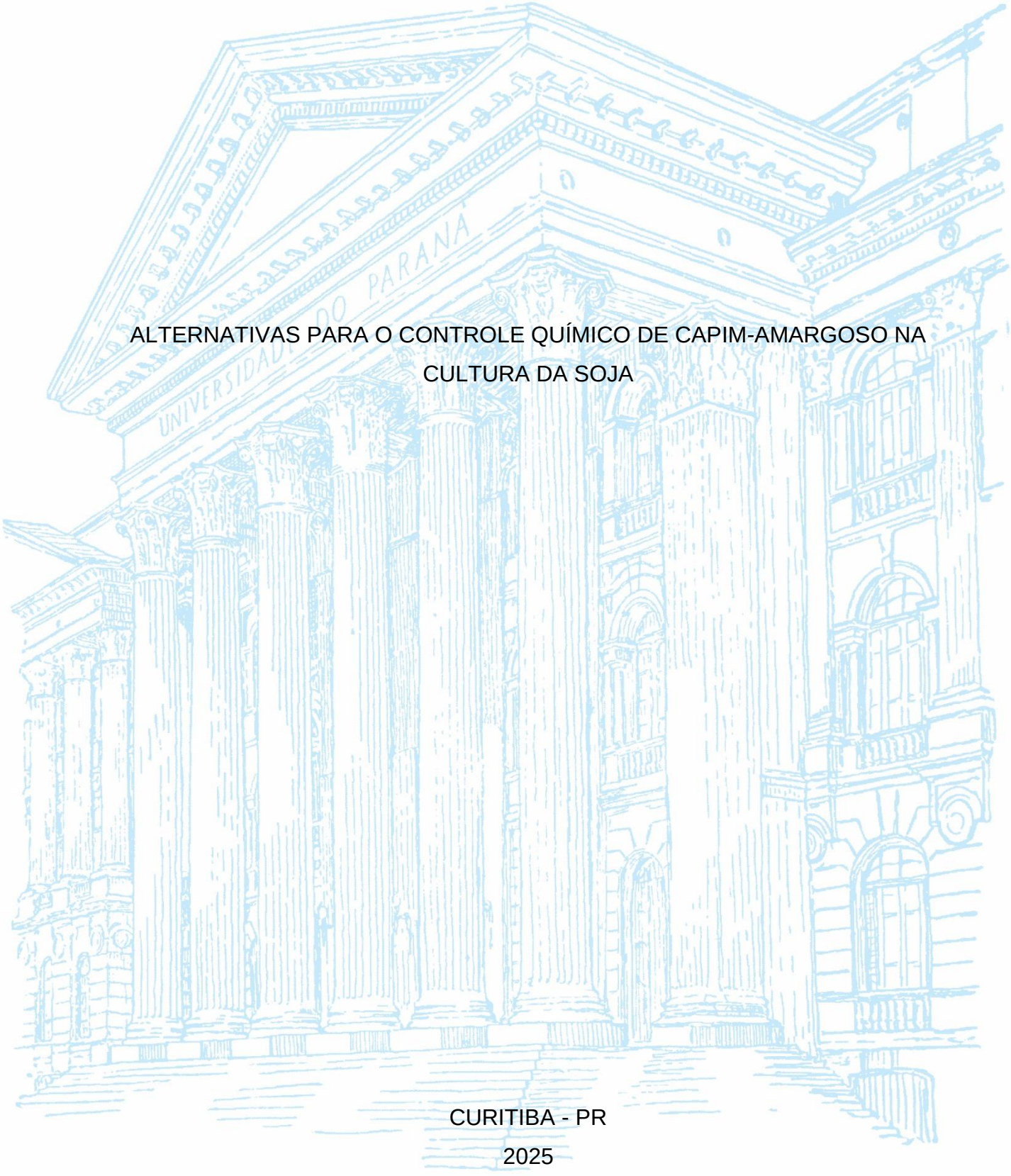
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIA DE SOUZA DAMIANI



ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE QUÍMICO DE CAPIM-AMARGOSO NA CULTURA DA SOJA

CURITIBA - PR

2025

JULIA DE SOUZA DAMIANI

ALTERNATIVAS PARA O CONTROLE QUÍMICO DE CAPIM-AMARGOSO NA CULTURA DA SOJA

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. Alfredo Junior Paiola Albrecht

