo reduzir a produtividade na cultura da soja, e portanto demanda o seu correto manejo (Soltani *et al.*, 2022).

Nesse contexto, herbicidas pertencentes ao mecanismo de ação inibidores da ACCase, a exemplo de cletodim, fenoxaprope e haloxifope, são amplamente posicionados como pós-emergentes no cultivo de diversas culturas em todo o mundo, principalmente para o controle de espécies gramíneas (Hrac, 2024; Agrofít, 2024). Entretanto, a resistência a esses herbicidas tem sido frequentemente relatada, sendo observada para pelo menos 50 espécies pelo mundo, dentre estas, *Eleusine indica* (Yuan *et al.*, 2019; Deng *et al.*, 2020; Deng *et al.*, 2023; Heap, 2024).

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

O desafio do manejo de *Eleusine indica* se torna ainda mais preocupante devido a relatos de resistência múltipla dessa espécie a herbicidas inibidores da ACCase (como cletodim e haloxifope-metil) e da EPSPS (glifosato) em cenário nacional (Vásquez-García *et al.*, 2021). Dessa forma, faz-se necessária a adoção de práticas que minimizem os riscos de evolução da resistência, tais quais: rotação de mecanismos de ação, remoção manual de biótipos resistentes e limpeza de maquinários, são práticas essenciais que devem ser adotadas no sistema de produção (Masin *et al.*, 2006).

Visando reduzir as chances da infestação por biótipos resistentes, todos os esforços devem estar voltados para evitar a sua disseminação, uma vez que quando presentes no campo, a dificuldade de controle facilita a sua permanência na área. Portanto, o monitoramento de biótipos resistentes contribui como uma técnica de avaliação de possíveis problemas nas áreas e por isso deve ser uma prática adotada, uma vez que as sementes de *Eleusine indica* apresentam viabilidade reportada de até 3 anos enterrada (Masin *et al.*, 2006). Assim sendo, realizar o monitoramento de biótipos de *Eleusine indica* resistentes a herbicidas permite um melhor estudo acerca da sua evolução e disseminação, possibilitando um melhor manejo dessa espécie. Logo, o objetivo desse estudo visa monitorar biótipos de *Eleusine indica* no Estado do Mato Grosso do Sul e diagnosticar suas resistências.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 COLETA DE SEMENTES E IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS

Durante os anos de 2020, 2021 e 2022, foram selecionadas áreas destinadas a produção das culturas de soja (*Glycine max L.*) e milho (*Zea mays L.*), em diversos pontos do estado do Mato Grosso do Sul, região centro-oeste do Brasil. Nessas unidades de produção foram coletadas amostras de sementes da espécie de planta daninha *Eleusine indica* L. Nas áreas de coleta foram realizadas a identificação das coordenadas geográficas, os dados são apresentados na tabela 1 relativos ao ano de 2020, tabela 2 relativos ao ano de 2021 e tabela 3 relativos ao ano de 2022.

Tabela 1. Pontos de coleta de amostras de *Eleusine indica* distribuídas no estado Mato Grosso do Sul, no ano de 2020, com as respectivas coordenadas geográficas.

N	Cidade/Distrito	Data da Coleta	Latitude	Longitude
33	Chapadão do Sul	03/01/2020	-18,784792	-52,554037
34	Chapadão do Sul	03/01/2020	-18,784792	-52,554037
37	Chapadão do Sul	10/02/2020	-18,784792	-52,554037
61	Amambaí	17/08/2020	-23,054130	-55,227478
64	Ponta Porã	08/10/2020	-22,416028	-55,567218
2	Caarapó	01/12/2020	-22,55346307	-54,83354769
3	Caarapó	01/12/2020	-22,54836823	-54,83665145
4	Dourados	01/12/2020	-22,29813212	-54,61583991
8	Maracajú	04/12/2020	-21,66293777	-55,11710973
9	Maracajú	05/12/2020	-21,68998773	-55,11915443
10	Sidrolândia	02/12/2020	-21,39107804	-55,11272091
11	Antônio João	03/12/2020	-22,224718	-55,889599
13	Bonito	05/12/2020	-21,162085	-56,282942
14	Maracajú	06/12/2020	-21,68998773	-55,11915443
15	Bonito	07/12/2020	-21,162085	-56,282942

Fonte: elaborado pelo autor

Na Tabela 2 encontram-se dispostos os pontos de coleta de sementes de plantas da espécie *Eleusine indica* e suas respectivas coordenadas geográficas referentes ao ano de 2021.

Tabela 2. Pontos de coleta de amostras de *Eleusine indica* distribuídas no estado Mato Grosso do Sul, no ano de 2021, com as respectivas coordenadas geográficas.

N	Cidade/Distrito	Data da Coleta	Latitude	Longitude
17	Chapadão do Sul	02/02/2021	-18,772215	-52,643438
19	Itaquiraí	03/03/2021	-23,34446685	-54,21735607
55	Douradina	11/05/2021	-22,04951125	-54,55149263
56	Bandeirantes	11/05/2021	-19,90267373	-54,37308733
57	São Gabriel do Oeste	11/05/2021	-19,55035652	-54,43302866
58	Campo grande	11/05/2021	-20,72741035	-54,54107472
59	Rio Brilhante	11/05/2021	-21,67383205	-54,46506547
60	Camapuã	11/05/2021	-19,49705244	-53,82622002
61	Nova Alvorada do Sul	11/05/2021	-21,00688727	-54,50869784
62	Jaraguari	11/05/2021	-20,15689786	-54,44222835
63	Paraíso das águas	11/05/2021	-19,02955558	-53,00966755
64	Paraíso das águas	11/05/2021	-19,12957233	-53,04923574
65	Camapuã	11/05/2021	-19,64111111	-54,12798548
1	Dourados	23/11/2021	-22,279619	-54,649158

Fonte: elaborado pelo autor

Por sua vez, na Tabela 3, encontram-se informações semelhantes às dispostas nas Tabelas 1 e 2, ou seja, cidades, datas e coordenadas dos locais de coleta de sementes de *Eleusine indica*, entretanto referente ao ano de 2022.

Tabela 3. Pontos de coleta de amostras de *Eleusine indica* distribuídas no estado Mato Grosso do Sul, no ano de 2022, com as respectivas coordenadas geográficas.

N	Cidade/Distrito	Data da Coleta	Latitude	Longitude
7	Rio brilhante	10/03/2022	-21,83103669	-54,53570121
8	Sidrolândia	10/03/2022	-21,01648834	-54,95145528
122	Indápolis	21/08/2022	-22,24341951	-56,62231293
123	Deodápolis	21/08/2022	-22,25766161	-54,21790197
124	Nova Andradina	21/08/2022	-22,31532135	-53,41825357

Fonte: elaborado pelo autor

As coletas seguiram uma padronização, segundo a qual se coletou sementes em áreas de produção de grãos no sistema de plantio de soja com posterior semeadura do milho, em que houvesse a suspeita de escape de controle da espécie daninha, assim eliminando locais com histórico de baixo ou nulo uso de herbicidas. Em cada área foram coletadas sementes de plantas de *Eleusine indica* L. que estivessem próximas e apresentassem características morfológicas semelhantes. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, enumeradas e acondicionadas em câmara fria seca, até o momento de instalação dos ensaios de triagem, objetivando assim manter o vigor das sementes e viabilizar a emergência de forma homogênea.

2.2 EXPERIMENTO DE TRIAGEM

A primeira etapa consistiu na triagem das sementes coletadas, a qual foi conduzida em casa de vegetação. Para tal, as sementes coletadas e previamente identificadas e codificadas foram semeadas em vasos plásticos com capacidade volumétrica de 0,8 L, os quais foram preenchidos com substrato comercial (casca de Pinus, turfa e vermiculita). No início do perfilhamento, as plântulas foram transplantadas para vasos de 1 L de capacidade volumétrica, preenchidos com a mesma proporção de substrato, onde permaneceram até o término do experimento, em densidade média de 3 plantas por unidade experimental.

No início do perfilhamento das plantas de *E. indica*, as unidades experimentais foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (Tabela 4) e quatro repetições para cada tratamento. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação com ambiente controlado com a temperatura média de 25° C, 5 mm de irrigação diária e 12 h de fotoperíodo. Após a aclimação das plantas de *E. indica*, foi realizada a aplicação dos tratamentos de herbicidas, quando estas se encontravam em estágio fenológico de 2 – 3 perfilhos. Segundo a escala de BBCH, elas estavam no estágio fenológico 22 – 23.

Tabela 4. Tabela com descrição dos tratamentos e doses utilizadas no experimento de triagem.

Ingrediente ativo	Dose	
Testemunha	0	
Glifosato*	960	
Fenoxaprope	220	
Haloxifop*	120	Equivalente ácido*
Cletodim	108	

Fonte: elaborado pelo autor

2.2.1 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS DOS EXPERIMENTOS DE TRIAGEM

Avaliou-se visualmente o controle das plantas daninhas ao 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA). Adotou-se escala de nota visual de 0 a 100, preconizada pela Weed Science Society of America e pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Estas avaliações ocorrem de forma comparativa à testemunha sem aplicação, a qual recebe uma nota 0% de controle, enquanto os tratamentos em que ocorreu aplicação de herbicidas podem chegar até o 100% de controle, indicando a morte da planta. O controle médio obtido acima de 80% em todas as repetições classifica como Suscetível, uma ou duas repetições com controle < 80% classifica como possível resistente segregante e três ou mais repetições com

controle < 80% classifica como resistente, de acordo com o proposto por Gonçalves Netto *et al.*, (2021).

2.3 EXPERIMENTO DE CURVA DE DOSE RESPOSTA

As progênes de dois biótipos de *Eleusine indica* que sobreviveram às doses comerciais aplicadas nos ensaios de triagem foram submetidos a uma segunda fase, que consiste no ensaio de curva de dose-resposta.

Logo, essas duas progênes mais um biótipo considerado suscetível foram submetidos aos seguintes tratamentos de herbicidas: glifosato, haloxifope, fenoxaprope e cletodim, em que para cada um desses tratamentos foram adotadas as doses de 8D, 4D, D, 1/4D, 1/8D e testemunha sem aplicação de herbicidas. Essa descrição de doses é apresentada na tabela 5.

Tabela 5. Tabela com descrição dos tratamentos e doses utilizadas no experimento de dose reposta.

Ingrediente Ativo	Doses							
	Testemunha	1/8	1/4	1/2	D	2D	4D	8D
Glifosato*	0	120	240	480	960	1920	3840	7680
Fenoxaprop	0	3,4375	6,875	13,75	220	440	880	3520
Haloxifop*	0	3,75	7,5	30	120	240	960	3840
Cletodim	0	3,375	6,875	27	108	216	432	1728

Equivalente ácido *

Fonte: elaborado pelo autor

Os tratamentos de herbicidas foram aplicados de forma isolada, ou seja, um único produto sobre cada unidade experimental, usando para tal uma câmara de aplicação modelo “DeVries Generation III Research Sprayer”, contendo uma ponta de pulverização EVS 8002 calibrada para aplicar um volume de calda de 200 L ha⁻¹, a uma altura média de 40 cm das plantas alvo. Imagens relacionadas à câmara utilizada se encontram dispostas na Figura 2.

Figura 2. Câmara de aplicação utilizada para os fins experimentais.



Fonte: elaborado pelo autor

2.3.1 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS DO EXPERIMENTO DE CURVA DE DOSE RESPOSTA.

No ensaio de curva de dose resposta também foi avaliado visualmente o controle das plantas daninhas ao 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA). Assim como na triagem, adotou-se escala de nota visual de 0 a 100, preconizada pela Weed Science Society of America e pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados foi realizada por meio de aplicação do teste F na análise de variância. As curvas de dose-reposta foram ajustadas ao modelo de regressão não linear do tipo logístico. A variável controle foi ajustada por Streibig *et al.*, (1998).

Equação 1. Equação utilizada para ajuste da variável.

$$y = \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c\right]}$$

Em que: y= porcentagem de controle; x= dose do herbicida; e *a, b* e *c*= parâmetros da curva de modo que *a* é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, *b* é a dose que proporciona 50% de resposta da variável da curva. Os dados foram submetidos à análise de

regressão, conforme Pimentel-Gomes & Garcia (2002), se significativo ($p < 0,05$), ajustou-se ao modelo logístico de regressão não-linear proposto por (Seefeldt *et al.*, 1995):

Equação 2. Modelo logístico de regressão não-linear de autoria de Seefeldt *et al.*, (1995).

$$y = Pmín \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c\right]}$$

No modelo, os parâmetros representam: $Pmín$ como o ponto mínimo da curva, y com a variável resposta; x é a dose do herbicida; a equivale à amplitude entre o ponto máximo e o mínimo; b como a dose que proporciona 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva. Baseado nos valores de ED 50, obteve-se o fator de resistência ($FR = ED\ 50\ resistente / ED\ 50\ suscetível$). O fator de resistência expressa o número de vezes em que a dose necessária para controlar 50% da população resistente é superior à dose que controla 50% da população suscetível (Hall *et al.*, 1998).

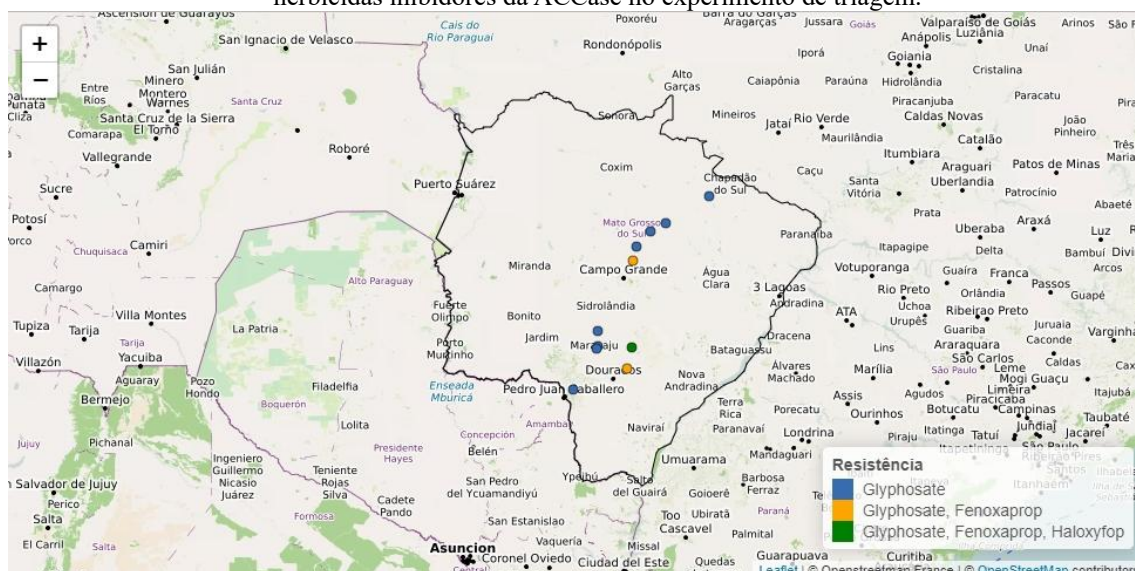
2.4.1 ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE MONITORAMENTO

Com base nas coordenadas geográficas de coleta em cada localidade, foram realizados mapas com a distribuição espacial das amostras coletadas, os quais foram preparados através do software QGIS 2.14.12 (QGIS Development Equipe, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseado nos experimentos de triagem, não foram identificados biótipos com resistência ao herbicida inibidor da ACCase (cletodim), entretanto, foram identificados biótipos com possíveis resistências simples ao glifosato, e ainda biótipos com mais de uma possível resistência, sendo ela aos herbicidas inibidores da EPSPS (glifosato) e inibidores da ACCase (fenoxaprope e haloxyfop). O mapeamento e a identificação dos locais onde foram identificados os biótipos se encontram dispostos na Figura 3.

Figura 3. Mapa relativo à identificação de possível resistência simples e/ou múltipla para glifosato e herbicidas inibidores da ACCase no experimento de triagem.



