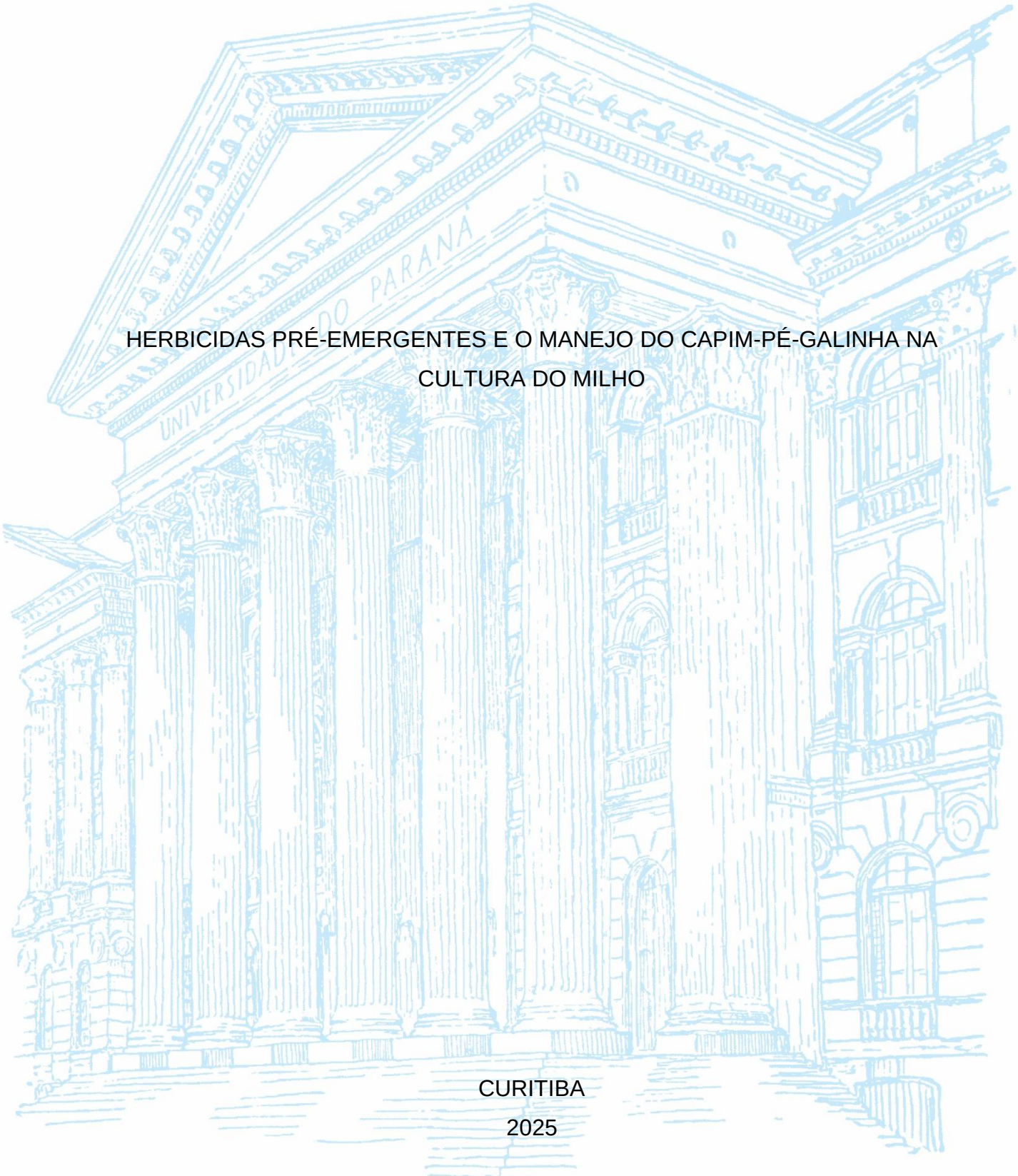
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELOISA APARECIDA GONÇALVES



HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES E O MANEJO DO CAPIM-PÉ-GALINHA NA CULTURA DO MILHO

CURITIBA

2025

ELOISA APARECIDA GONÇALVES

HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES E O MANEJO DO CAPIM-PÉ-GALINHA NA CULTURA DO MILHO

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

Orientador: Prof. Dr. Lucas Aparecido Gaion

CURITIBA

2025

Dedico este trabalho à memória do meu querido avô, Sebastião, que sempre acreditou em meus sonhos e me inspirou a seguir em frente, mesmo nos momentos mais difíceis. Seu apoio, sabedoria e amor foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Embora não esteja mais fisicamente presente, sei que sua luz e seus ensinamentos continuarão guiando meus passos.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a Deus, pela sabedoria, força e resiliência concedidas ao longo desta jornada.

À minha família, cuja paciência, apoio incondicional e palavras de incentivo foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Em especial, aos meus pais, Maria e José por compreenderem minha dedicação aos estudos e por sempre acreditarem em meu potencial.

Aos amigos, que compartilharam comigo essa trajetória, oferecendo apoio, incentivo e, muitas vezes, alívio nos momentos mais desafiadores.