CURITIBA - PR

2025

RESUMO

A agricultura brasileira tem papel crucial na economia do país, sendo responsável por uma grande parte do Produto Interno Bruto (PIB), com destaque para a produção de grãos como a soja. Um desafio crescente para o setor agrícola é o controle de plantas daninhas, especialmente o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), que se destaca pela alta resistência a herbicidas amplamente utilizados, como o glifosato. A resistência do capim-amargoso compromete a produtividade das lavouras, tornando seu controle um desafio cada vez maior para os agricultores. Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre as alternativas de controle do capim-amargoso, focando em herbicidas eficazes e novas abordagens de manejo. A pesquisa foi realizada com base em artigos científicos, boletins técnicos e outras fontes relevantes publicadas entre 2008 e 2024. A análise dos dados coletados sugere que o manejo do capim-amargoso resistente envolve estratégias como a rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, o uso de herbicidas alternativos, como o glufosinato, e práticas culturais, como a dessecação precoce e a rotação de culturas. A combinação dessas abordagens pode contribuir para a redução da pressão de seleção de biótipos resistentes, promovendo um manejo eficaz das plantas daninhas nas lavouras de soja e outras culturas. Este estudo reforça a necessidade de estratégias de manejo integradas e de novas pesquisas que ampliem o conhecimento sobre o controle do capim-amargoso.

Palavras-chave: capim-amargoso, resistência, herbicidas, manejo, controle.

ABSTRACT

The Brazilian agriculture plays a crucial role in the country's economy, being responsible for a large part of the Gross Domestic Product (GDP), with a focus on the production of grains such as soybeans. A growing challenge for the agricultural sector is the control of weeds, especially *Digitaria insularis* (sourgrass), which is known for its high resistance to widely used herbicides such as glyphosate. The resistance of *Digitaria insularis* compromises crop productivity, making its control an increasingly difficult challenge for farmers. This study aims to conduct a literature review on alternative control methods for *Digitaria insularis*, focusing on effective herbicides and new management approaches. The research was based on scientific articles, technical bulletins, and other relevant sources published between 2008 and 2024. The analysis of the collected data suggests that managing resistant *Digitaria insularis* involves strategies such as rotating herbicides with different modes of action, using alternative herbicides like glufosinate, and employing cultural practices such as early desiccation and crop rotation. Combining these approaches can help reduce the selection pressure on resistant biotypes, promoting effective weed management in soybean and other crop fields. This study emphasizes the need for integrated management strategies and further research to expand the knowledge on controlling *Digitaria insularis*.

Keywords: *Digitaria insularis*, resistance, herbicides, management, control.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 6
1.1 JUSTIFICATIVA 7
1.2 OBJETIVO 7
2 METODOLOGIA 7
3 REVISÃO DE LITERATURA 8
3.1 CAPIM AMARGOSO 8
3.2 A RESISTENCIA DO CAPIM-AMARGOSO A HERBICIDAS 9
3.3 ALTERNATIVAS DE MANEJO DA RESISTENCIA DO CAPIM-AMARGOSO 10
3.4 O HERBICIDA GLYPHOSATE 11
3.5 CONTROLE EM PRÉ E PÓS SEMEADURA DA SOJA 12
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 15
4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 15
REFERÊNCIAS 16

1 INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel fundamental na economia do Brasil, sendo um dos setores que mais contribui para o crescimento do PIB nacional e um dos principais motores do desenvolvimento. O crescimento na produção agrícola aliado à utilização correta de insumos é um tema crucial para a sustentabilidade e eficiência do setor agrícola. Uma das principais áreas de progresso é a adoção de técnicas e tecnologias que visam o uso eficiente de insumos minimizando impactos ambientais e os custos de produção (PRESOTO *et al*., 2020).

Um desafio significativo para a agricultura são as plantas invasoras que afetam a produção das grandes culturas, competindo diretamente por recursos essenciais, como água, luz solar e nutrientes. Esse tipo de competição reduz o crescimento e o rendimento das culturas, resultando em perdas econômicas para os agricultores, além de acarretar queda na qualidade industrial da matéria-prima e dificuldade nas operações de colheita (PROCOPIO *et al*., 2006).