Fonte: elaborado pelo autor

Dentre os biótipos que apresentaram possíveis resistências no ensaio de triagem, para dois biótipos (1 do município de Rio Brillhante-MS e outro do Município de Camapuã-MS) foram realizados experimentos de curva de dose-resposta. Juntamente foi utilizado um biótipo do distrito de Indápolis-MS, pertencente ao município de Dourados-MS, como referência suscetível (Figura 4).

Na Figura 4, observa-se que para o herbicida glifosato, as amostras oriundas do distrito de Indápolis/MS, apresentaram controle próximo de 60% quando a dose ainda era de 100g i.a ha⁻¹ e apresentou efeito crescente de controle conforme o aumento da dose analisada. Vale ressaltar ainda que essas mesmas amostras já apresentaram controle próximo a 100%

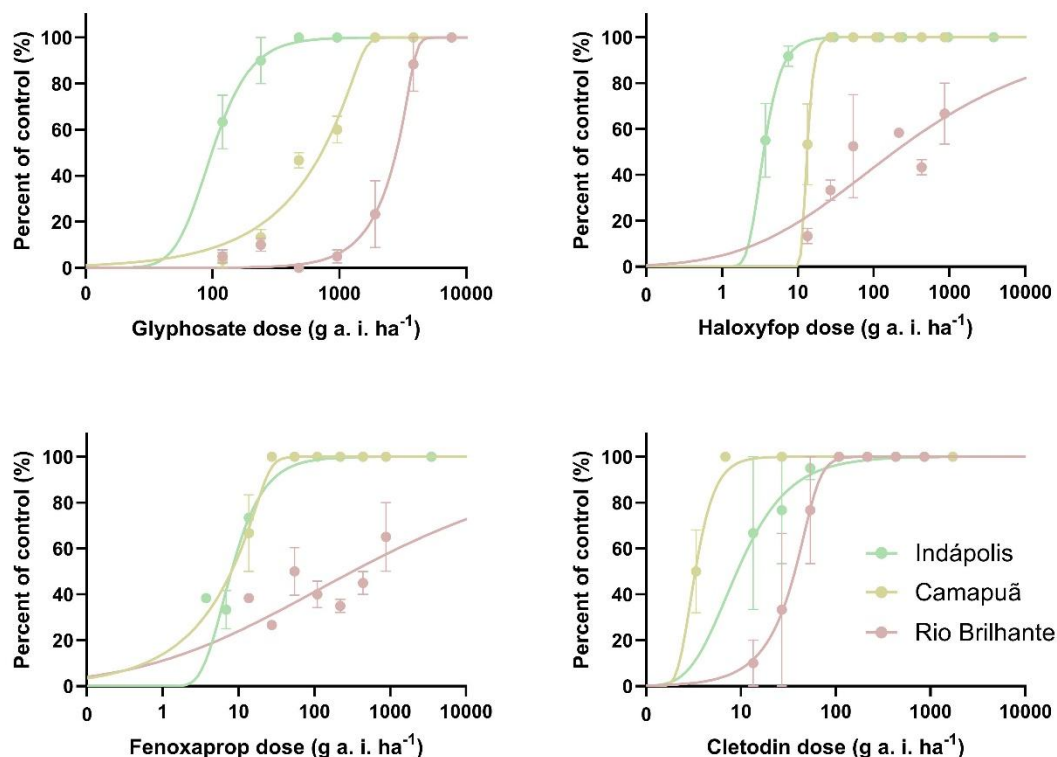
em doses inferiores a 1000g i.a ha^{-1} de glifosato, indicando que o seu controle foi efetivo mesmo com uma dose ainda menor do que a recomendada.

Em relação ao município de Camapuã/MS, foi observada evolução de controle, entretanto com doses maiores às observadas para o distrito de Indápolis/MS. Uma vez que o controle obtido com 100g i.a ha^{-1} foi próximo a 10%, seu controle efetivo foi observado somente quando a dose de glifosato era superior a 1000g i.a.ha^{-1} .

Já para o município de Rio Brilhante/MS, observou-se cenário de difícil controle, uma vez que, com a dose de 1000g i.a ha^{-1} as porcentagens foram próximas a 0%. Porém, passou a apresentar evolução de controle a partir dessa mesma dose, o que explica a ineficiência de controle quando avaliado as menores doses. Entretanto, o controle efetivo nessa área foi obtido com doses maiores, no caso, doses próximas a 5000g i.a ha^{-1} , ou seja, doses 4 vezes superiores à dose recomendada.

Em relação ao herbicida haloxifope, o cenário observado foi o mesmo que o apresentado para glifosato, ou seja, as amostras suscetíveis de Indápolis/MS necessitaram de menores doses para seu efetivo controle, enquanto as de Rio Brilhante/MS apresentaram a maior necessidade. Dessa forma, nota-se que para o distrito de Indápolis/MS a dose de aproximadamente 5g i.a ha^{-1} foi suficiente para proporcionar níveis de controle próximos a 60%, sendo que quando a dose foi aumentada para 10g i.a ha^{-1} , o controle de *Eleusine indica* já se mostrou satisfatório com valores próximos a 100%.

Figura 4. Curvas dose-resposta de plantas de *Eleusine indica* aos herbicidas glifosato, haloxyfop, fenoxaprop e cletodim.



Fonte: elaborado pelo autor

Para o município de Camapuã/MS, a dose de 10g i.a ha⁻¹ já se mostrou eficaz para seu controle, uma vez que apresentou efeito crescente, obtendo valores próximos aos obtidos para Indápolis/MS, que logo em seguida se estabilizaram em 100% de controle. Por fim, para o município de Rio Brilhante/MS, as doses de 10 e 100g i.a ha⁻¹ resultaram em controle próximo a 20 e 40% respectivamente. Ainda, a dose de 1000g i.a ha⁻¹ que representa mais de quatro vezes a dose recomendada proporcionou controle apenas de 60%, indicando ineficiência de controle.

Em relação ao herbicida fenoxaprop, é possível notar que para o distrito de Indápolis/MS, as amostras apresentavam porcentagens de controle próximas a 80% já com a dose de 10g i a ha⁻¹, apresentando 100% com a dose de 100g i a ha⁻¹, cenário observado também para amostras oriundas de Camapuã/MS. A amostra de Rio Brilhante/MS, ainda que tenha apresentado evolução de controle, não proporcionou índices considerados satisfatórios,

uma vez que mesmo com oito vezes a dose recomendada o seu controle não atingiu 60% de controle.

Por fim, para o herbicida cletodim, foi possível observar controle satisfatório para os biótipos de todos os locais analisados, pois demonstraram efeito de controle total (100%) ainda em doses recomendadas de controle (100g i.a ha⁻¹).

Na tabela 6, na qual estão dispostos os dados de ED50 e do fator de resistência de biótipos de Indápolis/MS, Rio Brilhante/MS e Camapuã/MS, pode-se notar que o biótipo proveniente de Rio Brilhante/MS apresentou as maiores doses de ED50 e consequentemente os maiores valores de FR.

Tabela 6. Tabela com descrição dos tratamentos e doses utilizadas no experimento de dose reposta.

Biótipo	Município	Doses de ED50 g i a ha ⁻¹							
		Glifosato*	FR	Fenoxaprope	FR	Haloxifope*	FR	Cletodim	FR
122	Indápolis - MS	98,8	-	8,1	-	3,55	-	3,31	-
59	Rio Brilhante - MS	2810,78	28,45	321,03	39,63	188,49	53,1	37,16	11,23
60	Camapuã - MS	726,04	7,349	8,06	0,995	13,33	3,75	9,14	2,761

Fonte: elaborado pelo autor

Espera-se que o valor do fator de resistência (FR) seja o mais próximo possível de 1, pois isso indica que o biótipo avaliado possui comportamento semelhante ao biótipo suscetível de referência, sendo, portanto, considerado suscetível. Por outro lado, quanto maior o valor do FR, maior é a dose necessária se obter controle.

No entanto, é importante destacar que o alto valor do FR não é, isoladamente, um critério definitivo para classificar uma planta daninha como resistente. Herbicidas pertencentes a mecanismos de ação como os inibidores da ALS e da ACCase podem apresentar alta eficácia em biótipos suscetíveis, mesmo quando aplicados em pequenas quantidades de ingrediente ativo, especialmente em plantas daninhas jovens. Esse comportamento pode dificultar a classificação da resistência, pois, em alguns casos, plantas que apresentam um FR elevado ainda são controladas com doses dentro do intervalo recomendado pela bula do produto. Assim, mesmo com um fator de resistência aparentemente alto, a classificação como resistente pode exigir análises mais criteriosas e complementares.

Os valores de FR do biótipo de Rio Brilhante/MS para o herbicida cletodim exemplifica claramente a necessidade de mais variáveis a serem consideradas para determinação de resistência. O biótipo de Indápolis/MS foi controlado com pouca quantidade de princípio ativo, apresentando uma DL50 de 3,31. Já o biótipo de Rio Brilhante apresentou uma DL50 de 37,16, resultando em um FR alto de 11,23, porém ainda assim a dose de cletodim necessária para controlar o biótipo de Rio Brilhante/MS satisfatoriamente estava dentro da recomendação de bula. O biótipo proveniente do município de Camapuã/MS também apresentou valores maiores do que o padrão suscetível com FR de 2,76, porém com uma diferença bem menor e consequentemente sendo controlados também com doses adequadas abaixo do limite máximo destacado em bula (Agrofit, 2024).

O município de Rio Brilhante apresentou os maiores valores de FR para todos os herbicidas testados, apresentando resultados de 28,45, 39,36 e 53,1 para glifosato, fenoxaprope e haloxifope respectivamente, ou seja, valores altos e necessitando de doses acima de bula para controles satisfatórios como observado na figura 4, apresentando portanto características claras de resistência.

O biótipo proveniente do município de Camapuã/MS apresentou valores de FR menores do que o biótipo analisado de Rio Brilhante/MS, porém ainda com valores de 7,35 e 3,75 para glifosato e haloxifope, demonstrando necessidade de doses maiores desses herbicidas para o controle.

Essa identificação de biótipos resistentes no estado do Mato Grosso do Sul demonstra a necessidade do devido monitoramento, uma vez que, até o momento, a confirmação de biótipos resistentes de *Eleusine indica* ao glifosato e aos herbicidas inibidores da ACCase se dava apenas para os estados de Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso, implicando assim a sua rápida e alta disseminação em cenário nacional (Heap, 2024). Associado a isso, como afirmado por Da Silva et al., (2021), a ausência de amostragem em alguns municípios do estado analisado não implica necessariamente a não ocorrência de casos nos mesmos, o que agrava ainda mais a problemática em questão.

Como observado, os biótipos de *Eleusine indica*, apesar de apresentarem necessidade de doses mais altas para o efetivo controle em algumas localidades, não apresentaram resistência ao herbicida cletodim, sendo eficazmente controlados sob doses normais de campo. Assim, deve-se salientar que muitas vezes a falha de controle da planta daninha pode

não estar associada a uma resistência ao herbicida, uma vez que diversos fatores influenciam o seu devido controle, tais como volume de calda e pontas de pulverização inadequados para a modalidade, baixa qualidade da água e principalmente estágio inadequado de controle da planta daninha (Silva et al., 2017).

Por fim, como explicitado por Correia et al., (2022), a identificação de biótipos resistentes a herbicidas inibidores da ACCase – como observado no presente capítulo – demanda mudança no planejamento de seu manejo devido à escassez de opções de mecanismos de ação para seu controle. Desta forma, ações como o posicionamento de herbicidas com ação graminicida na pré-emergência dessas plantas devem ser tomadas. Nesse caso, deve-se ressaltar a necessidade de atentar-se à seletividade para a cultura e eficácia contra espécies gramíneas, como afirmado pelo autor.

Mudanças no manejo através de resultados da identificação de biótipos resistentes ocorrem de médio a longo prazo, quando o mapeamento e a identificação são feitos de forma precoce. Por isso, estratégias que evitem a sua disseminação e permitam o reconhecimento de forma anterior à infestação plena da área por esses biótipos são essenciais para garantir a sustentabilidade do sistema produtivo e a manutenção e/ou elevação dos patamares da produtividade da cultura implantada (Correia et al., 2022).

4. CONCLUSÃO

Foram identificados biótipos de *Eleusine indica* com suspeita de resistência ao glifosato, glifosato e fenoxaprope e glifosato, haloxifope e fenoxaprope, sendo que o maior problema com biótipos resistentes ocorreu no município de Rio Brilhante, com biótipos apresentando valores de FR de 28,45, 38,63 e 53,1 para glifosato, fenoxaprope e haloxifope respectivamente. Em relação ao herbicida cletodim, houve necessidade de doses maiores para seu controle em alguns locais, porém doses ainda dentro dos padrões de bula foram capazes de resultar em controles satisfatórios.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F., GAZZIERO, D. L. P., VOLL, E. Indicações para o uso de glifosato em-soja transgênica. Londrina: **Embrapa Soja**, p. 3, 2007 (Circular Técnica 49). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/470310> .

ADEGAS, F. S., GAZZIERO, D. L. P., BONANI, J. C., PRECINOTTO, C. V., GARBIATE, M. V., PAES, B. L., ASSIS, D. N., OLIVEIRA JR, R. S. Novo caso de resistência de planta daninha ao glifosato no Brasil: picão-preto (*Bidens subalternans*). Londrina: **Embrapa Soja**, 2023. Folhetos. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155922> .

ALAM, ASOCIATION LATINOAMERICANA DE MALEZAS. **Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas**. Alam.V. 1, p. 35-38, 1974. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/>

ARSENIJEVIC, N., DE WERFF, R., CONLEY, S., RUARK, M., WERLE, R. Influence of integrated agronomic and weed management practices on soybean canopy development and yield. **Weed Technol.** v. 36, p. 1-20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2021.92> .

BAUER, F. E., ALBRECHT, A. J. P., ALBRECHT, L. P., SILVA, A. F. M., BARROSO, A. A. M., & DANILUSSI, M. T. Y. Digitaria insularis control by using herbicide mixtures application in soybean pre-emergence. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 74, n. 1, p. 9403-9411, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15446/rfnam> .

BOTTCHER, A. A. et al. Herbicide efficacy in the fall management of *Richardia brasiliensis*, *Commelina benghalensis*, *Conyza sumatrensis* AND *Digitaria insularis*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 38, p. 1-9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v38n02022-53544> .

BRAZ, G. B. P., CRUVINEL, A. G., CANEPPELE, A. B., TAKANO, H. K., SILVA, A. G. D., & OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. D. Sourgrass interference on soybean grown in Brazilian Cerrado. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 2, p. 350-358, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n211rc> .

DE CASTRO, A. R., CASTRO, Q. S. G. PIASSA, A. S., PEDROSA, S. G., & TROPALDI, L. Selectivity and control of *Euphorbia heterophylla* in sugarcane by herbicide in post-emergence. **Journal of Environmental Science and Health**, Part B, p. 1-8, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2023.2235248> .

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira, 12º Levantamento safra 2021/22**. Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>. 2022.

COPAJA, S. V., & SEPÚLVEDA, C. DYNAMIC OF HERBICIDES IN SOIL AND SOIL MODIFIED WITH CLAY AND/OR HUMUS. **Journal of the Chilean Chemical Society**,

Concepcion, v. 67, n. 3, p. 5587-5594, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-97072022000305587>.

CORREIA, N. M., ARAÚJO, L. D. S., & BUENO, R. A. First report of multiple resistance of goosegrass to herbicides in Brazil. **Advances in Weed Science**, v. 40, 2022. DOI: <https://doi.org/10.51694/AdWeedSci/2022;40:00012>.

DREHMER, M. H., ZAGONEL, J., FERREIRA, C., & SENGHER, M. Herbicides efficacy applied in pre-emergency to control *Digitaria insularis* in bean. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 2, p. 148-154, 2015. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v14i2.395>.