Ao meu orientador Prof. Dr. Lucas Aparecido Gaion, cuja dedicação, conhecimento e orientação foram essenciais para a construção deste trabalho e para meu crescimento acadêmico e profissional. Sua orientação foi fundamental para que este projeto se concretizasse.

Este trabalho representa não apenas um marco em minha vida, mas também a soma dos esforços de todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para minha caminhada. Meu mais sincero agradecimento!

RESUMO

O presente trabalho aborda o manejo do capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) na cultura do milho, destacando a importância do uso de herbicidas pré-emergentes para mitigar os impactos dessa planta daninha. A presença de *Eleusine indica* reduz a produtividade da cultura ao competir por recursos essenciais, além de apresentar crescente resistência a herbicidas pós-emergentes devido ao uso contínuo de mecanismos de ação similares. A revisão bibliográfica explora a biologia da espécie, sua capacidade de adaptação e os desafios do controle químico, evidenciando que a resistência aos herbicidas é um problema crescente no Brasil e no mundo. Entre as estratégias de manejo, os herbicidas pré-emergentes são apontados como alternativa eficaz, pois atuam no solo antes da germinação das plantas daninhas, reduzindo a competição inicial com o milho. Diferentes moléculas são analisadas, como s-metolacloro, piroxasulfona + flumioxazina, isoxaflutole + tiencarbazona-metílica e trifluralina, discutindo seus mecanismos de ação e eficácia no controle de *Eleusine indica*. Os herbicidas s-metolacloro, piroxasulfona + flumioxazina e trifluralina, quando aplicados em pré-emergência, foram eficientes no controle da espécie, destacando-se como ferramentas viáveis para seu manejo. Os resultados de diversos estudos demonstram que a utilização desses herbicidas melhora a eficiência do manejo e auxilia na redução da resistência. Diante do aumento da resistência de *Eleusine indica* aos herbicidas pós-emergentes, a utilização de pré-emergentes se apresenta como uma ferramenta indispensável para o manejo eficiente dessa espécie. A rotação de mecanismos de ação e a combinação de diferentes estratégias de controle são fundamentais para reduzir os impactos da resistência e garantir a produtividade do milho a longo prazo.

Palavras-chave: *Eleusine indica*; Plantas daninhas; resistência; *Zea mays*.

ABSTRACT

This study addresses the management of goosegrass (*Eleusine indica*) in corn cultivation, highlighting the importance of pre-emergent herbicides in mitigating the impact of this weed. *Eleusine indica* reduces crop productivity by competing for essential resources and has developed increasing resistance to post-emergent herbicides due to the continuous use of similar modes of action. This literature review explores the species' biology, adaptability, and the challenges of chemical control, emphasizing that herbicide resistance is a growing problem in Brazil and worldwide. Among the management strategies, pre-emergent herbicides are considered an effective alternative as they act in the soil before weed germination, reducing initial competition with corn. Different herbicide molecules, such as *s-metolachlor*, *pyroxasulfone* + *flumioxazin*, *isoxaflutole* + *thiencarbazone-methyl*, and *trifluralin*, are analyzed regarding their mechanisms of action and effectiveness in controlling *Eleusine indica*. Studies demonstrate that *s-metolachlor*, *pyroxasulfone* + *flumioxazin*, and *trifluralin*, when applied pre-emergently, efficiently control the species, making them viable management tools. Research findings indicate that these herbicides improve weed control efficiency and help reduce resistance. Given the increasing resistance of *Eleusine indica* to post-emergent herbicides, the use of pre-emergents is an essential tool for its effective management. The rotation of modes of action and the combination of different control strategies are crucial to minimizing resistance impacts and ensuring long-term corn productivity.

Keywords: *Eleusine indica*; weeds; resistance; *Zea mays*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
1.1 OBJETIVO GERAL 10
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 10
2 DESENVOLVIMENTO 11
2.1 A CULTURA DO MILHO 11
2.2 BIOLOGIA DO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA 11
2.2.1 CASOS DE RESISTÊNCIA DE CAPIM-PÉ-DE-GALINHA 13
2.3 MANEJO DO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA 14
2.3.1 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES 16
2.3.1.1 S-metolacloro 16
2.3.1.2 Piroxasulfona + Flumioxazina 17
2.3.1.3 Isoxaflutole e tiencarbazona-metílica 18
2.3.1.4 Trifluralina 18
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 20
REFERÊNCIAS 21

1 INTRODUÇÃO

Em relação aos fatores que influenciam na redução da produtividade do milho, as plantas daninhas possuem grande importância, já que, demandam para o seu desenvolvimento os mesmos fatores exigidos pela cultura do milho, ou seja, água, luz, nutrientes e espaço físico, estabelecendo um processo competitivo quando a cultura e as plantas daninhas se desenvolvem conjuntamente (KARAM; MELHORANÇA; OLIVEIRA, 2007). Além dos prejuízos causados pela competitividade, a alta taxa de presença de plantas daninhas, pode acarretar danos aos implementos agrícolas e servir de hospedeira para insetos-praga se alimentar e reproduzir (AGOSTINETTO, 2008).