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma espécie herbácea, perene que pode crescer de 50 a 100 cm de altura em média. Originária do continente americano, é uma planta altamente competitiva e pode se desenvolver ao longo do ano inteiro em várias condições climáticas. Essas características fazem com que o capim-amargoso seja considerado uma planta daninha de difícil controle em diversas lavouras no Brasil (TIMOSSI *et al*.,2009).

Seu alto potencial de planta invasora se dá por possuir alta capacidade de produzir sementes e baixos níveis de dormência ao longo do ano, facilitando assim a germinação e disseminação da espécie. Além disso, uma vez estabelecida, a planta forma touceiras e pode propagar-se através de seus rizomas. Esse estágio fenológico é especialmente difícil de ser controlado, requerendo frequentemente a implementação de manejos específicos, com aplicações sequenciais de diferentes herbicidas (GAZZIERO *et al*., 2011).

O capim-amargoso se caracteriza por ser uma das plantas daninhas de mais difícil controle. Já existindo casos de plantas com resistência ao glyphosate e alguns graminicidas em diferentes regiões agrícolas do Brasil e do mundo, o que aumenta a complexidade do manejo dessa espécie nas lavouras.

1.1 JUSTIFICATIVA

A resistência do capim-amargoso a graminicidas é um desafio crescente na agricultura, especialmente na cultura da soja. A dependência excessiva do glyphosate como principal herbicida levou ao desenvolvimento dessa resistência em várias plantas daninhas, incluindo o capim-amargoso. Isso demanda a busca e aprofundamento em estudos para alternativas de moléculas para o manejo.

1.2 OBJETIVO

Desenvolver estudo, por meio de revisão bibliográfica, de alternativas para o controle de capim-amargoso com uso de herbicidas eficazes. O registro de herbicidas com novos mecanismos de ação, ainda é insuficiente, portanto torna-se fundamental resultados que ampliem o conhecimento sobre a eficácia dos graminicidas, de forma que as medidas de controle possam ser trabalhadas com herbicidas atuais.

2 METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão da literatura, sendo caracterizada como uma pesquisa descritiva e exploratória. Foi desenvolvida por meio da busca de artigos científicos em formato eletrônico nas plataformas indexadas, como a Scientific Electronic Library (SciELO) e o Google Acadêmico. Além disso, foram coletadas informações em boletins técnicos, livros e sites especializados.

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura, caracterizada como uma pesquisa descritiva e exploratória, que foi elaborada por meio de buscas por artigos científicos em formato eletrônico nas plataformas indexadas: Scientific Eletronic Library (SciELO) e Google Acadêmico.

Para seleção dos materiais foram considerados como critérios de inclusão trabalhos publicados entre o período de 2008 a 2024, que abordassem os temas diretamente relacionados ao foco desta pesquisa.

Após o levantamento bibliográfico, realizou-se uma leitura preliminar dos estudos, com base nos títulos e resumos, conforme critérios estabelecidos. Em seguida os artigos foram submetidos a uma leitura completa, a fim de avaliar sua relevância e adequação aos objetivos propostos para a revisão. Foram incluídos estudos originais, revisões sistemáticas e outras fontes de literatura que possibilitaram fornecer informações pertinentes ao tema em questão.

A partir desses materiais, foram extraídos dados relevantes, com informações dos autores, ano de publicação e conclusões.

Em seguida realizou-se uma análise descritiva, organizando e sintetizando os dados coletados para proporcionar uma melhor compreensão dos resultados, permitindo uma expansão do conhecimento sobre o tema estudado. Os levantamentos e resultados foram discutidos, juntamente com sugestões para novos temas e pesquisas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CAPIM AMARGOSO

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma espécie herbácea, perene que pode crescer de 50 a 100 cm de altura em média. Originária do continente americano, é uma planta altamente competitiva e pode se desenvolver ao longo do ano inteiro em várias condições climáticas. Essas características fazem com que o capim-amargoso seja considerado uma planta daninha de difícil controle em diversas lavouras no Brasil (TIMOSSI *et al*.,2009).