DURAES, N., L.A.B. N., CANDEIAS, E. F. DA SILVA. Distribution, transport and fate of pollutants. In: Duarte, A.C., Cahada, A., Rocha-Santos, T. (Eds.), **Soil Pollution: from Monitoring to Remediation**. Academic Press, London, UK, p. 29–56, 2018. DOI: <https://10.1016/B978-0-12-849873-6.00002-9>.

EMBRAPA, Guia Clima. Estação – **Embrapa** – Dourados/MS. Estatística. Disponível em: <https://clima.cpao.embrapa.br/>. Acesso em: 16 jun. 2023.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL [EWRC]. Report of the third and fourth meetings of the European Weed Research Council Committee on methods. **Weed Research**, v. 4, n. 1, 1964, p. 79. DOI: <https://doi.org/10.5555/19642301566>.

FIETZ, C. R., FISCH, G. F., COMUNELLO, E., FLUMIGNAN, D. L. O clima da região de Dourados-MS. 3.ed. ver. E atual. – Dourados,MS: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1079733/1/DOC2017138FIETZ.pdf>

FORTE, C. T. et al., Cultivation systems, vegetable soil covers and their influence on the phytosociology of weeds. **Planta Daninha**, v. 36, p. 2-15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100099>.

FRANCISCHINI, A. C., CONSTANTIN, J., OLIVEIRA JR, R. S., SANTOS, G., FRANCHINI, L. H. M., & BIFFE, D. F. Resistência de *Amaranthus retroflexus* a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase no Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 437-446, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S/0100-83582014000200022>.

GALON, L., FORTE, C. T., KUJAWISKI, R., RADUNZ, A. L., DE DAVID, F. A., PERIN, G. F., & RADUNZ, L. L. Eficácia e fitotoxicidade de herbicidas aplicados para o manejo de plantas daninhas em cevada. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 105-116, 2014. DOI: <https://doi.org/10.7824/rhh.v13i2.274>.

GAZOLA, T., GOMES, D. M., BELAPART, D., DIAS, M. F., CARBONARI, C. A., & VELINI, E. D. Selectivity and residual weed control of pre-emergent herbicides in soybean crop. **Revista Ceres**, v. 68, n. 3, 219-229, 2021. DOI: <https://10.1590/0034-737X202168030008>.

INTERNATIONAL HERBICIDE-RESISTANT WEED DATABASE (HEAP). Herbicide Resistant Weeds in Brazil. International survey of herbicide resistant weeds. 2023. Disponível em: <https://weedscience.org/Pages/InsertCase.aspx?ResistID=16100> Acesso em: 19 jun. 2024.

KAUR, E., SHARMA, R., & SINGH, N. D. Efficacy of pre-emergence and post-emergence herbicides on weed control and yield in wheat. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 2, p. 883- 887. 2018. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.111> .

KOEHLER-COLE, K., PROCTOR, C.A., ELMORE, R.W., & WEDIN, D.A. Spring-planted cover crops for weed control in soybean. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 36, n. 5, p. 501-508, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170521000107> .

KHALIL, Y., FLOWER, K., SIDDIQUE, K. H., & WARD, P. Rainfall affects leaching of pre- emergent herbicide from wheat residue into the soil. **Plos one**, v. 14, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210219> .

LENTH, R. V. 2021. emmeans: Estimated Marginal Means, aka LeastSquares Means. **R package version** 1.6.2-1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans> Acessado em: jun. 2024.

LOPEZ-OVEJERO R. F., SOARES, D. J., OLIVEIRA, W. S., FONSECA, L. B., BERGER, G. U., SOTERES, J. K., CHRISTOFFOLETI, P. J. Residual herbicides in weed management for glifosato resistant soybean in Brazil. **Planta Daninha**. v. 31, n. 4, p. 947-959, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000400021> .

LUCIO, F. R., KALSING, A., ADEGAS, F. S., ROSSI, C. V. S., CORREIA, N. M., GAZZIERO, D. L. P., et al., Dispersal and frequency of glifosato-resistant and glifosato-tolerant weeds in soybean producing edaphoclimatic microregions in Brazil. **Weed Technology**. v. 33, n. 1, p. 217-231, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2018.97> .

MENDES, M.F., SOUSA, R.N., DIAS, R.C., REIS, M.R. Efeito residual de herbicidas em solos agricultáveis. In **Contaminantes Orgânicos da Análise a Biorremediação**. Tornisielo, V.L., Vilca, F.Z., Guimarães, C.D., Mendes, K., Eds.; FFEALQ: Piracicaba, Brazil, p. 157–178. 2019. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003039882> .

MEITE, F., ALVAREZ-ZALDÍVAR, P., CROCHET, A., WIEGERT, C., PAYRAUDEAU, S., & IMFELD, G. Impact of rainfall patterns and frequency on the export of pesticides and heavy-metals from agricultural soils. **Science of the Total Environment**, v. 616, p. 500-509. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.297> .

NAKKA, S., JUGULAM, M., PETERSON, D., & ASIF, M. Herbicide resistance: Development of wheat production systems and current status of resistant weeds in wheat cropping systems. **The Crop Journal**, v. 7, n. 6, p. 750-760. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.09.004> .

OLIVEIRA, A. R., FREITAS, S. P., & VIEIRA, H. D. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta* e *Tripogandra diuretica* na cultura do café. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, 823-830, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000400021> .

OPENA, J. L., QUILT, J. R., CORREA JR, T. Q., & CHAUHAN, B. S. Weed population dynamics, herbicide efficacies, and crop performance in a sprinkler-irrigated maize-rice cropping system. **Field Crops Research**, v. 167, p. 119-130. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.07.014> .

PALHARINI, W., MAUAD, M., DA SILVA, P. V., DE MEDEIROS, E. S., SCHEDENFFELDT, B. F., & MEDEIROS, B. C. C. Management of *Digitaria insularis* in soybean pre-sowing desiccation by ACCase alternative herbicides and its impact on soybean carryover. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 58, n. 2, p. 110-119, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2023.21772279> .

PEREIRA, M. R., MARCHI, S., & MARINS, D. Effect of different herbicides on *bidens pilosa* and *euphorbia heterophylla* biotypes resistant to ALS inhibitors. **Bioscience Journal**, v. 38. P. 1-9. 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/B-v38n0a2022-53823> .

PRYIA, R.S., CHINNUSAMY, C., JANAKI, P.; ARTHANARI, P.M. Persistence and carryover effect of oxyfluorfen residues in red sandy clay loam soil. **J. Pharmacogn. Phytochem**, v. 6, n. 3, p. 527–532. 2017. Disponível em: <https://www.phytojournal.com/archives/2017.v6.i3.1269/persistence-and-carryover-effect-of-oxyfluorfen-residues-in-red-sandy-clay-loam-soil> .

R CORE TEAM 2021. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/> . Acesso em: fev. 2022.

RIGBY, R. A.; Stasinopoulos, D. M. Generalized additive Models for Location, Scale and Shape (with Discussion). **J. Royal Statist. Soc.** v. 54, n. 3, p. 507–554, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9876.2005.00510.x> .

RIGON, E., AMADO, T. J. C., POTT, L. P., ULGUIM, A. R., & BUSHE, A. K. Densidade de plantas daninhas sob intervenções em três distintas zonas de manejos. **Agrarian**. v. 13, n. 49, p. 405-418. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3.612/agrarian.v13i49.10600> .

RIZZARDI, M. A., FLECK, N. G., MUNDSTOCK, C. M., & BIANCHI, M. A. Soybean grain yield losses due to interference by beggarticks and arrowleaf sida. **Ciência Rural**, v.33, n. 4, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000400005> .

RIZZARDI, M. A., ROCKENBACH, A. P. & SCHNEIDER, T. Residual herbicides increase the period prior to interference in soybean cultivars. **Planta Daninha**, v. 38, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100091> . 2020.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed., Londrina. 764 p. 2018.

RUDELL, E. C., PETROLI, I. D. S., SANTOS, F. M. D., FRANDALOSO, D., & SILVA, D. R. O. D. Weed interference capacity on soybean yield. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 74, n. 2, p. 9541-9547. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.89705> .

SANTIN, C. O., GIACOMIN, E. L., GALON, A. D., MENEGAT, E. R. ROSSETTO, M. B. FRANCESCHETTI, M. A. BAGNARA, A. M. SILVA, R. J. TONIN, L. BRUNETTO & C. T. FORTE. Association of herbicides for management of weed plants in pre-emergence of soybean culture. **Journal Agricultural Science**. v. 11, n. 4, p. 217-224. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n4p217> .

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., FILHO, J. C. A., OLIVEIRA, J. B., CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: **Embrapa**. 2018. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003> .

SILVA, A. F., CONCENÇO, G., ASPIAZÚ, I., FERREIRA, E. A., GALON, L., FREITAS, M. A. M., FERREIRA, F. A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 57-66. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000100009> .

SILVA, A. F. da; KARAM, D.; SILVA, W. T da; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S. Percepção da ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas por produtores de soja-milho safrinha no Estado de Mato Grosso. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 26 p. 2017. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 209). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1069750> .

DA SILVA, P. V.; BARBOSA, G. C.; FERRARI, A.; TRONQUINI, S. M.; MONQUERO, P. A. Chemical control strategies of Commelina benghalensis in Coffee Crop. **Coffee Science** v. 14, n. 2, p. 231–239, 2019. Disponível em: <https://coffescience.ufla.br/index.php/Coffescience/article/view/1576> .

SOLTANI, N., SHROPSHIRE, C., & SIKKEMA, P. H. Soybean yield loss from delayed postemergence herbicide application based on weed height, days after emergence, accumulated crop heat units, and soybean growth stage. **Weed Technology**, v. 36, n. 3, p. 403-408. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2022.36> .

TAKESHITA, V., MENDES, K. F., ALONSO, F. G., & TORNISIELO, V. L. Effect of organic matter on the behavior and control effectiveness of herbicides in soil. **Planta Daninha**, v. 37, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100110> .

TRAVLOUS, I., GAZOULIS, I., KANATAS, P., TSEKOURA, A., ZANNOPOULOS, S., & PAPASTYLIANOU, P. Key factors affecting weed seeds' germination, weed emergence, and their possible role for the efficacy of false seedbed technique as weed management practice. **Frontiers in Agronomy**, v. 2, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.00001> .

WESTWOOD, J. H., CHARUDATTAN, R., DUKE, S. O., FENNIMORE, S. A., MARRONE, P., SLAUGHTER, D. C., & Zollinger, R. Weed management in 2050: Perspectives on the future of weed science. **Weed science**, v. 66, n. 3, p. 275-285. 2018. DOI: <https://10.1017/wsc.2017.78> .

WICKAM, H. ggplot2: **Elegant Graphics for Data Analysis (Use R)**. O'Reilly Media: Sebastopol, California, EUA: O'Reilly Media, 2016. 224 p.

CAPÍTULO II - ESTRATÉGIAS DE CONTROLE QUÍMICO DE *Eleusine indica* NA CULTURA DA SOJA

RESUMO

Com o aumento dos casos de resistências, vem se tornando cada vez mais desafiador o controle de plantas daninhas, especialmente as pertencentes a classe das monocotiledôneas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo: (a) avaliar o efeito de controle de herbicidas isolados e associados na pós-emergência da planta daninha *Eleusine indica*.; (b) testar diferentes alternativas de controle na pós-emergências de *Eleusine indica* com resistência múltipla.; (c) alternativas para seu manejo em pré-emergência. Foram conduzidos três experimentos, o primeiro foi conduzido a campo no município de Ponta Porã em delineamento de blocos casualizados e com aplicação de 13 tratamentos com herbicidas, além de uma testemunha. Foram conduzidas avaliações de controle e os dados obtidos analisados por meio de software R e apresentados através de *Caterpillar plots*. Os tratamentos: glufosinato + mesotrione e flumioxazina + mesotrione + cletodim apresentaram os melhores valores com índices próximos a 90%, enquanto a aplicação isolada de flumioxazina e mesotrione foram os únicos tratamentos a apresentaram controle inferior a 30%. O segundo experimento foi conduzido em casa de vegetação com plantas com resistência múltipla comprovada por meio de curva dose-resposta. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e foram aplicados 9 tratamentos com herbicidas pós-emergentes, além de uma testemunha. Para o manejo de *Eleusine indica* com resistência múltipla, nenhum tratamento apresentou controle satisfatório sendo que: nicossulfuron + atrazina obteve valores próximos a 50%, enquanto mesotrione + atrazina, glifosato e glifosato + flumioxazina foram os únicos a apresentarem índices menores que 20%. Por fim, o terceiro experimento foi conduzido a campo com a aplicação de 8 herbicidas pré-emergentes, além de uma testemunha sem a aplicação. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. A análise estatística foi novamente realizada com o auxílio do software R e construídos *Caterpillar plots*. Os herbicidas isoxaflutol + tiencarbazona-metílica e s-metolaclopro apresentaram os melhores índices de controle com valores próximos a 75% aos 35 DAT, enquanto o tratamento com atrazina resultou nos menores índices de controle.

Palavras – Chave: Resistência; Herbicida; Capim-pé-de-galinha; Manejo.

CHAPTER II – *Eleusine indica* CHEMICAL CONTROL STRATEGIES IN SOYBEAN'S CROP.

ABSTRACT

With the increase in cases of resistance, weed control has become increasingly challenging, especially for species belonging to the monocotyledon class. Thus, this study aimed to: (a) evaluate the control effectiveness of isolated and combined herbicides in the post-emergence management of the weed *Eleusine indica*; (b) test different alternatives for post-emergence control of *Eleusine indica* with multiple resistance; and (c) explore alternatives for its management in pre-emergence. Three experiments were conducted. The first experiment was carried out in the field in the municipality of Ponta Porã, in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil, using a randomized block design, with the application of 13 herbicide treatments, as well as a control. Control evaluations were conducted, and the data obtained were analyzed using R software and presented through Caterpillar plots. The treatments glufosinate + mesotrione and flumioxazin + mesotrione + clethodim showed the best control values, with indices close to 90%, whereas the isolated application of flumioxazin and mesotrione were the only treatments to present control levels below 30%. The second experiment was conducted in a greenhouse with plants confirmed to have multiple resistance through a dose-response curve. A completely randomized design was used, and nine post-emergence herbicide treatments, along with a control, were applied. For the management of *Eleusine indica* with multiple resistance, none of the treatments provided satisfactory control. Nicossulfuron + atrazine showed values close to 50%, while mesotrione + atrazine, glyphosate, and glyphosate + flumioxazin were the only treatments with indices below 20%. Finally, the third experiment was conducted in the field with the application of eight pre-emergence herbicides, along with a control without application. A randomized block design with four replicates was used. Statistical analysis was again performed using R software, and Caterpillar plots were created. The herbicides isoxaflutole + thienencarbazone-methyl and s-metolachlor showed the best control indices, with values close to 75%, while the treatment with atrazine resulted in the lowest control indices.

Keywords: Resistance; Herbicide; Goosegrass; Management.

1. INTRODUÇÃO

Em 2023, o Brasil aumentou em 4,3% a área plantada com soja, mantendo-se o maior produtor mundial. Apesar das adversidades climáticas, a produção atingiu um recorde de 147.353,5 milhões de toneladas (Conab, 2024). O manejo de plantas daninhas por meio de herbicidas está entre os fatores que colaboraram para que fosse possível o Brasil atingir esse patamar produtivo, visto que, se não controladas, geram perdas significativas, podendo atingir valores próximos a 70% de perda produtiva (Horwath *et al.*, 2023).

O controle de plantas daninhas vem se tornando cada vez mais desafiador, isso porque muitas plantas daninhas já apresentam resistências à maioria dos mecanismos de ação presente no mercado. Até o presente momento são registradas 273 espécies com casos de resistência no mundo, sendo 156 dicotiledôneas, 117 monocotiledôneas e algumas delas resistentes a mais de um mecanismo de ação (Weed Science, 2024).