Dentre as estratégias de manejo de plantas daninhas, semear o milho no limpo se torna um grande desafio, principalmente quando se trata de plantas invasoras pertencentes à mesma família (Poaceae) da cultura, o que reduz as opções de herbicidas disponíveis para o manejo das plantas invasoras (AGROFIT, 2024). Quanto maior a semelhança entre as espécies, mais intensa será a competição por recursos do meio (RADOSEVICH; HOLT; CHERSA, 1997). Com a intensificação da produção agrícola, tem-se a predominância do sistema de sucessão do cultivo de milho, após a cultura de soja. Diante deste cenário, o capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) tem se destacado como uma das plantas daninhas mais desafiadoras no manejo da cultura do milho.

De todos os métodos de controle disponíveis para plantas invasoras, o químico é o mais amplamente empregado. Segundo Karam, Cruz e Rizzardi (2008), é estimado que os herbicidas estejam sendo aplicados em mais de 65% da área cultivada com milho no Brasil. A elevada dependência e uso contínuo de herbicidas de um mesmo mecanismo de ação influenciam a seleção de plantas daninhas resistentes (HONÓRIO, 2024). A seleção de biótipos de *E. indica* resistentes torna o controle da espécie mais dificultoso, especialmente com o uso de herbicidas pós-emergentes, que apresentam perda de eficiência principalmente quando aplicados sobre plantas adultas (com 5 ou mais perfilhos) (HRAC-BR, 2019). Dessa forma, conhecer e entender os modos de ação dos herbicidas se torna essencial para uma boa escolha na hora de manejar as plantas daninhas. A fim de contornar este cenário desafiador de aumento dos relatos de resistência de plantas de capim pé-de-galinha,

os produtores têm adotado diversas táticas de manejo, entre elas o uso de herbicidas pré-emergentes. Esses produtos oferecem efeito residual no solo, atuando sobre as sementes no início da germinação, que é período mais suscetível das plantas (ENGEL, 2023).

De fato, o agricultor depara-se com um cenário desafiador para o manejo da *Eleusine indica*, devido à sua alta taxa de disseminação e aumento dos eventos de resistência à herbicidas pelo uso repetitivo de mecanismos de ação em pós-emergência. Situação que se agrava na cultura do milho em função de serem ambas plantas da família Poaceae, o que limite as opções de moléculas disponíveis.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica sobre o uso de herbicidas pré-emergentes no manejo do capim pé-de-galinha na cultura do milho.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Identificar os principais herbicidas pré-emergentes empregados no manejo do capim-pé-de-galinha na cultura do milho.
2. Analisar os mecanismos de ação desses herbicidas, com destaque para suas interações bioquímicas com a planta daninha e o milho.
3. Avaliar os benefícios e limitações do uso desses herbicidas na prática agrícola, considerando aspectos como resistência de plantas daninhas e eficiência de controle.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho é o cereal com maior produção global, e o Brasil ocupa o terceiro lugar entre os países que mais produzem, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Além da relevância do cultivo de milho em termos de produção, essa cultura se destaca pela ampla variedade de usos que oferece (COSER, 2010). Ele não só contribui diretamente para a alimentação humana e animal, como também pode ser utilizado na fabricação de diversos produtos, como bebidas, polímeros, combustíveis, entre outros (MIRANDA, 2018).

A produtividade de uma lavoura de milho está diretamente ligada ao manejo aplicado durante o seu crescimento e desenvolvimento. Nesse cenário, as plantas daninhas representam um dos maiores desafios enfrentados pelos produtores, pois competem diretamente com a cultura do milho pelos recursos essenciais disponíveis no ambiente, como água, nutrientes e luz, além de liberarem substâncias alelopáticas que afetam negativamente a cultura (ENGEL, 2023). As plantas daninhas também elevam os custos de produção, servem como hospedeiras para insetos e doenças, comprometem a qualidade dos grãos e, principalmente, provocam quedas significativas na produtividade, podendo ser superiores a 80% (VARGAS et al., 2006; GALON et al., 2018; BASSO et al., 2018).

O capim-pé-de-galinha está entre as 5 plantas daninhas mais problemáticas na cultura do milho, se adaptando bem a solos pobres em nutrientes, compactados e ambientes com alta luminosidade, o que estimula o seu rápido crescimento (VIDAL et al., 2006).

2.2 BIOLOGIA DO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA

O capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) é uma espécie pertencente à família Poaceae, é uma planta monocotiledônea, anual, propagada por sementes, entouceirada e sistema radicular volumoso que possui o metabolismo fotossintético do tipo C4 levando a alta eficiência na assimilação de CO_2 atmosférico (SPRICIGO, 2023). Quanto a morfologia da planta, esta apresenta crescimento do tipo cespitoso,

sendo ereta ou prostada, e aproximadamente 30-50 cm de altura (FIGURA 1). Uma característica inconfundível da espécie é o colmo achatado, especialmente na parte inferior da planta (RIZZARDI, 2025).