Seu alto potencial de planta invasora se dá por possuir alta capacidade de produzir sementes e baixos níveis de dormência ao longo do ano, facilitando assim a germinação e disseminação da espécie. Além disso, uma vez estabelecida, a planta forma touceiras e pode propagar-se através de seus rizomas. Esse estágio fenológico é especialmente difícil de ser controlado, requerendo frequentemente a implementação de manejos específicos, com aplicações sequenciais de diferentes herbicidas (GAZZIERO *et al*., 2011).

Com desenvolvimento inicial lento, forma touceiras a partir de curtos rizomas e sua reprodução se dá por meio de sementes revestidas por muitos pelos de fácil

dispersão pelo vento a longas distâncias. Por isso, possui alta prolificidade e adaptabilidade nas regiões brasileiras em diferentes épocas do ano (LORENZI, 2000; GEMELLI *et al*. 2012). O capim-amargoso recebe esse nome em razão do sabor amargo e por isso difícil palatabilidade ao gado (LORENZI 2000; KISSMANN e GROTH,1997).

O capim-amargoso se caracteriza por ser uma das plantas daninhas de mais difícil controle. Já existindo casos de plantas com resistência ao glyphosate e alguns graminicidas em diferentes regiões agrícolas do Brasil e do mundo, o que aumenta a complexidade do manejo dessa espécie nas lavouras. O primeiro relato foi registrado em 2006, no município de Caaguazu, Província de Alto Paraná, Paraguai. Já no Brasil a resistência a esse herbicida foi documentada em 2008, no estado do Paraná (Heap 2017). Desde então, ocorreu uma grande disseminação da espécie em todo o país e diversos relatos de resistência em outras regiões e culturas agrícolas (LOPEZ-OVEJERO *et al*. 2017).

3.2 A RESISTENCIA DO CAPIM-AMARGOSO A HERBICIDAS

Heap (2006) discute um paralelo entre a definição de resistência das plantas daninhas na ótica cientifica e agronômica em que a científica não considera a dose recomendada do herbicida, por outro lado a que ele chama de agronômica, é necessário que a população resistente sobreviva à dose recomendada do herbicida sob condições normais de campo. Desta forma, a resistência de alguns biotipos a herbicidas é uma capacidade adaptativa para sobreviver e se propagar após ter recebido a dose que é letal para a população natural e que ultrapassasse a dose máxima da bula (HRAC; SBCPD, 2018).

O primeiro relato de resistência do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) ao herbicida glyphosate, pertencente ao mecanismo EPSPs, no mundo foi registrado em 2005 no Paraguai. Enquanto no Brasil o primeiro relato aconteceu em 2008 na cidade de Guaíra no Paraná. (CARVALHO *et al*., 2011). Em 2016, na região Centro Oeste do país, foi relatado a resistência de capim-amargoso aos herbicidas inibidores da ACCase, como fenoxaprop e haloxyfop (HEAP, 2019). A proximidade geográfica do Oeste do Paraná com o Paraguai e a Argentina favorece o fluxo de biotipos resistentes entre esses países, possibilitando a disseminação de populações adaptadas a

herbicidas. Em 2020, um caso de resistência múltipla e cruzada ao glyphosate, haloxyfop e clethodim foi registrado no Paraguai (HEAP, 2022).

No Brasil, o caso mais recente de resistência foi registrado no ano de 2020 na região de Diamantino/MT, a resistencia foi observado tanto aos herbicidas do grupo dos inibidores da ACCase como o fenoxaprop e haloxyfop, quanto aos inibidores da EPSPs sendo o glyphosate, sendo considerado o primeiro caso de resistência múltipla a herbicidas de dois sítios de ação (HEAP, 2021).

A resistência do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) a herbicidas é um fenômeno que tem se tornado cada vez mais comum em diversas regiões agrícolas. Essa é uma das plantas daninhas mais desafiadoras para os produtores, especialmente em culturas como soja, milho e cana-de-açúcar.

Os mecanismos de resistência dessa planta estão relacionados à lenta absorção, rapida metabolização e limitada translocação do glyphosate, mesmo em estágios jovens com 3 a 4 folhas (CARVALHO, 2011). De acordo com Carpejani e Oliveira Junior (2013), o manejo eficaz do capim-amargoso resistente ao glyphosate requer a aplicação de diversas estratégias, como o controle após a colheita, a dessecação nas fases iniciais de crescimento, a rotação de herbicidas e a adoção de práticas culturais.