Nesse cenário, destaca-se a *Eleusine indica* L., planta anual que apresenta elevada produção de sementes e que possui registros oficiais de resistência. Como a *Eleusine indica* L. é uma espécie cosmopolita, é favorável à seleção de resistência em todo o mundo e apresenta resistência a diferentes herbicidas, com registros de 37 casos de resistência a herbicidas, com os seguintes mecanismos de ação: inibidores microtúbulos (1973), inibidores de ALS (1989), inibidores de ACCase (1990), inibidores do Fotossistema I (1990), inibidores de EPSPS (1997), inibidores do Fotossistema II (2003) e inibidores da Prototox (2015).

Vale destacar que a espécie também possui dois casos de resistência cruzada aos inibidores de microtúbulos (1988) e ACCase (1990); três casos de resistência múltipla a dois mecanismos de ação, inibidores da ACCase e EPSPS (1997 e 2017), inibidores da Glutamina sintase e Fotossistema I (2009) e inibidores da EPSPS e Fotossistema I (2012); e por fim, um único caso de resistência múltipla a quatro mecanismos de ação, inibidores da ACCase, Fotossistema I, EPSPS e Glutamina sintase (2009) (Heap, 2024).

As resistências aos mecanismos de ação que mais preocupam são aos inibidores da enzima acetil-CoA carboxilase (ACCase), do grupo A, e os inibidores da enzima 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase (EPSPS), do grupo G. Levando em consideração que os inibidores da ACCase são os principais responsáveis por controlar a classe de

monocotiledôneas dentro da cultura da soja, devido à sua excelente seletividade nas dicotiledôneas e os inibidores da EPSPS na soja RR aumentava a eficiência dos ACCase quando misturados na pós-emergência da cultura.

O aumento de casos de resistência de *Eleusine indica* no Brasil é relacionado à intensa pressão de seleção imposta pelo uso repetitivo de herbicidas inibidores da ACCase e o glifosto. Com a chegada das cultivares de soja e milho RR, facilitou-se controle de plantas daninhas com o glifosato, o qual é um herbicida de amplo espectro e apresenta sinergismo com os graminicidas. Dessa forma, o mesmo foi intensamente posicionado tanto na dessecação pré-semeadura quanto na pós emergência da cultura, agravando ainda mais essa problemática, uma vez que, no Brasil, a maioria dos produtores não realizam o manejo com pré-emergente, sendo frequentemente necessária uma segunda aplicação na pós-emergência da soja, utilizando sempre produtos com o mesmo mecanismo de ação, devido ao fato de serem seletivos e apresentarem um excelente controle (Christoffoleti *et al.*, 2016).

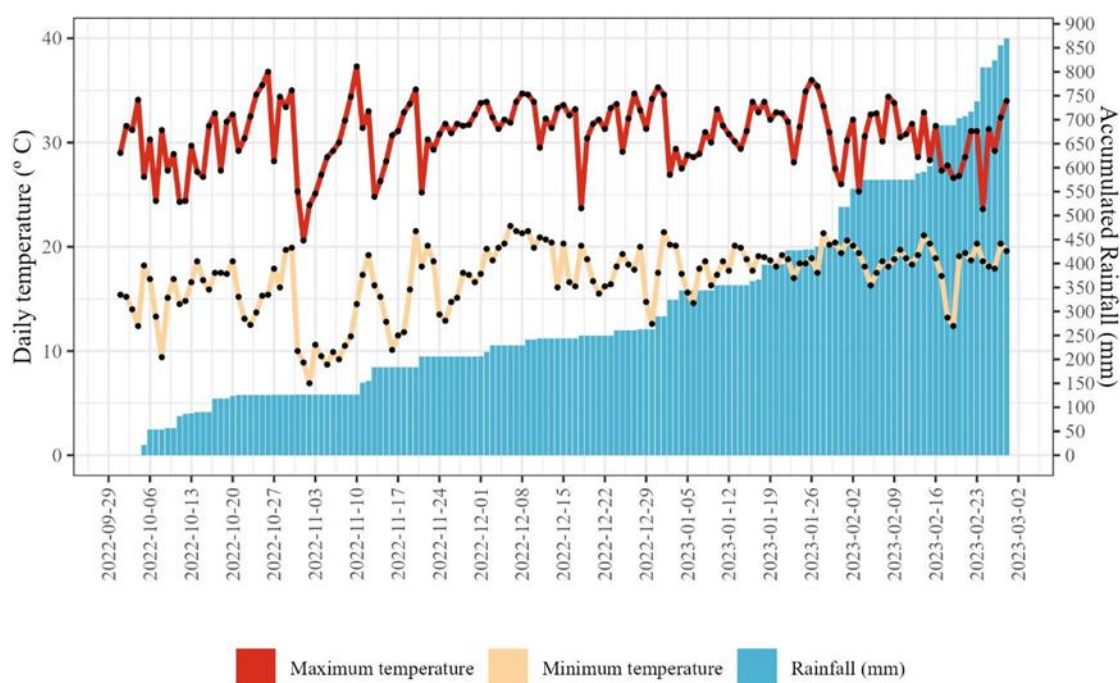
Com poucas opções de produtos para controle de monocotiledoneas na pré-emergência com alta eficácia, o controle de plantas daninhas de folha estreita ficou concentrado na pós-emergência, corroborando para o processo de seleção de biótipos resistentes, somado ao fato da falta de controle das plantas daninhas na entre safra, dificultando o manejo. (Takano *et al.*, 2016). Dessa forma, o presente capítulo teve como objetivo avaliar alternativas de controle para: (a) pós-emergência de *Eleusine indica*, (b) pós-emergência de biótipos de mesma espécie com múltipla resistência e (c) pré-emergência de *Eleusine indica*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 EXPERIMENTO 1: ALTERNATIVAS DE CONTROLE DE *Eleusine indica* EM PÓS-EMERGÊNCIA.

O experimento foi realizado em campo, com início no mês de janeiro, perdurando até março de 2023 em propriedade rural, localizada no município de Ponta Porã, no estado de Mato Grosso do Sul. O experimento foi realizado em área com infestação natural de *Eleusine indica*, a aplicação dos tratamentos ocorreu no dia 20 de janeiro de 2023. O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, clima tropical com pluviosidade significativa na maioria dos meses do ano (FIETZ *et al.*, 2017). Os dados foram coletados na estação pluviométrica da Embrapa (<https://clima.cpao.embrapa.br/>), e são apresentados na Figura 5.

Figura 5. Climograma referente ao período de condução experimental no município de Ponta Porã/MS.



Fonte: elaborado pelo autor

As unidades experimentais foram constituídas de parcelas de 3 metros de largura por 5 metros de comprimento, formando área total por parcela de 15 m². Foram realizadas análises do solo na área experimental de forma prévia à instalação do experimento, suas

características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 6, e o solo foi classificado como latossolo vermelho distroférico.

Tabela 6. Análise do solo, características físicas e químicas do local do experimento.

pH	MO	P _(mehl)	K	Ca	Mg	Al	H + Al	S	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂	(g dm ⁻³)	Mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			Mg dm ⁻³		(g kg ⁻¹)	
5,3	23,98	42,7	0,48	5,53	1,77	0	3,74	9,2	706	135	156

Fonte: Laboratório TECSOLO.

A área de realização do experimento apresentava histórico de infestação de *Eleusine indica*. Foi realizado um levantamento populacional através da metodologia do quadrado inventário, que consiste em lançar aleatoriamente um quadrado de 1 m² sobre a área escolhida, objetivando identificar a densidade de infestação da espécie. Foi encontrado um resultado de 7 plantas por m² com altura média de 15 cm. De acordo com a escala de classificação BBCH (Hess *et al.*, 1997), as plantas encontravam-se entre os estádios fenológico 23 a 30.

Para a aplicação dos herbicidas, utilizou-se um pulverizador pressurizado a CO₂, calibrado para aplicar 150 L ha⁻¹ a uma pressão de 3 bares, equipado com bicos XR110.015. As condições ambientais no momento da aplicação eram: umidade relativa de 59%, temperatura de 28°C e velocidade do vento de 1 km h⁻¹. Os tratamentos de herbicidas aplicados estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Tabela com descrição dos tratamentos empregados.

Tratamentos	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	
1- Testemunha sem aplicação	-	
2- Flumioxazina	100	* Equivalente ácido ** adicionado 0,5% da calda de adjuvante à base de óleo mineral
3- Glifosato*	1080	
4- Glufosinato de amônio	560	
5- Cletodim	144	
6- Glifosato + Cletodim	1080 + 144	
7- Mesotriona	192	
8- Flumioxazina + Mesotriona	100 + 144	
9- Flumioxazina + Mesotriona	100 + 192	
10- Flumioxazina + Mesotriona + Glifosato	100 + 144 + 1080	
11- Flumioxazina + Mesotriona + Glifosato	100 + 192 + 1080	
12- Flumioxazina + Mesotriona + Cletodim	100 + 192 + 144	
13- Glufosinato de amônio + Mesotriona	560 + 144	
14- Glufosinato de amônio + Cletodim	560 + 144	

Fonte: elaborado pelo autor

Para avaliações de controle, foram realizadas avaliações de forma visual de *Eleusine indica* aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o tratamento (DAA). Essa avaliação foi realizada seguindo a escala visual da EWRS (2004), na qual foi atribuído 0% no caso da ausência de sintomas ocasionados pelo herbicida e 100% para a morte completa das plantas.

Tabela 8. Escala de pontuação proposta pela European Weed Research Society (EWRS) para avaliar controle e fitotoxicidade na cultura adaptada para o português.

Notas	Controle de planta daninha	Dano na cultura	Precisão
0	Sem controle	Sem redução ou injúria à cultura	2
10	Controle muito ruim	Leve descoloração da cultura, atrofiamento	5
20	Controle ruim	Alguma descoloração da cultura, atrofiamento	5
30	Controle ruim para deficiente	Danos nas culturas são mais pronunciados, mas não duradouros	10
40	Controle deficiente	Lesão moderada, a cultura geralmente se recupera	10
50	Controle deficiente para moderado	Danos nas culturas são mais duradouros, recuperação é duvidosa	10
60	Controle moderado	Danos duradouros na cultura, sem recuperação	10
70	Controle abaixo do satisfatório	Danos graves nas culturas e perda de população	10
80	Controle satisfatório para bom	Cultura quase destruída - Algumas plantas sobreviventes	5
90	Controle bom para excelente	Restam apenas algumas plantas vivas de cultivo	5
100	Completo controle	Destruição completa da cultura	2

Fonte: elaborado pelo autor

Para análise estatística, foi aplicado o teste F e, quando significativo, foram construídos *Caterpillar plots*. Todas as análises foram realizadas por meio do software computacional R.

2.2 EXPERIMENTO 2: ALTERNATIVA DE CONTROLE DE *Eleusine indica* COM RESISTÊNCIA MÚLTIPLA EM PÓS EMERGÊNCIA.

O ensaio foi conduzido no período entre fevereiro a abril de 2022 em casa de vegetação pertencente ao centro agrônomo de pesquisa FERST, em Dourados-MS. O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, clima tropical com pluviosidade significativa na maioria dos meses do ano (FIETZ *et al.*, 2017). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas de vasos plásticos com capacidade de 1 L, preenchidos com solo oriundo da camada arável latossolo vermelho distroférrico retirado da camada arável de 0 a 20cm de profundidade previamente peneirado, sendo que a análise físico-química pode ser vista na Tabela 9.

Tabela 9. Análise do solo, características físicas e químicas do local do experimento.

pH	MO	P _(meh)	K	Ca	Mg	Al	H + Al	S	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂	(g dm ⁻³)	Mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			Mg dm ⁻³		(g kg ⁻¹)	
5,2	23,76	38,8	0,74	5,08	2,4	0	3,22	9,2	676	149	175

Fonte: elaborado pelo autor

A espécie daninha *Eleusine indica*, proveniente de uma população com resistência múltipla a Inibidores da EPSPS e da ACCase, foi semeada individualmente nos vasos. Aos 15 dias após a emergência, foi realizado um desbaste nos vasos para melhorar a distribuição espacial entre elas e deixar 3 plantas por vaso, buscando a permanência nos vasos de plantas mais próximas em relação à característica morfológica. Os herbicidas foram aplicados em pós-emergência da planta daninha *Eleusine indica*, quando a maioria das plantas estavam no estágio BBCH 51 (Órgãos de florescimento visíveis) (BLEIHOLDER *et al.*, 1991).

Os vasos foram mantidos em casa de vegetação e irrigados com 10 mm de água por dia, até o momento da aplicação dos tratamentos. Foram aplicados 9 tratamentos de

herbicidas, além do tratamento controle (sem aplicação de herbicida). As respectivas doses dos herbicidas aplicados estão representadas na Tabela 10.

Tabela 10. Dose dos produtos utilizados na aplicação de pós-emergência experimento em casa de vegetação.

Tratamentos	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	Adjuvante (Concentração v/v)
1 - Testemunha sem aplicação	-	-
2 - Glifosato	960*	-
3 - Nicosulfuron + atrazina	40 + 1500	Assist a 0,5%
4 - Tembotrione + atrazina	100,8 + 1500	Áureo a 0,5%
5 - Glifosato + Flumioxazina	1440 + 125	Assist a 0,5%
6 - Glufosinato sal-de-amônio	600	Assist a 0,5%
7 - Mesotriona + atrazina	75 + 750	Assist a 0,5%
8 - Cletodim	240	Assist a 0,5%
9 - Haloxfope - p - metílico	150*	Assist a 0,5%
10 - Fenoxaprope-p-etílico	110	-

Equivalente ácido *

Fonte: elaborado pelo autor

A aplicação foi realizada com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, provido de barra de pulverização contendo dois bicos tipo leque Teejet XR110.015 e com volume de aplicação de 150 L ha⁻¹. As condições ambientais no momento da aplicação eram: umidade do ar de 61 %, temperatura de 27 °C e velocidade do vento de 1 km h⁻¹. Transcorrido o período de 24 horas após a aplicação dos herbicidas os vasos foram colocados no local definitivo.

Foram realizadas avaliações visuais do controle de *Eleusine indica* aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o tratamento (DAT). Utilizou-se a escala visual proposta por EWRS (2004), em que 0% indicava a ausência de sintomas causados pelo herbicida e 100% representavam a morte completa da planta daninha, conforme apresentado na tabela 8. Aos 35 DAT, as plantas de *Eleusine indica* foram cortadas próximas ao solo, alocadas em sacos de papel e colocadas em estufas com circulação forçada de ar, à temperatura de 60-70 °C, até peso constante, para aferição de massa seca.

Para análise estatística, foi aplicado o teste F e, quando significativo, construídos *Caterpillar plots*. Todas as análises foram realizadas por meio do software computacional R. Para a variável controle, foi considerado um modelo em esquema fatorial, Tratamento x DAA, sendo considerado o efeito aleatório de parcela. O ajuste foi realizado por meio dos modelos GAMLSS com distribuição Beta e função de ligação *logit* para o parâmetro de locação. Para avaliar o controle em função dos DAA foram realizados ajustes de regressão (Rigby *et al.*, 2019; R Core Team, 2024; Wickham, 2016).

2.3 EXPERIMENTO 3: ALTERNATIVA DE CONTROLE DE *Eleusine indica* PRÉ-EMERGÊNCIA.

O ensaio foi conduzido no período entre janeiro e março de 2023 em campo, pertencente ao centro agrônomo de pesquisa FERST, em Dourados-MS. O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, clima tropical com pluviosidade significativa na maioria dos meses do ano (FIETZ *et al.*, 2017). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas de parcelas de 3 metros de comprimento com 5 metros de largura, em latossolo vermelho distroférrico, sendo que a análise físico-química pode ser vista na Tabela 11.

Tabela 11: Características químicas e físicas da amostra de solo utilizada no experimento.

pH	MO	P _(mehl)	K	Ca	Mg	Al	H + Al	S	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂	(g dm ⁻³)	Mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			Mg dm ⁻³		(g kg ⁻¹)	
5	27,67	36,2	1,6 4	8,66	1,5	0	4,24	2,1	661	207	132

Fonte: SINERGIA Laboratório de análise agrônomicas.