FIGURA 1 – CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*Eleusine indica*).

FONTE: Mauro Antônio Rizzardi.

As folhas dessa planta são glabras, com tricomas localizados apenas na região do colar. Suas lâminas são lisas e, em algumas situações, podem apresentar tonalidades azuladas (PAULA, 2022). A bainha tem cerca de 10 cm e é solta ou parcialmente sobreposta, com lígulas membranáceas de ápice cortado transversalmente, sem aurículas. As folhas basais apresentam formato lanceolado, enquanto as folhas do colmo são lineares, com base levemente arredondada, ápice agudo, faces glabras e margens serrilhadas (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). As inflorescências surgem aos 29 dias após a emergência (DAE), no topo dos colmos, na forma de ramos especiformes digitados divergentes, com 2 a 12 unidades lineares. Os ramos possuem espiguetas plurifloras, ovalo-lanceoladas, com glumas membranáceas, ásperas e nervadas. O fruto é do tipo aquênio, preso por um único ponto à raquis, de formato ovalado (BOLDRINI et al., 2008; TAKANO et al., 2016).

As sementes de capim-pé-de-galinha apresentam uma capacidade de germinação adaptável a uma ampla gama de condições ambientais. A germinação é favorecida por variações de temperatura, como as alternâncias entre 30/20°C ou 35/20°C, durante 12 horas de luz (ISMAIL et al., 2002). A emergência das plântulas,

por sua vez, é influenciada pela umidade do solo e pela profundidade de semeadura, sendo que as maiores taxas de emergência ocorrem quando as sementes estão posicionadas na superfície do solo (CHAUHAN; JOHNSON, 2008).

O perfilhamento das plantas desta espécie inicia-se aos 9 dias após a emergência (DAE), enquanto a produção de sementes ocorre a partir dos 38 DAE. De acordo com Takano et al. (2016), há registros de que uma única planta pode produzir cerca de 120 mil sementes, com essa produção se estendendo até os 108 DAE. A duração do ciclo dessa planta está diretamente condicionada às variáveis ambientais, apresentando uma amplitude que pode variar entre 120 e 180 dias, dependendo das condições específicas de cada ambiente.

O tamanho e a diversidade da população dessa planta daninha na lavoura são aspectos essenciais a serem avaliados, uma vez que a adoção de práticas de manejo inadequadas contribui para o crescimento progressivo do número de plantas infestantes ao longo dos anos.

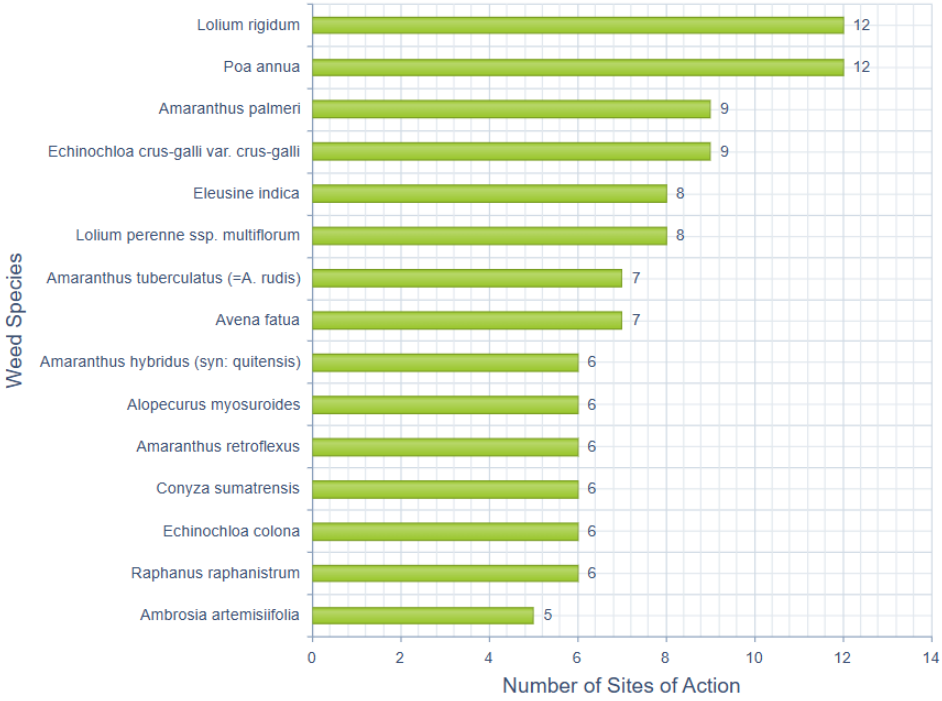
2.2.1 Casos de resistência de capim-pé-de-galinha

A resistência é definida como a capacidade adquirida por uma planta ou biótipo de sobreviver e se reproduzir após a aplicação de herbicidas, os quais, em condições normais, seriam eficazes no controle dos demais indivíduos da população (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003; GAZZIERO et al., 2009).