3.3 ALTERNATIVAS DE MANEJO DA RESISTENCIA DO CAPIM-AMARGOSO

Segundo Barroso (2010), é essencial evitar que plantas sobreviventes com sinais de resistência desenvolvam rizomas, o que geralmente ocorre por volta de 40 dias após a emergência (DAE). Caso o capim-amargoso não seja manejado adequadamente, especialmente em situações de estresse, ele tende a formar touceiras, o que eleva os custos de produção e dificulta a implementação de estratégias de manejo eficientes (Gazziero *et al*., 2019).

Para mitigar a pressão de seleção de biótipos resistentes a determinados herbicidas, é fundamental adotar um manejo integrado que combine práticas culturais, mecânicas, físicas, químicas e biológicas. Entre as estratégias recomendadas para o manejo de plantas daninhas resistentes estão a rotação de mecanismos de ação e de grupos químicos, a alternância de culturas, o uso de plantas de cobertura e a limpeza de máquinas e implementos agrícolas. No caso específico do capim-amargoso, a

dessecação deve ser realizada nos estágios iniciais de desenvolvimento, evitando-se o surgimento de touceiras. Isso se deve ao fato de que, uma vez estabelecidos os rizomas, o controle torna-se significativamente mais difícil (Machado *et al*., 2008).

Diante das resistências já observadas aos herbicidas dos mecanismos de ação EPSPs e ACCase, torna-se necessário revisar o sistema de manejo e o posicionamento de herbicidas. Uma estratégia recomendada é a utilização de combinações de herbicidas com diferentes modos de ação ou a substituição dos ingredientes ativos atualmente utilizados (Presoto *et al*., 2020). Nesse contexto, o glufosinato desponta como uma alternativa eficaz para o controle do capim-amargoso (Melo *et al*., 2012; Silva *et al*., 2017).

O glufosinato possui um modo de ação exclusivo, uma vez que atua especificamente sobre a enzima glutamina sintetase, essencial nos processos de assimilação de nitrogênio. Tradicionalmente, as lesões observadas em plantas tratadas com glufosinato eram atribuídas ao acúmulo de amônia. No entanto, estudos recentes sugerem que o efeito de contato do glufosinato resulta do acúmulo de espécies reativas de oxigênio e da subsequente peroxidação lipídica. Esse herbicida interfere na fotorrespiração e nas reações luminosas da fotossíntese, promovendo a fotorredução do oxigênio molecular e gerando espécies reativas de oxigênio (Takano *et al*., 2019; Takano e Dayan, 2020).

3.4 O HERBICIDA GLYPHOSATE

O glyphosate é um herbicida amplamente utilizado devido à sua eficácia na eliminação de ervas daninhas. Ele atua como um herbicida foliar de aplicação em pós-emergência, não seletivo que pertence ao grupo dos inibidores da síntese de aminoácidos. Sua atuação dá-se inibindo a atividade enzimática da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) (Shaner e Bridges, 2003).

Essa inibição resulta na interrupção da produção de aminoácidos aromáticos, como fenilalanina, tirosina e triptofano. Esses aminoácidos são fundamentais para a formação da parede celular, a defesa da planta contra patógenos e insetos, além de desempenharem um papel importante na produção de hormônios. Como efeitos colaterais, essa inibição afeta a respiração, a fotossíntese e a síntese de proteínas na planta.

Desde sua introdução em 1971, diferentes formulações foram desenvolvidas, como o glifosato-isopropilamônio e o glifosato-sesquisódio, comumente conhecido como Roundup, produzido pela Monsanto. Sua aplicação aumentou nos últimos anos, impulsionada pela crescente adoção de culturas transgênicas tolerantes a esse herbicida. Isso se deve também à praticidade no uso devido à sua baixa toxicidade, custo-benefício, amplo espectro de controle e rápida absorção pelo solo (Velini *et al*., 2009). No entanto, o uso contínuo levou à seleção de plantas resistentes, como é o caso do capim-amargoso.