A espécie *Eleusine indica* presente na área são provenientes de uma infestação natural. Foi realizada a dessecação da área com Glufosinato na dose de 500 g i a ha⁻¹ e cletodim na dose de 240 g i a ha⁻¹ para eliminar as plantas daninhas presentes na área. 25 dias após a aplicação, sem nenhuma planta daninha emergida na área, foram aplicados os tratamentos da tabela 12.

Tabela 12. Herbicidas utilizados na aplicação de pré-emergência da planta daninha *Eleusine indica*.

Tratamentos	Dose (g i.a. ha ⁻¹)
1 - Testemunha sem aplicação	-
2 - Atrazina	2000
3 - Atrazina + Tembrotriona	1500 + 100,8
4 - S-Metolacoloro	1920
5 - Isoxaflutol + Tiencazolina-metilica	56,25 + 22,5
6 - Imazetapir + Flumioxazina	120 + 60
7 - Clomazone	1000
8 - Sulfentrazone	400
9 - Metribuzim	480

Fonte: elaborado pelo autor

A aplicação foi realizada com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, provido de barra de pulverização contendo 6 bicos tipo leque Teejet XR110.015 e com volume de aplicação de 150 L ha⁻¹. As condições ambientais no momento da aplicação eram: umidade do ar de 59%, temperatura de 28 °C e velocidade do vento de 2 km h⁻¹. Para controle, foram realizadas avaliações visuais do controle de *Eleusine indica* aos 7, 14, 21, 28 dias após o tratamento (DAT). Utilizou-se a escala de pontuação proposta pela European Weed Research Society (EWRS) para avaliar controle (Tabela 8).

Para análise estatística, foi aplicado o teste F e, quando significativo, construídos *Caterpillar plots*. Todas as análises foram realizadas por meio do software computacional R. Para a variável controle, foi considerado um modelo em esquema fatorial, Tratamento x DAA, sendo considerado o efeito aleatório de parcela. O ajuste foi realizado por meio dos modelos GAMLSS com distribuição Beta e função de ligação *logit* para o parâmetro de locação. Para avaliar o controle em função dos DAT foram realizados ajustes de regressão (Rigby *et al.*, 2019; R Core Team, 2024; Wickham, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

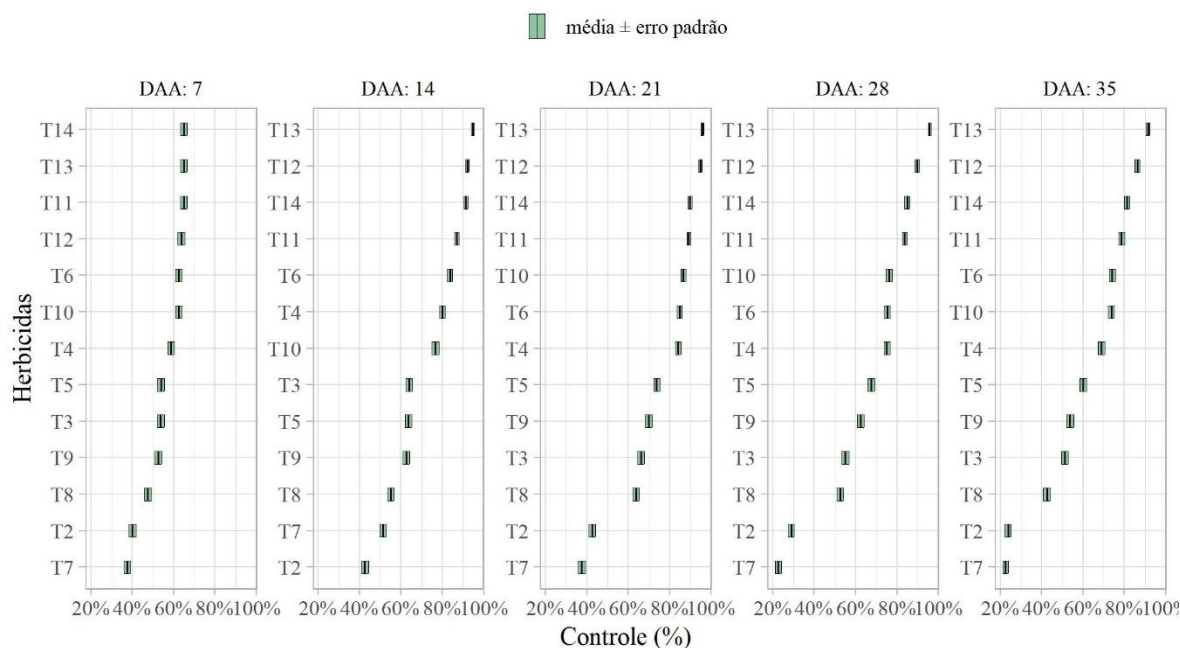
3.1 EXPERIMENTO 1: ALTERNATIVA DE CONTROLE DE *ELEUSINE INDICA* EM PÓS EMERGÊNCIA.

Na figura 6, pode-se verificar os valores de controle em pós emergência de *Eleusine indica*. Nota-se que devido ao tempo necessário para a maioria dos herbicidas agirem e ocasionarem desordens nas plantas, aos 7 DAA nenhum tratamento ainda havia atingido um controle satisfatório de acordo com a escala EWRS (considerado satisfatório valor acima de 80%), sendo esse valor considerado como o mínimo aceitável. Entretanto os tratamentos **T13**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹), **T11**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) e **T14**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) atingiram controles moderados com valores próximos a 65% de controle, sendo os tratamentos com melhores performance ao 7 DAA, seguido pelos tratamentos **T12**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹), **T6** Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) e **T10**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) que atingiram valores próximos a 62%.

Aos 14 DAA alguns tratamentos atingiram patamares de controle de bom para excelente (notas acima de 90% de controle), sendo o tratamento **T13**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) aquele com melhor performance, atingindo valores próximos a 95% de controle, seguido pelos tratamentos **T12**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) e **T14**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) que performaram com valores próximos a 90%. O tratamento **T11**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) atingiu valor de 88% de controle, seguidos dos tratamentos **T6** Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹), **T4**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) e **T10**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) apresentando controles satisfatórios para bom com resultados em valores próximos a 80%. Em estudos realizados por BEN et al., (2012), também foi observado que o glufosinato de amônio, quando associado a outros herbicidas, pode melhorar a eficiência no controle de plantas daninhas. Por exemplo, a combinação de glufosinato de amônio com mesotriona e

flumioxazina demonstrou eficácia superior no controle de espécies como *Conyza spp.* e *Digitaria insularis*, alcançando níveis de controle acima de 90%.

Figura 6. Caterpillar plot para comparação entre os tratamentos quando avaliado o controle na pós emergência (campo).¹



Fonte: elaborado pelo autor

Os tratamentos **T3**-*Glifosato (1080 g i a ha⁻¹), **T5**-Cletodim (144 g i a ha⁻¹) e **T9**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) apresentaram valores próximos a 60%, ou seja, um controle deficiente para moderado.

Aos 21 DAA os tratamentos **T13**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) e **T12**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) ainda apresentavam controles bons para excelentes e resultaram em valores próximos a 97% de controle, seguidos pelos tratamentos **T14**-Glufosinato de amônio (560 g

¹ **Legenda:** T1-Testemunha sem aplicação; T2-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹); T3-*Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); T4-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹); T5-Cletodim (144 g i a ha⁻¹); T6 Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹); T7-Mesotriona (192 g i a ha⁻¹); T8-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹); T9-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹); T10-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); T11-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); T12-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹); T13-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹); T14-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹).

i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) e **T11**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) que resultaram em 90% de controle, já os tratamentos **T10**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹), **T6** Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) e **T4**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) apresentaram resultados satisfatórios para bom com notas próximas a 85% de controle.

O tratamento **T5**-Cletodim (144 g i a ha⁻¹) com valor inferior resultou em 78% de controle, o tratamento **T9**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) obteve uma porcentagem de controle próxima a 70%, com valores próximos a 63% ficou os tratamentos **T3**-*Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) e **T8**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹), o tratamento **T2**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) apresentou valor de controle de 50%, com a pior performance aos 21 DAA o tratamento **T7**-Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) resultou em controle próximo a 40%.

Aos 28 DAA o tratamento **T13**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) manteve o melhor desempenho com valor próximo a 99% de controle, seguido pelo tratamento **T12**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) que apresentou 90% de controle. Os tratamentos **T14**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) e **T11**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) apresentavam controles satisfatórios para bom.

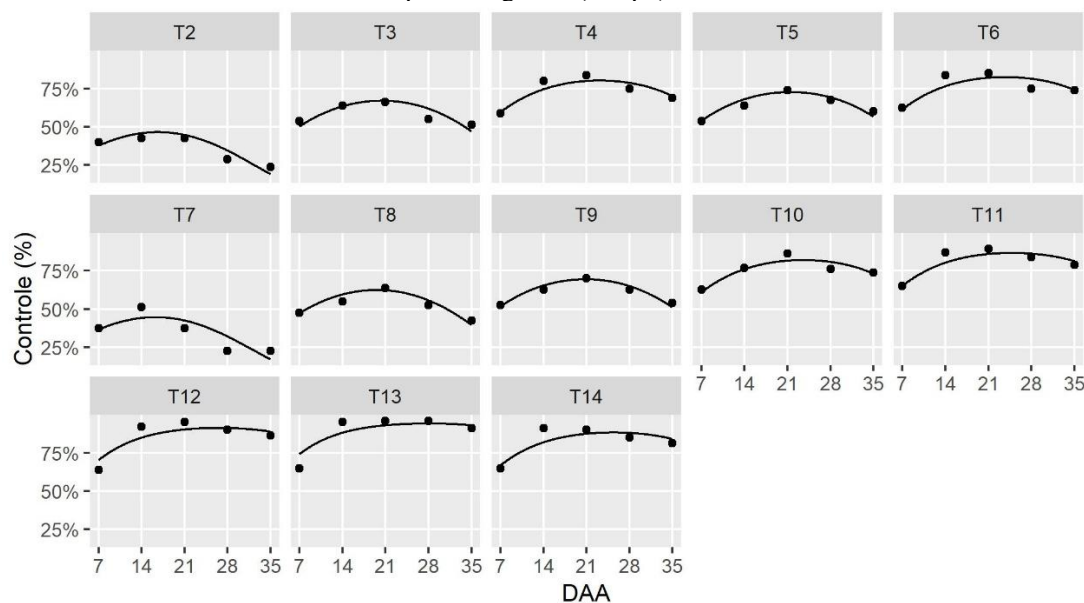
Performando com valores um pouco inferiores ficaram os tratamentos **T10**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹), **T6**-Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) e **T4**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) com valores próximos a 80% de controle, sendo considerados satisfatórios. Os tratamentos **T2**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) e **T7**-Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) performaram abaixo de 40% de controle, sendo considerados controles ruins pela escala EWRS.

A última avaliação ocorreu aos 35 DAA, período esse em que a maioria dos herbicidas já haviam apresentado o ponto máximo de controle. Os tratamentos **T13**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) e **T12**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) se mantiveram apresentando controles de bom para excelente. Os tratamentos, **T14**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) +

Cletodim (144 g i a ha⁻¹) e **T11**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) apresentaram controles satisfatórios para bom.

Na figura 7, podemos visualizar o resultado do ajuste de regressão para os mesmos tratamentos. Para a maioria dos tratamentos, as plantas daninhas apresentaram crescimento inicial da curva até próximo dos 21 DAT e, em seguida, foi apresentado um decréscimo na curva com o passar dos dias. Isso ocorre porque quando o herbicida chega no seu máximo de controle e não há morte total da planta, ela inicia o processo de recuperação, fazendo com que as notas de controle comecem a baixar.

Figura 7. Ajustes da regressão beta com função de ligação logit quando avaliado o controle em função dos DAA na pós emergência (campo).²



Fonte: elaborado pelo autor

Na tabela 13 ainda é possível verificar que o tratamento **T13**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) alcançou a maior estimativa do controle (94,1%)

² **Legenda:** T1-Testemunha sem aplicação; T2-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹); T3-*Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); T4-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹); T5-Cletodim (144 g i a ha⁻¹); T6 Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹); T7-Mesotriona (192 g i a ha⁻¹); T8-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹); T9-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹); T10-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); T11-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); T12-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹); T13-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹); T14-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹).

aos 28 DAA. Seguido pelo tratamento **T12**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) que apresentou 91,26% de controle aos 26 DAA, o tratamento **T14**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) resultou em uma estimativa de controle de 88,26% aos 25 DAA. Na Tabela 11 é apresentado o resultado das estimativas do modelo misto quando avaliado o controle em função dos DAA na pós-emergência a campo.

O tratamento **T11**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) apresentou 86,55% de estimativa de controle aos 24 DAA, logo em seguida o tratamento **T6** Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹) performou com o valor máximo de 82,44% aos 23 DAA e muito próximo a ele ficou o tratamento **T10**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) que resultou em controle máximo de 81,88% aos 23 DAA. O tratamento **T4**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) também apresentou controle satisfatório (80,18%) de controle máximo aos 23 DAA.

Tabela 13. Resultados do modelo misto para o controle em pós emergência (campo) considerando no efeito fixo $\beta_0 + \beta_1 DAA + \beta_2 DAA^2$ e no efeito aleatório $\alpha_0 + \alpha_1 DAA$. O ponto crítico (x_0, y_0) indica a estimativa de DAT em que ocorreu o controle máximo³

Tratamento	Termo fixo			Termo aleatório		Ponto máximo	
	β_0	β_1	β_2	α_0	α_1	x_0	y_0
T1				0,1448	0,0155	24,52	85,06%
T2				-0,4832	-0,0453	16,67	46,48%
T3				-0,1714	-0,0163	20,41	67,00%
T4				0,0563	0,0049	23,15	80,18%
T5				-0,0850	-0,0077	21,53	72,61%
T6	-0,7322	0,1742	-0,0039	0,1045	0,0092	23,71	82,44%
T7				-0,5106	-0,0482	16,28	44,59%
T8				-0,2451	-0,0228	19,57	62,35%
T9				-0,1369	-0,0127	20,87	69,34%
T10				0,0901	0,0082	23,58	81,88%

³ **Legenda:** **T1**-Testemunha sem aplicação; **T2**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹); **T3**-*Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); **T4**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹); **T5**-Cletodim (144 g i a ha⁻¹); **T6** Glifosato (1080 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹); **T7**-Mesotriona (192 g i a ha⁻¹); **T8**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹); **T9**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹); **T10**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); **T11**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Glifosato (1080 g i a ha⁻¹); **T12**-Flumioxazina (100 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (192 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹); **T13**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Mesotriona (144 g i a ha⁻¹); **T14**-Glufosinato de amônio (560 g i a ha⁻¹) + Cletodim (144 g i a ha⁻¹)

T11	0,2001	0,0183	24,88	86,55%
T12	0,3389	0,0317	26,61	91,26%
T13	0,4572	0,0430	28,08	94,13%
T14	0,2470	0,0226	25,44	88,26%

Fonte: elaborado pelo autor

A aplicação isolada de mesotriona e flumioxazina em pós-emergência de *Eleusine indica* apresentaram as menores notas de controle, corroborando com o trabalho de Rosa *et al.*, (2014), que notou a ineficácia de controle de ambos os herbicidas. Ainda vale ressaltar que os maiores valores de controle foram obtidos por glufosinato sal de amônio, o que corrobora com o trabalho de Tejada *et al.*, (2024) que observou controles considerados satisfatórios para esse herbicida.