Foram identificados, mundialmente, biótipos de capim-pé-de-galinha resistentes a herbicidas com diferentes mecanismos de ação, conforme a seguinte ordem cronológica: inibidores da mitose (1973), inibidores da acetolactato sintase (ALS) (1989), inibidores da Acetil-CoA carboxilase (ACCase) (1990), inibidores do fotossistema I (1990), inibidores da 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) (1997), inibidores do fotossistema II (2003), inibidores da glutamina sintase (2009) e inibidores da Protox (2015) (HEAP, 2022).

De acordo com Araújo (2021), o aumento da resistência no Brasil está relacionado ao uso repetido de herbicidas, com destaque para os inibidores da ACCase e EPSPS, que são essenciais no controle químico. A Figura 2 ilustra o ranking das 15 principais espécies de plantas daninhas resistentes, ordenadas conforme o número de mecanismos de ação identificados.

FIGURA 2: Ranking das 15 de espécies de plantas daninhas resistentes à herbicidas por número de mecanismos de ação.



Fonte: HEAP (2025).

Segundo Heap (2025), o capim-pé-de-galinha ocupa a quinta posição entre as espécies com maior número de casos de resistência a diferentes mecanismos de ação, ficando atrás de *Lolium rigidum* Gaud. (azevém), *Poa annua* L. (cabelo-de-cão), *Amaranthus palmeri* Watson (caruru-palmeri) e *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli* (capim-arroz), respectivamente.

2.3 MANEJO DO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA

O controle de plantas daninhas consiste em eliminação ou redução da população até níveis aceitáveis com o objetivo de diminuir a competição entre as espécies vegetais envolvidas para que não haja prejuízos (VARGAS; ROMAN, 2005).

Diversos métodos são empregados para o controle de capim-pé-de-galinha nas culturas, destacando-se os métodos mecânicos, culturais e o uso de produtos químicos. No cultivo do milho, o controle químico em pós-emergência é amplamente adotado devido ao seu elevado rendimento operacional, além das limitações dos

métodos mecânicos, o que restringe sua utilização em condições climáticas desfavoráveis (CARVALHO, 2013).

O controle químico exige um entendimento abrangente sobre diversos aspectos, incluindo a tecnologia de aplicação, as características da comunidade infestante, a fisiologia da cultura, as propriedades físico-químicas dos herbicidas e as condições edafoclimáticas locais (BARRASO et al., 2022). Conforme destacado por Monquero et al. (2021), o estádio fenológico desempenha um papel crucial na eficácia do controle químico, sendo um dos principais fatores a ser considerado para o sucesso dessa estratégia.

Embora seja uma estratégia eficaz, o controle químico de pós-emergência dessa planta daninha deve ser adotado em conjunto com outras práticas de manejo. Quando utilizado isoladamente, os herbicidas pós emergentes podem ocasionar desequilíbrios no sistema de produção. É importante ressaltar que, no Brasil, o capim-pé-de-galinha já apresenta casos documentados de resistência simples ao glifosato, herbicida que atua por meio da inibição da enzima EPSPs (HRAC-BR, 2023). Além disso, essa planta daninha demonstra resistência cruzada aos herbicidas cialofope-butílico, fenoxaprope-p-etílico e setoxidim, os quais inibem a enzima Acetil-CoA carboxilase (ACCase). De forma ainda mais preocupante, observa-se resistência múltipla a herbicidas como o fenoxaprope-p-etílico e haloxifope-p-metílico, que também atuam como inibidores da ACCase, além da resistência ao glifosato, que inibe a EPSPs (HRAC-BR, 2023).

Um dos desafios mais significativos associados ao controle químico de plantas daninhas é o uso contínuo e repetido de herbicidas pós-emergente, que, ao longo do tempo, veem exercendo uma pressão seletiva sobre as populações vegetais. Esse processo favorece a sobrevivência e a reprodução de indivíduos geneticamente mais adaptados à ação dos produtos químicos, o que contribui para o desenvolvimento de resistência e para a evolução de cepas mais resistentes em relação às menos adaptadas. De fato, segundo Paula (2022), a utilização excessiva de herbicidas como método exclusivo de controle, aliada à falta de rotação de mecanismos de ação, tem favorecido a seleção e o surgimento de plantas daninhas resistentes a esses compostos.

Dentre as diversas estratégias de controle de plantas daninhas, destaca-se o uso de herbicidas pré-emergentes, os quais apresentam efeito residual prolongado.

Esses produtos são eficazes no controle de plantas antes da emergência dessas sobre o solo, proporcionando uma proteção contínua até o término do período crítico de competição com a cultura de interesse (MONQUERO et al., 2008).

2.3.1 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES

Para avaliar o desempenho dos herbicidas pré-emergentes no campo, é essencial compreender suas propriedades químicas, como interagem com o ambiente e a persistência de seu efeito residual.