3.5 CONTROLE EM PRÉ E PÓS SEMEADURA DA SOJA

De acordo com Machado *et al*. (2006), a formação dos rizomas ocorre, em média, 45 dias após a emergência das plantas originadas por sementes. A partir desse estágio, essas plantas apresentam maior tolerância ao herbicida glyphosate. Assim, para garantir maior eficiência no controle, o ideal é que a aplicação do glyphosate seja realizada antes desse período, preferencialmente entre 35 e 45 dias após a emergência, quando os rizomas ainda não estão desenvolvidos. Outra alternativa para o manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* em áreas de plantio direto é a combinação de outros herbicidas com o glyphosate.

Como o glyphosate e os herbicidas inibidores da ACCase são os principais produtos utilizados no controle pós-emergente de gramíneas, é comum que, diante da resistência de um biótipo a um desses mecanismos, haja um aumento na utilização do outro, intensificando a pressão de seleção. Dessa forma, o controle de D. insularis resistente ao glyphosate baseado apenas em herbicidas inibidores da ACCase pode apresentar eficiência limitada a curto prazo (Gemelli *et al*., 2012).

O manejo de biótipos resistentes envolve a aplicação de herbicidas graminicidas pós-emergentes e o uso de produtos pré-emergentes. O controle de plantas adultas que crescem durante a entressafra é mais complexo, sendo frequente a ocorrência de rebrotas, o que destaca a importância de eliminar plantas novas logo no início do ciclo (Gazziero *et al*., 2011).

Constantin *et al*. (2007) apresentaram três métodos de manejo químico para controle de plantas daninhas na pré-semeadura da soja: aplique-plante, manejo 10 DAS e dessecação antecipada. No sistema aplique-plante, os herbicidas são

aplicados imediatamente antes da semeadura, o que acelera o processo produtivo. No manejo 10 DAS, a aplicação ocorre de sete a dez dias antes da semeadura, permitindo que se inicie a fitointoxicação, favorecendo o rendimento da lavoura. Já na dessecação antecipada, realiza-se a aplicação de um herbicida sistêmico não seletivo cerca de 20 dias antes da semeadura, reduzindo a biomassa vegetal sobre o solo. Posteriormente, é feita uma aplicação complementar, com um herbicida de contato, para eliminar rebrotas e garantir uma área limpa para a semeadura.

A utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, porém com espectro de controle semelhante, é uma estratégia eficaz na agricultura moderna (Christoffoleti *et al*., 2012). Essa diversificação pode ser feita por meio de misturas, aplicações sequenciais ou rotação de produtos, sendo possível associar essas técnicas a métodos culturais.

A mistura de herbicidas é uma alternativa interessante no manejo e na prevenção da resistência, pois diferentes ingredientes ativos atuam de forma complementar, controlando biótipos resistentes a um determinado produto por meio da ação conjunta de outro ingrediente ativo (Gustafson, 1994, citado por Christoffoleti, 2012).

Segundo Parreira *et al*. (2010), a associação de herbicidas residuais ao glyphosate não só prolonga a prevenção da emergência de plantas daninhas, como também pode potencializar sua ação sobre plantas mais difíceis de controlar.

Procópio *et al*. (2006), ao avaliar a eficácia do glyphosate e da mistura comercial paraquat + diuron, concluíram que o controle ideal de D. insularis ocorre quando a aplicação do glyphosate (1,80 kg ha^{-1}) é realizada pelo menos dois dias antes da semeadura da soja. Esse resultado foi semelhante ao obtido com aplicações sequenciais de glyphosate e paraquat + diuron. Além disso, tratamentos que utilizaram glyphosate seguido por paraquat + diuron apresentaram menor incidência de rebrota, independentemente do intervalo de aplicação de 10, 15 ou 20 dias.

Ainda conforme Procópio *et al*. (2006), a proximidade da aplicação do glyphosate com a semeadura prejudica o controle de *D. insularis*. O corte das plantas promovido pelos discos da semeadora, que interrompe a translocação completa do herbicida para as raízes, pode explicar essa perda de eficiência.