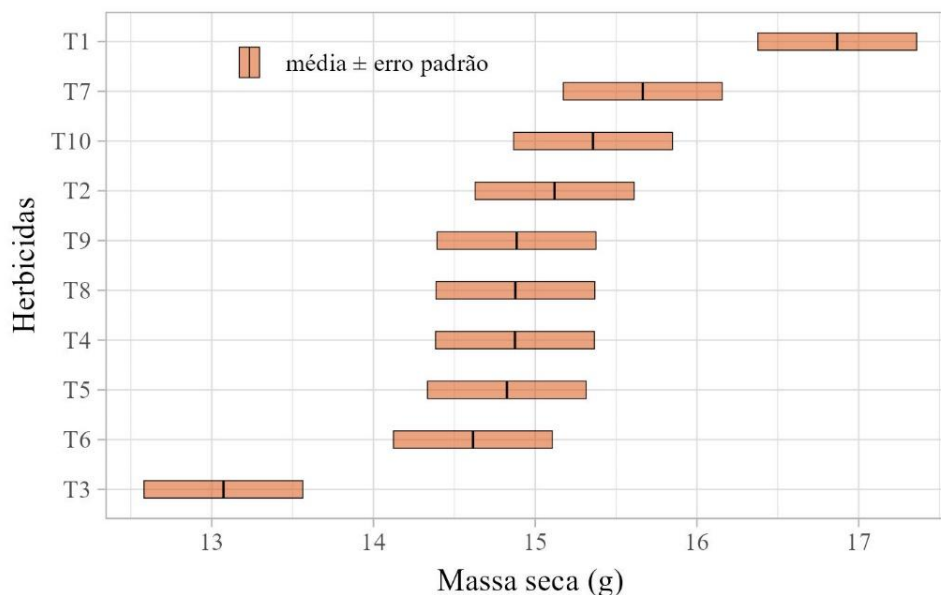
Ao levar em consideração os herbicidas que apresentam controle satisfatório de *Eleusine indica* na pré-semeadura da soja, deve-se verificar o posicionamento correto desses herbicidas para que não resultem em efeitos fitotóxicos à cultura. Portanto, esse cenário torna o posicionamento do glufosinato sal de amônio uma alternativa ainda mais viável, podendo ser posicionado na dessecação pré-semeadura da soja em um intervalo de tempo menor, ou ainda na pós-emergência da cultura quando esta apresentar tolerância a esse ingrediente ativo (Tejada *et al.*, 2024).

Com a disseminação e ocorrência de plantas daninhas resistentes ao glifosato e a inibidores da ACCase, torna-se fundamental o manejo de *Eleusine indica* resistente antes da sua emergência, uma vez que o manejo em pós-emergência é limitado não só pela seletividade necessária à cultura, mas também pela limitação de mecanismos de ação que demonstrem alta eficiência no seu manejo, sendo essencial a utilização de herbicidas pré-emergentes (Silva *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2014).

3.2 EXPERIMENTO 2: ALTERNATIVA DE CONTROLE DE *ELEUSINE INDICA* COM RESISTÊNCIA MÚLTIPLA EM PÓS-EMERGÊNCIA.

Quando avaliada a massa seca houve efeito de tratamento ($F = 2,862$; $p = 0,017$). O teste de normalidade sobre os resíduos apresentou um valor p de 0,922 e o coeficiente de variação foi de 7,26%.

Figura 7. Caterpillar plot para comparação entre os tratamentos quando avaliada a massa seca das plantas de Eleusine indica coletadas aos 35 DAT.⁴



Fonte: elaborado pelo autor

Na avaliação de massa seca, pode-se notar que o tratamento **T1**-Testemunha sem aplicação foi aquele que apresentou maior valor de massa seca em gramas com valor próximo a 16,9g, o que era esperado, e por não ter efeito do herbicida a planta daninha se desenvolveu normalmente. O tratamento **T7**-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹) resultou no valor de 15,6g, já o tratamento **T10**-fenoxaprope-p-etílico (110 g i a ha⁻¹) atingiu o valor de 15,3g, seguido de perto pelo tratamento **T2**-Glifosato (960 g i a ha⁻¹) que expressou um valor de 15,1g de massa seca.

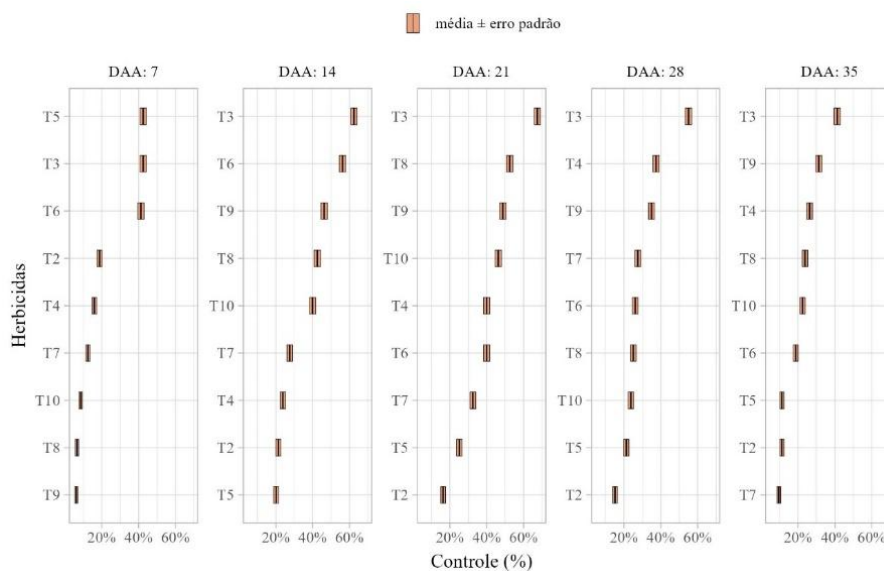
Os tratamentos **T9**-haloxifop-p-metílico (150 g i a ha⁻¹), **T8**-cletodim (240 g i a ha⁻¹), **T4**-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) e **T5**-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹) atingiram valores próximos a 14,8g de massa seca, sendo que o tratamento **T6**-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹) resultou em aproximadamente 14,6g de massa seca sendo considerado pior que o tratamento **T3**-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹).

⁴ **Legenda:** **T1**- Testemunha sem aplicação; **T2**-Glifosato (960 g i a ha⁻¹); **T3**-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹), + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) **T4**-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹); **T5**-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹); **T6**-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹); **T7**-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹); **T8**-cletodim (240 g i a ha⁻¹); **T9**-haloxifop-p-metílico (150 g i a ha⁻¹) e **T10**-fenoxaprope-p-etílico (110 g i a ha⁻¹).

¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹), que apresentou 13,1g de massa seca, inibindo um pouco mais o desenvolvimento da planta daninha.

Na figura 8 é possível observar a eficácia de controle dos tratamentos. Aos 7 DAA os tratamentos que iniciaram com maiores notas de controle foram os tratamentos **T5**-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹), **T3**-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹), + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) e **T6**-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹), e os mesmos performaram com controle próximo a 42%. O tratamento **T2**-Glifosato (960 g i a ha⁻¹) apresentou 20% de controle, seguido de perto pelo tratamento **T4**-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) que ficou com valor próximo a 18% de controle, já o tratamento **T7**-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹) apresentou cerca de 11% de controle e com valor de controle próximo a 9% ficou o tratamento **T10**-fenoxaprope-p-etílico (110 g i a ha⁻¹). Os valores mais baixos encontrados aos 7 DAA foram dos tratamentos **T8**-cletodim (240 g i a ha⁻¹) e **T9**-haloxifop-p-metilico (150 g i a ha⁻¹), com valores de controle próximos a 5%.

Figura 8. Caterpillar plot para comparação entre os tratamentos quando avaliado o controle na pós emergência (vaso).⁵



Fonte: elaborado pelo autor

⁵ **Legenda:** T1- Testemunha sem aplicação; T2-Glifosato (960 g i a ha⁻¹); T3-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹), + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) T4-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹); T5-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹); T6-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹); T7-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹); T8-cletodim (240 g i a ha⁻¹); T9-haloxifop-p-metilico (150 g i a ha⁻¹) e T10-fenoxaprope-p-etílico (110 g i a ha⁻¹).

Aos 14 DAA os herbicidas apresentam melhores eficácia comparados aos 7 DAA, pois precisam de um tempo mínimo de ação. O tratamento **T3**-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹), + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) atingiu um valor de controle próximo a 62%, seguido pelo tratamento **T6**-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹), que teve controle próximo a 58%. Com valor aproximado a 48% de controle se encontra o tratamento **T9**-haloxifop-p-metílico (150 g i a ha⁻¹), seguido pelo tratamento **T8**-cletodim (240 g i a ha⁻¹) que apresentou cerca de 42% de controle. Na sequência ficou o tratamento **T10**-fenoxaprope-p-etílico (110 g i a ha⁻¹) com cerca de 40% de controle, o tratamento **T7**-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹) ficou com o controle próximo de 28%. Já os tratamentos **T4**-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹), **T2**-Glifosato (960 g i a ha⁻¹) e **T5**-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹) foram os que apresentaram menor valor de controle aos 14 DAA, com um valor de 20% de controle.

Aos 21 DAA o tratamento que melhor performou foi o **T3**-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹), + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) atingindo o controle de 68%, seguido pelos tratamentos **T8**-cletodim (240 g i a ha⁻¹) e **T9**-haloxifop-p-metílico (150 g i a ha⁻¹) que performaram com resultados próximos a 50% de controle, e com valor próximo a 47% de controle se encontra o tratamento **T10**-fenoxaprope-p-etílico (110 g i a ha⁻¹).

Os tratamentos **T4**-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) e **T6**-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹) apresentaram 40% de controle. O tratamento **T7**-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹) performou com controle de 33%, sendo que o tratamento **T5**-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹) resultou em valores próximos a 24%. O tratamento **T2**-Glifosato (960 g i a ha⁻¹) foi o único que apresentou o controle inferior a 20% aos 21 DAA, ficando com valor de 18%.

Aos 28 DAA o tratamento **T3**-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹), + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) continua sendo o com melhor resultado de controle, atingido cerca de 54% de controle. O segundo melhor resultado é o do tratamento **T4**-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹), com valor de controle próximo a 38%, seguido pelo tratamento **T9**-haloxifop-p-metílico (150 g i a ha⁻¹), que atingiu valor de controle próximo a 35%.

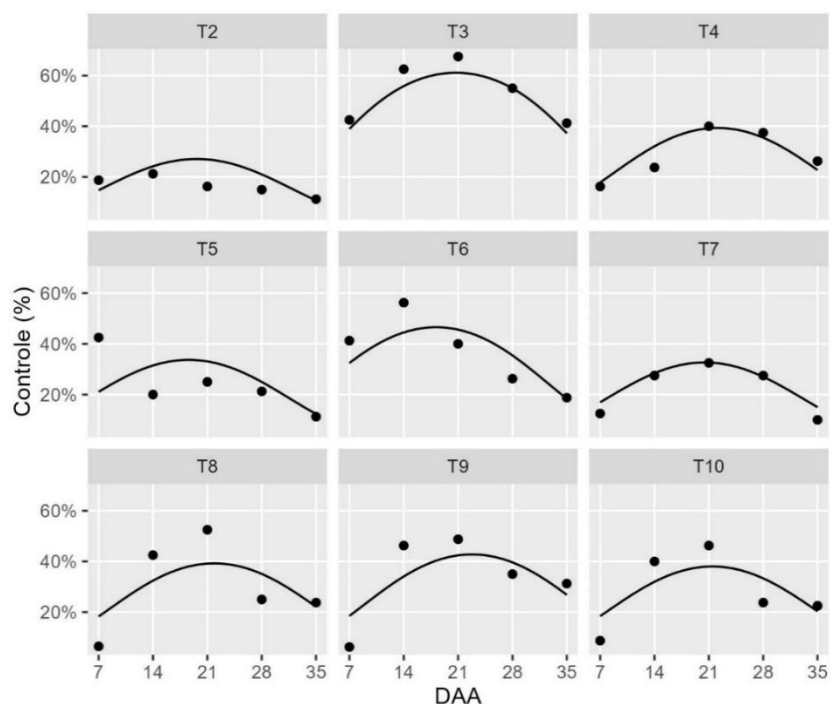
Os tratamentos **T7**-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹) e **T6**-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹) resultaram em controle próximos a 28%, com valores bem próximos os tratamentos **T8**-cletodim (240 g i a ha⁻¹) e **T10**-fenoxaprope-p-

etílico (110 g i a ha⁻¹), que performaram com valores próximos a 24% de controle. Com valores próximos a 21% de controle se encontra o tratamento **T5**-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹). Já o tratamento com pior resultado aos 28 DAA foi o tratamento **T2**-Glifosato (960 g i a ha⁻¹), com cerca de 17% de controle.

Na avaliação final aos 35 DAA, quando normalmente os herbicidas já apresentaram o seu maior potencial de controle, o melhor valor de controle foi de 42% apenas, sendo pertencente ao tratamento **T3**-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹), seguido pelo tratamento **T9**-haloxifop-p-metílico (150 g i a ha⁻¹), o segundo melhor tratamento, com valor próximo a 32% de controle. O tratamento **T4**-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) performaram com valores próximos a 25%. Com o controle próximo a 20% ficaram os tratamentos **T8**-cletodim (240 g i a ha⁻¹), **T10**-fenoxaprope-p-etílico (110 g i a ha⁻¹) e **T6**-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹). Com piores valores ficaram os tratamentos **T5**-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹), **T2**-Glifosato (960 g i a ha⁻¹) e **T7**-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹) expressando valores de controles próximos a 10%.

Em relação à curva de regressão apresentada na figura 9, todos os tratamentos tiveram o comportamento muito parecidos, entretanto o tratamento **T3**-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹), + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) foi aquele que mais se destacou no quesito controle, ainda que um controle considerado insatisfatório.

Figura 9. Ajustes da regressão beta com função de ligação logit quando avaliado o controle em função dos DAA no pós-emergência (vaso)⁶



Fonte: elaborado pelo autor

Na Tabela 14 há o resultado das estimativas do modelo misto quando avaliado o controle em função dos DAA. O T3 alcançou a maior estimativa do controle, 61,1%, ocorrendo aos 20,7 DAA. Por outro lado, o T2 apresentou a estimativa de menor controle, 27,1%, aos 19,6 DAA.

⁶ **Legenda:** T1- Testemunha sem aplicação; T2-Glifosato (960 g i a ha⁻¹); T3-Nicosulfuron (40 g i a ha⁻¹), + atrazina (1500 g i a ha⁻¹) T4-tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) + atrazina (1500 g i a ha⁻¹); T5-glifosato (1440 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (125 g i a ha⁻¹); T6-glufosinato sal de amônio (600 g i a ha⁻¹); T7-mesotriona (75 g i a ha⁻¹) + atrazina (750 g i a ha⁻¹); T8-cletodim (240 g i a ha⁻¹); T9-haloxifop-p-metilico (150 g i a ha⁻¹) e T10-fenoxaprope-p-etílico (110 g i a ha⁻¹).

Tabela 14. Resultados do modelo misto para o controle na pós emergência (vaso) considerando no efeito fixo $\beta_0 + \beta_1 DAA + \beta_2 DAA^2$ e no efeito aleatório $\alpha_0 + \alpha_1 DAA$. O ponto crítico (x_0, y_0) indica a estimativa de DAT em que ocorreu o controle máximo

Tratamento	Efeito fixo			Efeito aleatório		Ponto crítico		R ²
	β_0	β_1	β_2	α_0	α_1	x_0	y_0	
T2				-0,3688	-0,0097	19,64	27,09%	
T3				0,8610	0,0008	20,73	61,09%	
T4				-0,3113	0,0142	22,14	39,33%	
T5	-2,4638	0,1974	-0,0048	0,1325	-0,0196	18,60	33,68%	73,50%
T6				0,7480	-0,0237	18,17	46,55%	
T7				-0,2617	-0,0018	20,47	32,65%	
T8				-0,2643	0,0119	21,89	39,23%	

Fonte: elaborado pelo autor

Com os dados apresentados é possível observar que a maioria dos tratamentos com a presença do herbicida atrazina não se mostraram como opções viáveis para o manejo de *Eleusine indica* com histórico de resistência, com exceção das combinações como o T3-nicossulfuron + atrazina. Essa informação é corroborada pelo trabalho de Takano *et al.*, (2018), que ao avaliar opções de manejo para *Eleusine indica* resistente ao glifosato notou que o herbicida atrazina não proporcionou condições satisfatórias de controle, sendo que as porcentagens máximas atingidas não ultrapassaram 27% de controle mesmo 60 dias após a aplicação.