Entre os herbicidas pré-emergentes registrados para a cultura do milho, destacam-se o s-metolacloro e a piroxasulfona, que reduzem drasticamente a biossíntese dos ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFAs), levando ao acúmulo de seus precursores. A flumioxazina, por sua vez, inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO-PROTOX). Enquanto o isoxaflutole age inibindo a 4-hidroxifenil-piruvato dioxigenase (4-HPPD), inibindo a biossíntese de carotenoides. Além disso, o tiencarbazona-metílica, em conjunto com o isoxaflutole, inibe a enzima acetolactato sintase (ALS/AHAS) (RIZZARDI, 2024).

O uso de herbicidas residuais na cultura do milho constitui uma estratégia fundamental no manejo da resistência do capim-pé-de-galinha, uma vez que esses produtos atuam por meio de mecanismos de ação distintos daqueles empregados no controle de plantas daninhas já emergidas.

2.3.1.1 S-metolacloro

O S-metalocloro é um herbicida pertencente ao Grupo K3-HRAC (Herbicide Resistance Action Committee), exerce sua ação por meio da inibição das enzimas envolvidas na VLCFAs, fundamentais para a formação e integridade das membranas celulares (HRAC, 2025). Esse bloqueio interfere diretamente na divisão e elongação celular, comprometendo o desenvolvimento dos tecidos meristemáticos, particularmente no sistema radicular. Como resultado, ocorre a inibição do crescimento das plântulas suscetíveis, promovendo um controle eficiente de espécies infestantes predominantemente monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas, especialmente em aplicações pré-emergentes (ADAPAR, 2024).

No trabalho de Cavalcante et al. (2018) verificaram que o s-metolacloro (921,6 g ha^{-1} do i.a.) apresenta seletividade para *Crotalaria ochroleuca* e eficácia no controle de *Eleusine indica* em solos de textura média. Além disso, no manejo do capim-pé-de-galinha, o herbicida atingiu 94,5% de controle aos 32 dias após a aplicação (DAA), demonstrando desempenho semelhante ao da testemunha capinada. Corroborando esses achados, Takano et al. (2018) constataram que a aplicação de s-metolacloro na dose de 1728 g ha^{-1}, em pré-emergência, proporcionou mais de 90% de controle de *Eleusine indica* até 35 DAA, mantendo altos níveis de eficácia até 60 DAA.

Resultados mais recentes reforçam a eficácia desse herbicida. Borges et al. (2023) avaliaram diferentes tratamentos herbicidas em pré-emergência da soja e observaram que o s-metolacloro promoveu 100% de controle de *Eleusine indica* aos 14, 28, 35 e 42 DAA. De forma semelhante, Guimarães et al. (2024) analisaram o desempenho de *Panicum maximum* em sobressemeadura na cultura da soja e concluíram que a aplicação de s-metolacloro em pré-emergência, associada ao uso de glifosato em pós-emergência, proporcionou maior eficiência no controle de *Eleusine indica*. Diante dos resultados apresentados, fica evidente a consistência da eficácia do s-metolacloro no manejo de *Eleusine indica* ao longo dos anos e em diferentes condições experimentais. Esse herbicida é classificado como seletivo de pré-emergência, sendo amplamente recomendado para o controle do capim-pé-de-galinha e de outras plantas infestantes em diversas culturas, como algodão, amendoim, cana-de-açúcar, girassol, mandioca, milho, soja, sorgo, trigo, entre outras (ADAPAR, 2024).

2.3.1.2 Piroxasulfona + Flumioxazina

A piroxasulfona pertence ao grupo K3-HRAC e atua inibindo a biossíntese de ácidos graxos de cadeia muito longa (VLCFAs), impedindo a formação das membranas celulares e o crescimento das plântulas suscetíveis, afetando principalmente o sistema radicular (RIZZARD, 2025). Já a flumioxazina, classificada no grupo E-HRAC, é um inibidor da protoporfirinogênio oxidase (PPO/PROTOX), resultando na acumulação de espécies reativas de oxigênio, que promovem a peroxidação lipídica e a destruição das membranas celulares, levando à morte da planta (HRAC, 2025)

A sinergia entre esses mecanismos de ação confere um amplo espectro de controle, sendo eficaz contra gramíneas e dicotiledôneas, com ação residual prolongada e efeito de contato em pós-emergência inicial (RIZZARD, 2025).

Da Silva (2022) avaliou a eficácia de herbicidas pré-emergentes no controle de *Eleusine indica* em lavoura comercial de soja sob palhada de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani. Os resultados indicaram que a associação de Piroxasulfona + Flumioxazina apresentou desempenho considerado excelente no manejo da planta daninha.

De forma semelhante, Spricigo et al. (2023) analisaram biótipos resistentes de *Eleusine indica* com tolerância à molécula de glifosato e avaliaram a eficácia de herbicidas pré-emergentes associados à aplicação sequencial de dessecantes. O estudo demonstrou que os herbicidas s-metolacloro, Piroxasulfona + Flumioxazina e Trifluralina, quando aplicados em pré-emergência, foram eficientes no controle da espécie, destacando-se como ferramentas viáveis para seu manejo.

Esse resultado reforça a importância da rotação de mecanismos de ação como uma estratégia fundamental para o manejo eficaz de espécies tolerantes a herbicidas em cultivos anuais.