Procópio *et al*. (2006) observaram que a adição de imazethapyr (100 g ha^{-1}) ou chlorimuron-ethyl (10 ou 20 g ha^{-1}) ao glyphosate (1,62 kg ha^{-1}) não resultou em

melhora significativa no controle de D. insularis, apresentando resultados semelhantes à aplicação isolada de glyphosate. Dessa forma, é necessário adotar estratégias complementares, como aplicações sequenciais ou a combinação de herbicidas, especialmente se realizadas antes da formação dos rizomas (Correia e Durigan, 2009).

Correia e Durigan (2009) também identificaram que o uso de quizalofop isolado (120 g ha^{-1}) ou combinado com glyphosate (2,16 kg ha^{-1}), aliado a uma aplicação sequencial de glyphosate (1,44 kg ha^{-1}), proporciona maior controle de D. insularis em comparação ao uso isolado e sequencial apenas do glyphosate, independentemente da dose aplicada.

Adegas *et al*. (2010a) relataram que a aplicação de glyphosate na dose recomendada para o controle de D. insularis (1,080 kg ha^{-1}) não foi eficaz para eliminar biótipos suspeitos de resistência, mesmo quando a dose foi aumentada para 8,640 kg ha^{-1}. Por outro lado, tratamentos com clethodim e haloxyfop-methyl proporcionaram controle superior a 88%, destacando sua eficiência diante de biótipos resistentes

Parreira *et al*. (2010) também observaram que a combinação de haloxyfop-methyl com glyphosate apresentou um efeito aditivo no controle de D. insularis.

Em outro estudo, Adegas *et al*. (2010b) verificaram que, quando as plantas estavam em estágio inicial (com dois perfilhos), todos os herbicidas testados (exceto glyphosate) proporcionaram mais de 75% de controle após sete dias da aplicação e mais de 90% após 21 dias. Clethodim, haloxyfop-methyl e tepraloxydim foram os mais eficientes, com níveis acima de 97%. Quando as plantas estavam mais desenvolvidas, apenas o paraquat apresentou controle eficiente (92,25% aos sete dias após a aplicação).

Por fim, Melo *et al*. (2012) avaliaram diferentes herbicidas e suas combinações no controle de capim-amargoso resistente ao glyphosate. O uso isolado de glyphosate obteve médias de controle inferiores (65%), enquanto misturas com clethodim, fluazifop-p-butyl e haloxyfop-methyl atingiram resultados acima de 95%. As aplicações sequenciais, como glyphosate seguido por paraquat + diuron ou por amônio-glufosinato, apresentaram os melhores resultados, atingindo de 98 a 100% de controle.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo eficaz de *Digitaria insularis*, especialmente em áreas agrícolas com resistência ao glyphosate, exige a adoção de estratégias integradas e planejadas. A literatura revisada destaca que o controle químico eficiente depende da correta escolha do herbicida, do momento adequado de aplicação e da combinação de produtos com diferentes mecanismos de ação.

O uso de herbicidas inibidores da ACCase combinado com glyphosate, assim com o uso de glufosinate demonstrou ser uma abordagem eficaz para o controle pós-emergente. A integração dessas práticas com técnicas culturais, como a dessecação antecipada e o manejo 10 DAS, reforça a importância de estratégias preventivas e de manejo antecipado.

A resistência de biótipos de *D. insularis* ao glyphosate evidencia a necessidade de diversificar os métodos de controle, incluindo a rotação de herbicidas e o uso de misturas complementares. As aplicações sequenciais e o emprego de produtos pré-emergentes são alternativas promissoras para prevenir a disseminação de biótipos resistentes e mitigar falhas no controle químico.

Portanto, é essencial que o manejo de plantas daninhas seja conduzido com base em práticas sustentáveis, visando não apenas o controle imediato, mas também a preservação da eficácia dos herbicidas ao longo do tempo.

4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos desafios e avanços observados no controle de *Digitaria insularis*, futuras pesquisas devem se concentrar na avaliação de novas moléculas herbicidas, explorando ingredientes ativos inovadores e suas combinações para ampliar as opções de controle de biótipos resistentes. Além disso, é essencial que estudos avaliem os impactos ambientais e o comportamento residual dessas combinações de herbicidas, visando garantir a sustentabilidade do manejo químico.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S. *et al*. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da soja no Brasil. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 689-701, 2010a.

ADEGAS, F. S. *et al*. Controle químico de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 793-803, 2010b.