Ainda o mesmo autor ressalta que a aplicação de nicosulfuron permitiu o controle satisfatório de *Eleusine indica* resistente atingindo porcentagens de controle superiores a 85%, e quando associado à atrazina demonstrou bons resultados, sendo uma das poucas opções viáveis de controle para biótipos resistentes. Dessa forma, pode-se afirmar que a maior eficácia da associação nicossulfuron + atrazina se dá em decorrência da presença de nicossulfuron, uma vez que outros tratamentos com atrazina não apresentaram eficácia semelhante.

A baixa eficácia de controle da maioria dos tratamentos é explicada por Takano *et al.*, (2016) e Takano *et al.*, (2018), que notaram melhor eficácia quando os tratamentos foram posicionados no início de perfilhamento da planta daninha do que quando as plantas se encontravam próximas do florescimento, demonstrando que *Eleusine indica* precisa ser controlada em estádios mais jovens para se obter melhores resultados de controle. Os autores ressaltam que essa diferença se dá pelo fato de que plantas em estágios mais desenvolvidos

apresentam cutículas com maior acúmulo de cera, o que acaba por limitar a absorção do herbicida pela planta. Dessa forma, visando o eficiente controle de *Eleusine indica* resistente, seu manejo deve ser realizado em sua pré-emergência e em estágios fenológicos iniciais.

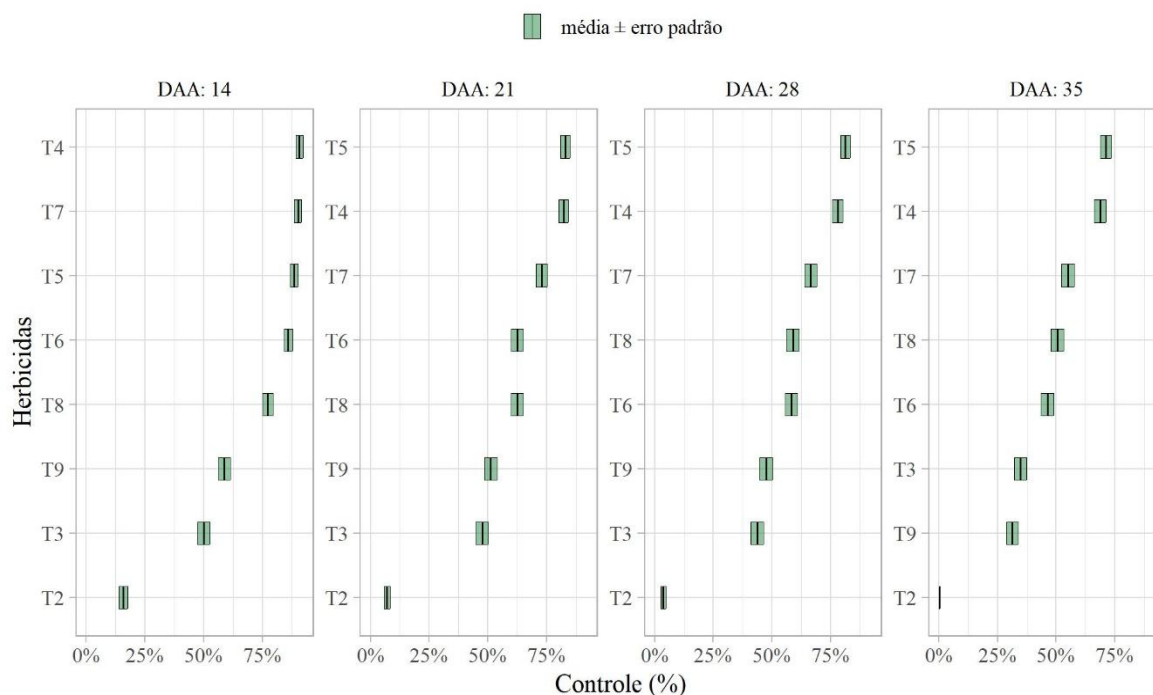
Takano *et al.*, (2018) observaram que para plantas em estágios iniciais de perfilhamento apenas os tratamentos com a presença de nicossulfuron foram capazes de obter controle adequado de *Eleusine indica* resistente ao glifosato. Associado a isso, dentre os tratamentos analisados por Rosa *et al.*, (2014), a aplicação de mesotrione se mostrou ineficiente no manejo de populações de *Eleusine indica*.

Pode-se inferir ainda que boa parte da falta de eficiência no manejo pode se dar pelo estágio de aplicação da planta daninha como afirmado por Takano *et al.* (2018), uma vez que ao avaliar o manejo de *Eleusine indica* em estágio de pré-perfilhamento por meio de herbicidas pós-emergentes, Tejada *et al.*, (2024) observou eficácia para herbicidas que, neste presente experimento, não foram eficientes, a exemplo de: cletodim, haloxifope, glufosinato sal de amônio e tembotrione, explicitando a necessidade de atenção ao seu momento de manejo.

3.2 EXPERIMENTO 3: ALTERNATIVA DE CONTROLE DE *ELEUSINE INDICA* EM PRÉ EMERGÊNCIA.

Na figura 10 em avaliação de eficácia dos tratamentos foi possível observar que aos 14 DAT os tratamentos que apresentaram melhor performance para controle foram os tratamentos **T4**-s-metolacoloro ($1920 \text{ g i a ha}^{-1}$) e **T7**-clomazone ($1000 \text{ g i a ha}^{-1}$) que resultaram em valores próximos a 90% de controle, seguidos pelo tratamento **T5**-isoxaflutol ($56,25 \text{ g i a ha}^{-1}$) + tiencarbazona-metílica ($22,5 \text{ g i a ha}^{-1}$), que expressou valor de controle próximo a 88%, com o tratamento **T6**-imazetapir ($120 \text{ g i a ha}^{-1}$) + flumioxazina (60 g i a ha^{-1}), apresentando valor próximo a 86% de controle, sendo ele o último que aos 14 DAA ultrapassou o valor de 80% de controle. Em sequência o tratamento **T8**-sulfentrazone ($600 \text{ g i a ha}^{-1}$) atingiu valor próximo a 77% de controle, e o tratamento **T9**-metribuzim ($480 \text{ g i a ha}^{-1}$) apresentou controle próximo a 61%. Já o tratamento **T3**-atrazina ($1500 \text{ g i a ha}^{-1}$), + tembotriona ($100,8 \text{ g i a ha}^{-1}$) resultou em exatos 50% de controle. E com valores próximos a 13% de controle, ficou o tratamento **T2**-atrazina ($2000 \text{ g i a ha}^{-1}$).

Figura 10. *Caterpillar plot* para comparação entre os tratamentos quando avaliado o controle no pré emergência (campo).⁷



Fonte: elaborado pelo autor

Aos 21 DAA os tratamentos que apresentaram melhor controle foram os tratamentos **T4-s-metolacolor** (1920 g i a ha⁻¹) e **T5-isoxaflutol** (56,25 g i a ha⁻¹) + tiencarbazona-metílica (22,5 g i a ha⁻¹), que apresentaram valores próximos a 86% de controle, seguidos pelo tratamento **T7-clomazone** (1000 g i a ha⁻¹), que expressou valor de controle próximo a 74%. Com o valor de 62,5% de controle se encontra os tratamentos **T6-imazetapir** (120 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (60 g i a ha⁻¹) e **T8-sulfentrazona** (600 g i a ha⁻¹).

O tratamento **T9-metribuzim** (480 g i a ha⁻¹) atingiu valor próximo a 50% de controle. Já o tratamento **T3-atrazina** (1500 g i a ha⁻¹), + tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) resultou em um valor próximo a 48% de controle e com menor eficácia ficou o tratamento **T2-atrazina** (2000 g i a ha⁻¹), que expressou valor próximo a 6% de controle.

⁷ **Legenda:** **T1**- Testemunha sem aplicação; **T2**-atrazina (2000 g i a ha⁻¹); **T3**-atrazina (1500 g i a ha⁻¹), + tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹); **T4**-s-metolacolor (1920 g i a ha⁻¹), **T5**-isoxaflutol (56,25 g i a ha⁻¹) + tiencarbazona-metílica (22,5 g i a ha⁻¹), **T6**-imazetapir (120 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (60 g i a ha⁻¹), **T7**-clomazone (1000 g i a ha⁻¹), **T8**-sulfentrazona (600 g i a ha⁻¹) e **T9**-metribuzim (480 g i a ha⁻¹).

Aos 28 DAA o tratamento que melhor se destacou em controle foi o tratamento **T5**-isoxaflutol (56,25 g i a ha⁻¹) + tiencarbazona-metílica (22,5 g i a ha⁻¹) que ficou com resultado de controle próximo a 81%, sendo o único que aos 28 DAA apresentou valor acima de 80%, seguido de perto pelo tratamento **T4**-s-metolacoloro (1920 g i a ha⁻¹) que apresentou valor próximo a 77% de controle, já o tratamento **T7**-clomazone (1000 g i a ha⁻¹) expressou valor de controle próximo a 73%.

Com o valor de 60% de controle se encontram os tratamentos **T6**-imazetapir (120 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (60 g i a ha⁻¹) e **T8**-sulfentrazona (600 g i a ha⁻¹). Na sequência, o tratamento que atingiu valor próximo a 46% de controle foi o tratamento **T9**-metribuzim (480 g i a ha⁻¹). Já o tratamento **T3**-atrazina (1500 g i a ha⁻¹), + tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) resultou em um valor próximo a 45% de controle. E o tratamento **T2**-atrazina (2000 g i a ha⁻¹) resultou em valor próximo a 3% de controle.

Aos 35 DAT o tratamento **T5**-isoxaflutol (56,25 g i a ha⁻¹) + tiencarbazona-metílica (22,5 g i a ha⁻¹) ainda se apresenta como o melhor valor de controle resultando em controle próximo a 72%. Já o tratamento **T4**-s-metolacoloro (1920 g i a ha⁻¹) apresentou valor próximos a 69% de controle. Com valor próximo a 54% ficou o tratamento **T7**-clomazone (1000 g i a ha⁻¹). E performando com exatos 50% de controle encontra-se o tratamento **T8**-sulfentrazona (600 g i a ha⁻¹).

Próximo a 48% de controle está o tratamento **T6**-imazetapir (120 g i a ha⁻¹) + flumioxazina (60 g i a ha⁻¹). Na sequência o tratamento **T3**-atrazina (1500 g i a ha⁻¹), + tembotriona (100,8 g i a ha⁻¹) resultou em um valor próximo a 35% de controle. Com uma menor performance ficou os tratamentos **T9**-metribuzim (480 g i a ha⁻¹). Com valor próximo a 31% de controle. E o tratamento **T2**-atrazina (2000 g i a ha⁻¹) resultou em valor próximo a 0% de controle, estando muito parecido com a testemunha e com pouco efeito do herbicida.

Como observado, os melhores valores de controle de *Eleusine indica* foram obtidos pela aplicação dos herbicidas isoxaflutol + tiencarbazona-metílica e s-metolacoloro. Essa observação corrobora com o trabalho de Spricigo *et al.*, (2024), que, em trabalho realizado, observou que a aplicação de s-metolacoloro promoveu um controle de 100% de populações de *Eleusine indica* mesmo aos 63 dias após a aplicação. Isso pode ser explicado pelo espectro de controle do herbicida posicionado, uma vez que tem seu manejo recomendado para o controle de espécies gramíneas a exemplo da *Eleusine indica* (Agrofit, 2024).

Entretanto, a maioria dos tratamentos não apresentaram controle efetivo de novos fluxos germinativos de *Eleusine indica* aos 35 DAT, problema que de acordo com Spricigo *et al.*, (2024), poderia ser contornado pela condução de uma aplicação em sequência em estágios fenológicos iniciais em populações que não foram controladas, a exemplo do herbicida glufosinato sal de amônio, que de acordo com o autor proveu um aumento de controle de 87 para 100%, podendo se posicionar como uma opção ao permitir a eficácia de controle dessas populações e reduzir a pressão de seleção pelo posicionamento de diferentes mecanismos de ação.

Os resultados obtidos corroboram com os apresentados por Takano *et al.*, (2018), que observou que os herbicidas isoxaflutol e s-metolaclopro se mostraram como opções viáveis. O autor observou que esses herbicidas apresentaram porcentagens próximas de 95% e 100% até os 20 dias após a aplicação.

No posicionamento de herbicidas pré-emergentes, deve-se levar em consideração o seu tempo de efeito residual no solo que permita o manejo de *Eleusine indica* dentro da cultura. De acordo com Takano *et al.*, (2018), como a aplicação de pré-emergentes na cultura da soja ocorre quase que de forma concomitante com a semeadura, um residual de aproximadamente 20 dias pode ser suficiente para permitir um melhor manejo, permitindo à cultura se desenvolver sem a presença de plantas daninhas na sua época mais crítica. Dito isso, a aplicação de isoxaflutol + tiencarbazona-metílica, clomazone e s-metaloclopro permitiu melhores porcentagens de controle até 28 DAA, e, portanto, se posicionam como as melhores opções para essa modalidade.

4. CONCLUSÃO

Para o manejo em pós-emergência de *Eleusine indica*, em população natural do Município de Ponta Porã, no Estado do Mato Grosso do Sul, os tratamentos com Glufosinato de amônio ($560 \text{ g i a ha}^{-1}$) + Mesotriona ($144 \text{ g i a ha}^{-1}$) e Flumioxazina ($100 \text{ g i a ha}^{-1}$) + Mesotriona ($192 \text{ g i a ha}^{-1}$) + Cletodim ($144 \text{ g i a ha}^{-1}$) apresentaram as melhores performance de controle.

A associação de nicossulfuron + atrazina apresentou a melhor alternativa para o manejo de *Eleusine indica* com múltipla resistência. Entretanto as notas de controle obtidas foram insatisfatórias. O trabalho ressalta, assim, a importância de se atentar ao momento correto do manejo dessas plantas daninhas, sendo necessário o seu manejo em estágios fenológicos iniciais principalmente para esse tipo de biótipo.

Pré-emergentes com ação graminicida, a exemplo de isoxaflutole + tiencarbazone e s-metalocloro, apresentaram controles satisfatórios para o controle de *Eleusine indica*, sendo recomendada a sua utilização na pré-emergência da planta daninha e da cultura a ser implantada, desde que o produto tenha indicação em bula para determinada cultura.