2.3.1.3 Isoxaflutole e tiencarbazona-metílica

O isoxaflutole pertence ao grupo F2-HRAC e atua como inibidor da enzima 4-hidroxifenil-piruvato dioxigenase (HPPD), essencial para a biossíntese de carotenoides (HRAC, 2025). Sua inibição leva à degradação da clorofila, causando o branqueamento e posterior morte das plantas suscetíveis. A tiencarbazona-metílica pertencente ao grupo B-HRAC, inibe a acetolactato sintase (ALS), enzima-chave na síntese de aminoácidos de cadeia ramificada, interrompendo o crescimento e resultando na morte das plantas daninhas (HRAC, 2025). Trata-se de um herbicida sistêmico, absorvido pelas raízes e folhas das plantas daninhas, com ação eficaz no controle de gramíneas e algumas dicotiledôneas (BAYER, 2025).

2.3.1.4 Trifluralina gold

A trifluralina é um herbicida pré-emergente do grupo K1, que atua inibindo a polimerização da tubulina, essencial para a formação dos microtúbulos e a progressão da mitose (NORTOX, 2024). Esse mecanismo impede a divisão celular, resultando na supressão do crescimento radicular e da parte aérea das plântulas suscetíveis. É amplamente utilizada no controle seletivo de gramíneas e algumas dicotiledôneas em diversas culturas.

Ramos (2021) avaliou a eficácia do manejo de *Eleusine indica* por meio da integração entre cobertura vegetal e herbicidas em pré-emergência. Os resultados indicaram que a associação da cobertura vegetal com trifluralina proporcionou alto nível de controle, independentemente do tipo de palhada utilizada.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de herbicidas pré-emergentes tem se mostrado uma estratégia eficaz no manejo do capim-pé-de-galinha, contribuindo para a redução da competição por recursos. No entanto, há uma escassez de estudos que avaliem a eficiência do isoxaflutole e da tiencarbazona-metílica no controle do capim-pé-de-galinha na cultura do milho. Por isso, é fundamental que futuras pesquisas investiguem a eficácia dessa combinação de moléculas no manejo de plantas daninhas, contribuindo para um controle mais assertivo.

Dessa forma, o estudo reforça a importância da adoção de boas práticas agrícolas e do manejo integrado de plantas daninhas para a sustentabilidade da produção de milho.

REFERÊNCIAS

ADAPAR. Dual gold. Registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA sob nº 08499, 2024. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-03/dualgold.pdf. Acesso em 08 jun. 2024.

AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. Planta daninha, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000200003. Acesso em: 26 abr. 2024.

AGROFIT. *Eleusine indica*. Sistema de agrotóxicos fitossanitários, 1988. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 26 abr. 2024.

ARAUJO, L. S. Resistência múltipla de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) aos inibidores da ACCase e EPSPS no Brasil. [Tese de Doutorado: Ciências – Fitotecnia] Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”: Piracicaba, 2021.

BARROSO, A. A. et al. Biologia e manejo de plantas daninhas na cultura do feijão-comum. Ed. Funep, São Paulo, 2022. 202p.

BASSO, F. J. M. Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.17, n.2, p.148-157, 2018.

BAYER. Adengo. Registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA sob nº 00421. Bula, 2025. Disponível em: https://cs-assets.bayer.com/is/content/bayer/ADENGO%20BULA_21-03-2025pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008. 96p. Disponível em: https://www.ufrgs.br/floracampestre/wp-content/uploads/2020/08/Morfologia-e-Taxonomia-de-gram%C3%ADneas-Sul-Rio-Grandenses.pdf.

BORGES, J. D.; BARROSO, A. L. de L.; VENTURA, M. V. A. Performance of soybean pre-emergence herbicides to control the spectrum of weeds. Research, Society and Development, v. 12, n. 12, p. e87121243969, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i12.43969. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/43969. Acesso em: 10 mar. 2025.

CAVALCANTE, B. R. et al. Seletividade e eficácia de herbicidas no controle de capim-pé-de-galinha em *Crotalaria ochroleuca*. ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AGROSSUSTENTÁVEIS, 2.; JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 7., 2018. Sinop, MT. p. 10-13. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1139957. Acesso em 10 mar. 2025.

CARVALHO, L. B. de. Herbicidas. Lages, 1ª Edição, 2013. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro_herbicidas.pdf. Acesso em: 04 jun. 2024.

CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Germination ecology of goosegrass (Eleusine indica): an important grass weed of rainfed rice. Weed Science, v.56, p.699-706, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. Planta Daninha, v.21, p.507-515, 2003.

CORREIA, N. M.; ARAÚJO, L. da S. *Eleusine indica*: biologia, resistência e manejo. HRAC-BR. São Paulo: Ilha Solteira, 2019. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1117345. Acesso em: 2 de mai. 2024.

DA SILVA, M. M. Performance de herbicidas pré-emergentes em lavoura comercial de soja, sob palhada de *Panicum maximum* cv. *BRS Tamani*. Universidade Federal do Maranhão, 2022. Disponível em: http://hdl.handle.net/123456789/7081. Acesso em 14 mar. 2025.