BARROSO, A. A. M. Controle de plantas daninhas resistentes ao glifosato. In: **Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, 2010.

CARPEJANI, G. C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Manejo integrado de plantas daninhas resistentes ao glifosato. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.2, p.121-130, 2013.

CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) ao glyphosate no Brasil. **Planta Daninha**, v.29, n.1, p.217-227, 2011.

CHRISTOFFOLETI, P. J. *et al*. Manejo de plantas daninhas resistente a herbicidas na agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.3, p.276-289, 2012.

COMITÊ DE AÇÃO À RESISTÊNCIA AOS HERBICIDAS (HRAC); SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Diretrizes para manejo de resistência de plantas daninhas**. HRAC/SBCPD, 2018.

CONSTANTIN, J. *et al*. Manejo químico de plantas daninhas na pré-semeadura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.8, n.3, p.21-32, 2007.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de capim-amargoso (Digitaria insularis) resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 157-164, 2009.

GAZZIERO, D. L. P. *et al*. Manejo e controle de Digitaria insularis resistente ao glyphosate. **Embrapa Soja**, Circular Técnica, v.92, p.1-8, 2011.

GAZZIERO, D. L. P. *et al*. Plantas daninhas resistentes: desafios e estratégias de manejo. **Embrapa Soja**, Londrina, 2019.

GEMELLI, A. *et al*. Controle de plantas adultas de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.1, p.29-36, 2012.

GUSTAFSON, D. I. Influence of agricultural practices on the ecology of herbicide resistance. **Weed Technology**, v. 8, n. 1, p. 398-403, 1994.

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**,2021. Disponível em: https://www.weedscience.org. Acesso em: 12 de Jan. 2025.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2ª ed. São Paulo: BASF, 1997.

LOPEZ-OVEJERO, R. *et al*. Resistência de Digitaria insularis ao glyphosate e seu manejo na agricultura brasileira. **Planta Daninha**, v.35, p.e017162194, 2017.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000.

MACHADO, A. F. L. *et al*. Manejo químico e controle de capim-amargoso (Digitaria insularis) na pré-semeadura da soja. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.521-528, 2006.

MACHADO, A. F.L. et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, Mar. 2008.

MELO, M. S. C. *et al*. Glufosinato como alternativa para manejo de plantas daninhas resistentes ao glyphosate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.10, p.1495-1502, 2012.

NORSWORTHY, J. K. *et al*. Best management practices for herbicide-resistant weeds. **Weed Science**, v.60, p.31-62, 2012.

OGIARI, A. J. *et al*. Manejo químico integrado para controle de capim-amargoso resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.19, n.3, p.276-287, 2020.

PARREIRA, M. C. *et al*. Eficácia de herbicidas residuais associados ao glyphosate no manejo de plantas daninhas resistentes. **Planta Daninha**, v.28, n.1, p.157-166, 2010.

PRESOTO, C. A. *et al*. Alternativas de manejo químico para o controle de Digitaria insularis resistente ao glyphosate. **Embrapa Soja**, Circular Técnica, v.111, p.1-10, 2020.

PROCÓPIO, S. O. *et al*. Controle de capim-amargoso (Digitaria insularis) em sistemas de plantio direto com uso de herbicidas. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.147-154, 2006.

SHANER, D. L.; BRIDGES, D. C. **Herbicide Handbook**. 9ª ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2003.

SILVA, W. F. *et al*. Efeito do glufosinato de amônio no controle de Digitaria insularis resistente ao glyphosate. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, n.4, p.476-482, 2017.

TAKANO, H. K. *et al*. Glufosinate enhances the activity of photosystem II inhibitors on Conyza sumatrensis. **Weed Science**, v.67, n.2, p.169-178, 2019.

TAKANO, H. K.; DAYAN, F. E. Glufosinate mechanism of action: A review. Journal of **Agricultural and Food Chemistry**, v.68, p.7297-7305, 2020.

TIMOSSI, P. C. *et al*. Aspectos biológicos do capim-amargoso (Digitaria insularis) e seu manejo na agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.8, n.3, p.195-203, 2009.

VELINI, E. D. *et al*. Glyphosate: uma visão ampla sobre o uso, benefícios e impactos ambientais. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.629-636, 2009.