Torna-se necessária a adoção de novas práticas de manejo que visem não somente reduzir a pressão de seleção sobre biótipos resistentes, mas que apresentem também o seu efetivo controle. A aplicação de herbicidas de forma isolada se mostrou pouco eficaz, sendo necessária a adoção de práticas como a utilização de herbicidas pré-emergentes e pós-emergentes em estádios iniciais da planta daninha.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, F., GAZZIERO, D. L. P., VOLL, E. Indicações para o uso de glifosato em-soja transgênica. Londrina: **Embrapa Soja**. p. 2 (Circular Técnica 49). 2007. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/470310> .
- ADEGAS, F. S., GAZZIERO, D. L. P., BONANI, J. C., PRECINOTTO, C. V., GARBIATE, M. V., PAES, B. L., ASSIS, D. N., OLIVEIRA JR, R. S. Novo caso de resistência de planta daninha ao glifosato no Brasil: picão-pretp (*Bidens subalternans*). **Embrapa Soja**, Folhetos. 2023. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155922> .
- ALAM, ASOCIATION LATINOAMERICANA DE MALEZAS. **Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas**. Alam.V. 1, p. 35-38, 1974. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/>
- ARSENIJEVIC, N., DE WERFF, R., CONLEY, S., RUARK, M., WERLE, R. Influence of integrated agronomic and weed management practices on soybean canopy development and yield. **Weed Technol.** v. 36, n. 1. p. 73-78. 2022. DOI: <https://10.1017/wet.2021.92> .
- BAUER, F. E., ALBRECHT, A. J. P., ALBRECHT, L. P., SILVA, A. F. M., BARROSO, A. A. M., & DANILUSSI, M. T. Y. Digitaria insularis control by using herbicide mixtures application in soybean pre-emergence. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 74, n. 1, p. 9403-9411. 2021. DOI: <https://10.15446/rfnam.v74n1.89032> .
- BEN, R., INOUE, M. H., CAVALCANTE, N. R., MENDES, K. F., DALLACORT, R., & DOS SANTOS, E. G. EFICÁCIA DO GLUFOSINATO DE AMÔNIO ASSOCIADO COM OUTROS HERBICIDAS NA CULTURA DO ALGODÃO O LIBERTY LINK®. **REVISTA BRASILEIRA DE HERBICIDAS**, v. 11, n. 3, p. 249-257, 2012. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v11i3.176> .
- BOTTCHER, A. A., ALBRECHT, A. J. P., ALBRECHT, L. P., KASHIVAQUI, E. S. F., CASSOL, M., SOUZA, C. N. Z. D., & SILVA, A. F. M. Herbicide efficacy in the fall management of *Richardia brasiliensis*, *Commelina benghalensis*, *Conyza sumatrensis* AND *Digitaria insularis*. **Bioscience Journal**, v. 38, p. 1981-3163. 2022. DOI: <https://10.14393/BJ-v38n0a2022-53544> .
- BRAZ, G. B. P., CRUVINEL, A. G., CANEPPELE, A. B., TAKANO, H. K., SILVA, A. G. D., & OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. D. Sourgrass interference on soybean grown in Brazilian Cerrado. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 2, p. 350-358. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n211rc> .
- DE CASTRO, A. R., CASTRO, Q. S. G. PIASSA, A. S., PEDROSA, S. G., & TROPALDI, L. Selectivity and control of *Euphorbia heterophylla* in sugarcane by herbicide in post-emergence. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, p. 1-8. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2023.2235248> .

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira, 12º Levantamento safra 2021/22. Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10> .

COPAJA, S. V., & SEPÚLVEDA, C. DYNAMIC OF HERBICIDES IN SOIL AND SOIL MODIFIED WITH CLAY AND/OR HUMUS. **Journal of the Chilean Chemical Society**, v. 67, n. 3, p. 5587-5594, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-97072022000305587> .

DREHMER, M. H., ZAGONEL, J., FERREIRA, C., & SENGHER, M. Herbicides efficacy applied in pre-emergency to control Digitaria insularis in bean. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 2, p. 148-154. 2015. DOI: <https://10.7824/rbh.v14i2.395> .

DURAES, N., L.A.B. N., CANDEIAS, E. F. DA SILVA. Distribution, transport and fate of pollutants. In: Duarte, A.C., Cahada, A., Rocha-Santos, T. (Eds.), **Soil Pollution: from Monitoring to Remediation**. Academic Press, London, UK, p. 29–56, 2018. DOI: <https://10.1016/B978-0-12-849873-6.00002-9> .

EMBRAPA, Guia Clima. Estação – **Embrapa** – Dourados/MS. Estatística. Disponível em: <https://clima.cpao.embrapa.br/> . Acesso em: 16 jun. 2023.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL [EWRC]. Report of the third and fourth meetings of the European Weed Research Council Committee on methods. **Weed Research**, v. 4, n. 1, 1964, p. 79. DOI: <https://doi.org/10.5555/19642301566> .

FIETZ, C. R., FISCH, G. F., COMUNELLO, E., FLUMIGNAN, D. L. O clima da região de Dourados-MS. 3.ed. ver. E atual. – Dourados,MS: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1079733/1/DOC2017138FIETZ.pdf>

FORTE, C. T. et al., Cultivation systems, vegetable soil covers and their influence on the phytosociology of weeds. **Planta Daninha**, v. 36, p. 2-15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100099> .

FRANCISCHINI, A. C., CONSTANTIN, J., OLIVEIRA JR, R. S., SANTOS, G., FRANCHINI, L. H. M., & BIFFE, D. F. Resistência de Amaranthus retroflexus a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase no Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 437-446, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S/0100-83582014000200022> .

GALON, L., FORTE, C. T., KUJAWISKI, R., RADUNZ, A. L., DE DAVID, F. A., PERIN, G. F., & RADUNZ, L. L. Eficácia e fitotoxicidade de herbicidas aplicados para o manejo de plantas daninhas em cevada. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 105-116, 2014. DOI: <https://doi.org/10.7824/rhh.v13i2.274> .

GAZOLA, T., GOMES, D. M., BELAPART, D., DIAS, M. F., CARBONARI, C. A., & VELINI, E. D. Selectivity and residual weed control of pre-emergent herbicides in soybean

crop. **Revista Ceres**, v. 68, n. 3, 219-229, 2021. DOI: <https://10.1590/0034-737X202168030008> .

HORVATH, D. P., CLAY, S. A., SWANTON, C. J., ANDERSON, J. V., & CHAO, W. S. Weed-induced crop yield loss: a new paradigm and new challenges. **Trends in Plant Science**, v. 28, n. 5, p. 567-582. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.12.014> .

INTERNATIONAL HERBICIDE-RESISTANT WEED DATABASE (HEAP). Herbicide Resistant Weeds in Brazil. International survey of herbicide resistant weeds. 2023. Disponível em: <https://www.weedscience.org> .Acesso em: 19 jun. 2023.

KAUR, E., SHARMA, R., & SINGH, N. D. Efficacy of pre-emergence and post-emergence herbicides on weed control and yield in wheat. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 7, n. 2, p. 883- 887. 2018. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.111> .

KOEHLER-COLE, K., PROCTOR, C.A., ELMORE, R.W., & WEDIN, D.A. Spring-planted cover crops for weed control in soybean. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 36, n. 5, p. 501-508, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170521000107> .

KHALIL, Y., FLOWER, K., SIDDIQUE, K. H., & WARD, P. Rainfall affects leaching of pre- emergent herbicide from wheat residue into the soil. **Plos one**, v. 14, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210219> .

LENTH, R. V. 2021. emmeans: Estimated Marginal Means, aka LeastSquares Means. **R package version** 1.6.2-1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans> Acessado em: jun. 2024.

LOPEZ-OVEJERO R. F., SOARES, D. J., OLIVEIRA, W. S., FONSECA, L. B., BERGER, G. U., SOTERES, J. K., CHRISTOFFOLETI, P. J. Residual herbicides in weed management for glifosato resistant soybean in Brazil. **Planta Daninha**. v. 31, n. 4, p. 947-959, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000400021> .

LUCIO, F. R., KALSING, A., ADEGAS, F. S., ROSSI, C. V. S., CORREIA, N. M., GAZZIERO, D. L. P., et al., Dispersal and frequency of glifosato-resistant and glifosato-tolerant weeds in soybean producing edaphoclimatic microregions in Brazil. **Weed Technology**. v. 33, n. 1, p. 217-231, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2018.97> .

KURNIADIE, D., WIDIANTO, R., UMIYATI, U., WIDAYAT, D., NASAHI, C., & BUDIAWAN, A. Management of Eleusine indica (L.) gaertn resistance to glifosato herbicide in Indonesia. **Agronomy**, v. 13, n. 6: 1649. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13061649> .

LIMA, S.F.; TIMOSSI, P.C.; ALMEIDA, D.P.; DA SILVA, U.R. 2014. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**. Brasil. v. 27, n. 2, p. 37-47. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/3353> .

MENDES, M.F., SOUSA, R.N., DIAS, R.C., REIS, M.R. Efeito residual de herbicidas em solos agricultáveis. In **Contaminantes Orgânicos da Análise a Biorremediação**. Tornisielo, V.L., Vilca, F.Z., Guimarães, C.D., Mendes, K., Eds.; FFEALQ: Piracicaba, Brazil, p. 157–178. 2019. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003039882> .

MEITE, F., ALVAREZ-ZALDÍVAR, P., CROCHET, A., WIEGERT, C., PAYRAUDEAU, S., & IMFELD, G. Impact of rainfall patterns and frequency on the export of pesticides and heavy-metals from agricultural soils. **Science of the Total Environment**, v. 616, p. 500-509. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.297> .

NAKKA, S., JUGULAM, M., PETERSON, D., & ASIF, M. Herbicide resistance: Development of wheat production systems and current status of resistant weeds in wheat cropping systems. **The Crop Journal**, v. 7, n. 6, p. 750-760. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.09.004> .

OLIVEIRA, A. R., FREITAS, S. P., & VIEIRA, H. D. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta* e *Tripogandra diuretica* na cultura do café. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, 823-830, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000400021> .

OPEÑA, J. L., QUILT, J. R., CORREA JR, T. Q., & CHAUHAN, B. S. Weed population dynamics, herbicide efficacies, and crop performance in a sprinkler-irrigated maize-rice cropping system. **Field Crops Research**, v. 167, p. 119-130. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.07.014> .

PALHARINI, W., MAUAD, M., DA SILVA, P. V., DE MEDEIROS, E. S., SCHEDENFFELDT, B. F., & MEDEIROS, B. C. C. Management of *Digitaria insularis* in soybean pre-sowing desiccation by ACCase alternative herbicides and its impact on soybean carryover. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 58, n. 2, p. 110-119, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2023.21772279> .

PEREIRA, M. R., MARCHI, S., & MARINS, D. Effect of different herbicides on *bidens pilosa* and *euphorbia heterophylla* biotypes resistant to ALS inhibitors. **Bioscience Journal**, v. 38. P. 1-9. 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/B-v38n0a2022-53823> .

PRYIA, R.S., CHINNUSAMY, C., JANAKI, P.; ARTHANARI, P.M. Persistence and carryover effect of oxyfluorfen residues in red sandy clay loam soil. **J. Pharmacogn. Phytochem**, v. 6, n. 3, p. 527–532. 2017. Disponível em: <https://www.phytojournal.com/archives/2017.v6.i3.1269/persistence-and-carryover-effect-of-oxyfluorfen-residues-in-red-sandy-clay-loam-soil> .

R CORE TEAM 2021. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/> . Acesso em: fev. 2022.

RIGBY, R. A.; Stasinopoulos, D. M. Generalized additive Models for Location, Scale and Shape (with Discussion). **J. Royal Statist. Soc.** v. 54, n. 3, p. 507–554, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9876.2005.00510.x> .

RIGON, E., AMADO, T. J. C., POTT, L. P., ULGUIM, A. R., & BUSHE, A. K. Densidade de plantas daninhas sob intervenções em três distintas zonas de manejos. **Agrarian**. v. 13, n. 49, p. 405-418. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3.612/agrarian.v13i49.10600> .

RIZZARDI, M. A., FLECK, N. G., MUNDSTOCK, C. M., & BIANCHI, M. A. Soybean grain yield losses due to interference by beggarticks and arrowleaf sida. **Ciência Rural**, v.33, n. 4, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000400005> .

RIZZARDI, M. A., ROCKENBACH, A. P. & SCHNEIDER, T. Residual herbicides increase the period prior to interference in soybean cultivars. **Planta Daninha**, v. 38, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100091>. 2020.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed., Londrina. 764 p. 2018.

ROSA, L. E., NICOLAI, M., MELO, M. S. C., CARVALHO, D. C. P., WOCH, A. L., BOBADILLA, L. K., & CHRISTOFFOLETI, P. J. Alternativas de controle na pós-emergência inicial de *Eleusine indica*. **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, 2014. Disponível em: <https://www.sbcpd.org/publicacao/alternativas-de-controle-na-pos-emergencia-inicial-de-eleusine-indica/pt/>

RUDELL, E. C., PETROLI, I. D. S., SANTOS, F. M. D., FRANDALOSO, D., & SILVA, D. R. O. D. Weed interference capacity on soybean yield. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 74, n. 2, p. 9541-9547. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.89705> .

SANTIN, C. O., GIACOMIN, E. L., GALON, A. D., MENEGAT, E. R. ROSSETTO, M. B. FRANCESCHETTI, M. A. BAGNARA, A. M. SILVA, R. J. TONIN, L. BRUNETTO & C. T. FORTE. Association of herbicides for management of weed plants in pre-emergence of soybean culture. **Journal Agricultural Science**. v. 11, n. 4, p. 217-224. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n4p217> .

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., FILHO, J. C. A., OLIVEIRA, J. B., CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: **Embrapa**. 2018. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003> .

SILVA, A.C.; HIRATA, E.K.; MONQUERO, P.A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasil. v. 44, n. 1, p. 22-28, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000100004> .

SILVA, A. F., CONCENÇO, G., ASPIAZÚ, I., FERREIRA, E. A., GALON, L., FREITAS, M. A. M., FERREIRA, F. A. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 57-66. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000100009> .

DA SILVA, P. V.; BARBOSA, G. C.; FERRARI, A.; TRONQUINI, S. M.; MONQUERO, P. A. Chemical control strategies of *Commelina benghalensis* in Coffee Crop. **Coffee Science**, v. 14, n. 2, p. 231–239, 2019. Disponível em: <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1576>. Acesso em: 3 jan. 2025.

SOLTANI, N., SHROPSHIRE, C., & SIKKEMA, P. H. Soybean yield loss from delayed postemergence herbicide application based on weed height, days after emergence, accumulated crop heat units, and soybean growth stage. **Weed Technology**, v. 36, n. 3, p. 403–408. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2022.36>.

TAKANO, H. K. et al., Growth, development and seed production of goosegrass. **Planta Daninha**, v. 34, n. 2, p. 249–58, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340200006>.

TAKANO, H. K., OLIVEIRA JR, R. S., CONSTANTIN, J., SILVA, V. F. V., & MENDES, R. R. Chemical control of glifosato-resistant goosegrass. **Planta Daninha**, v. 36, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100055>.

TAKESHITA, V., MENDES, K. F., ALONSO, F. G., & TORNISIELO, V. L. Effect of organic matter on the behavior and control effectiveness of herbicides in soil. **Planta Daninha**, v. 37, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100110>.

TEJADA, J. L., BARROSO, A. A. M., SOLIS-ROSAS-DIAZ, L. F., ALVARADO-HUAMÁN, L., SILVA, E., & ALVES, P. L. D. C. A. 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. 2024. DOI: <https://doi.org/0.31910/rudca.v27.n1.2024.2361>.

TRAVLOUS, I., GAZOULIS, I., KANATAS, P., TSEKOURA, A., ZANNOPOULOS, S., & PAPASTYLIANOU, P. Key factors affecting weed seeds' germination, weed emergence, and their possible role for the efficacy of false seedbed technique as weed management practice. **Frontiers in Agronomy**, v. 2, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.00001>.

VANHALA, P.; KURSTJENS, D.; ASCARD, J.; BERTRAM, A.; CLOUTIER, D.C.; MEAD, A.; RA_AELLI, M.; RASMUSSEN, J. Guidelines for physical weed control research: Flame weeding, weed harrowing and intra-row cultivation. In **Proceedings of the 6th EWRS—Workshop on Physical and Cultural Weed Control**, Lillehammer, Norway, v. 8, n. 10, p. 208–239. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/40123018_Guidelines_for_physical_weed_control_research_flame_weeding_weed_harrowing_and_intra-row_cultivation

WESTWOOD, J. H., CHARUDATTAN, R., DUKE, S. O., FENNIMORE, S. A., MARRONE, P., SLAUGHTER, D. C., & Zollinger, R. Weed management in 2050: Perspectives on the future of weed science. **Weed science**, v. 66, n. 3, p. 275–285. 2018. DOI: <https://10.1017/wsc.2017.78>.

WICKAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis (Use R)**. O'Reilly Media: Sebastopol, California, EUA: O'Reilly Media, 2016. 224 p.

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of Weed Science**, 5. ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 664 p. 2018.