ENGEL, G. E. Herbicidas pré-emergentes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. Paraná: Santa Helena, 2023. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/33773/1/herbicidasplantasdaninhassoja.pdf. Acesso em: 3 de mai. 2024.

GALON, L. et al. Chemical management of weeds in corn hybrids. Weed Biology and Management, v. 18, n. 1, p. 26-40, 2018.

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, 2009. p.91-101.

GUIMARÃES, M. A. B. et al. Desempenho de *Panicum Maximum* em sobressemeadura na cultura da soja: efeitos de herbicidas e taxas de semeadura. Observatório de la Economía Latinoamericana, v. 22, n. 7, p. e5571, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n7-020. Disponível em: https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/5571. Acesso em: 10 mar. 2025.

HEAP, I. The international herbicide-resistant weed database. [S.l.]: The International Survey of Herbicide Resistant Weeds, 2022. Disponível em: www.weedscience.org. Acesso em 04 jun. 2024.

HONÓRIO, P. A. F. Eficácia e seletividade do herbicida tolpiralate no controle pós-emergente de plantas daninhas na cultura do milho. São Paulo: Ilha Solteira, 2024. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/0e88d2e7-7143-4bf4-88bb-3a3b4e7decf8/content. Acesso em: 1 de mai. 2024.

HRAC-BR. Comunicado de resistência: referente ao relato de resistência múltipla e cruzada de Eleusine indica (capim-pé-de-galinha) aos herbicidas dos grupos dos Inibidores da ACCase - Grupo 1 (A) e Inibidores da EPSPs - Grupo 9 (G). 2023.

Disponível em: https://www.hrac-br.org/_files/ugd/48f515_c5d805c2f4c74ef584989d7823034442.pdf. Acesso em: 07 jun. 2024.

HRAC-BR. Mecanismos de ação dos herbicidas. Disponível em: https://www.hrac-br.org/mecanismosdeacao. Acesso em: 07 jun. 2024.

ISMAIL, B. S. et al. Germination and seedling emergence of glyphosate-resistant and susceptible biotypes of goosegrass (Eleusine indica [L.] Gaertn.). Weed Biology and Management, v.2, p.177-185, 2002.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. de. Plantas daninhas na cultura do milho. 4º SEAGRO - Semana Agronômica do Oeste Baiano, 2007. p. 208. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/491047/1/Plantadaninha.pdf. Acesso em: 26 abr. 2024.

KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. de. Seletividade de Herbicidas na Cultura do Milho. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Circular técnica 98, 2007. p. 65. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490989/1/Circ98.pdf. Acesso em: 28 abr. 2024.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro n° 08698, bula Trifluralina Nortox Gold. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/trifluralinanortoxgold0120.pdf. Acesso em: 12 out. 2024.

MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. A Granja, Porto Alegre, v. 74, n. 829, p.24-27, jan. 2018. Disponível em: https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1088864. Acesso em: 5 mai. 2024.

MONQUERO, P. A. et al. Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca. Planta Daninha, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 185-193, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000100019. Acesso em: 07 jun. 2024.

MONQUERO, P. A.; JERÔNIMO, A. V.; DA SILVA, R. P. et al. Sequential applications of herbicides in the management of weeds at an advanced stage of development. Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, Brazil, v. 64, p. 1-10, 2021. Disponível em: https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3394/1622. Acesso em: 06 jun. 2023.

MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. B. N. Manual de Identificação de Plantas Infestantes: Cultivos de Verão. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2010. 642 p.

NORTOX. Trifluralina Nortox Gold. Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA sob nº 08698. Bula, 2024. Disponível em: https://solucoes.nortox.com.br/hc/pt-br/articles/4404213232276-Trifluralina-Nortox-Gold. Acesso em: 20 mar. 2025.

PAULA, H. C. Manejo de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.). Rio Verde: GO, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2675. Acesso em: 24 mai. 2024.

RAMOS, G. da C. Manejo de *Eleusine indica* e *Digitaria insularis* através de uso de cobertura e herbicidas aplicados na pré-emergência. In: XXVII CIC e XII CIDTI, 2021. Disponível em: http://www.copictevento.ufscar.br/index.php/ictufscar2020/ict2020/paper/view/8782. Acesso em: 25 mar. 2025.

RIZZARDI, M. A. Herbicidas pré-emergentes em Milho: algumas considerações. Up. herb: academia das plantas daninhas. Disponível em: https://www.upherb.com.br/int/as-plantas-daninhas-e-a-produtividade-das-culturas-f81dd9e6-5a43-4e6b-b6af-19379af2bbd1. Acesso em: 07 jun. 2024.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L. Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2005. 152 p.

SPRICIGO, H. Plantas daninhas importantes na cultura do algodão transgênico: manejo de *Eleusine indica* (L) Gärtner e *Spermacoce latifolia* Aublet.. Monografia, p. 36, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/20.500.14289/17933. Acesso em 23 mai. 2024.

VIDAL, A. R. et al. Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase. Planta Daninha, v. 24, n. 1, p. 163-171, 2006.