

2026

Avaliação de associações de herbicidas na dessecação de *Digitaria insularis* e *Chloris* spp.

Osipi, Lucas

Universidade Estadual do Norte do Paraná

OSIPI, Lucas. Avaliação de associações de herbicidas na dessecação de *Digitaria insularis* e *Chloris* spp. Orientador: Gustavo Dario. 2026. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2026.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/949>

Baixado de Repositório Institucional UENP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
BACHARELADO EM AGRONOMIA

LUCAS OSIPI

AVALIAÇÃO DE ASSOCIAÇÕES DE HERBICIDAS NA DESSECAÇÃO DE
***Digitaria insularis* E *Chloris* spp.**

BANDEIRANTES – PR
AGOSTO/2026

LUCAS OSIPI

**AVALIAÇÃO DE ASSOCIAÇÕES DE HERBICIDAS NA DESSECAÇÃO DE
Digitaria insularis E *Chloris* spp.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual do
Norte do Paraná – *Campus* Luiz Meneghel,
como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador Prof. Dr. Gustavo Dario

BANDEIRANTES – PR

AGOSTO/2026

Osipi, Lucas.

Avaliação de associações de herbicidas na dessecação de *Digitaria insularis* e *Chloris* spp. / Lucas Osipi.
– Bandeirantes, PR, 2026.

41 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Bandeirantes, 2026.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Dario

1. *Digitaria insularis*.
2. *Chloris* spp..
3. Herbicidas.
4. Resistência de plantas daninhas.
5. Glifosato.
6. Glufosinato.
- I. Dario, Gustavo, orient.
- II. Universidade Estadual do Norte do Paraná.
- III. Título.

CDD _____

CDU _____

LUCAS OSIPI

AVALIAÇÃO DE ASSOCIAÇÕES DE HERBICIDAS NA DESSECAÇÃO DE
***Digitaria insularis* E *Chloris* spp.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual do
Norte do Paraná – *Campus* Luiz Meneghel,
como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador Prof. Dr. Gustavo Dario

Aprovado em: 20/08/2026.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **GUSTAVO DARIO**
Data: 26/08/2026 14:14:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gustavo Dario
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **SILVIO DOUGLAS FERREIRA**
Data: 26/08/2026 11:57:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Silvio Douglas Ferreira
UENP-CLM

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS BOTELHO PEREIRA OSIPI**
Data: 26/08/2026 21:30:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Ms. Carlos Pereira Botelho Osipi
UEM-Campus Sede

RESUMO

A crescente ocorrência de populações de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Chloris* spp. (capim-branco) resistentes ao glifosato bem como de casos de resistência a herbicidas inibidores da ACCase, tem reduzido a eficiência do controle químico e aumentado a necessidade da adoção de estratégias alternativas de manejo. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes associações herbicidas no controle dessas espécies em condições de campo. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Luiz Meneghel, em Bandeirantes-PR, utilizando delineamento em blocos casualizados, com quatorze tratamentos e seis repetições para *D. insularis* e cinco para *Chloris* spp.. Foram avaliadas aplicações isoladas de glufosinato de amônio e associações de glufosinato ou glifosato com MSMA, metribuzin, nicossulfuron, imazamox, imazetapir e clomazone. As avaliações de controle foram realizadas por meio de escala visual percentual aos 7, 14, 21, 28 e 42 dias após a aplicação, sendo os dados submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para *D. insularis*, os tratamentos contendo glufosinato apresentaram maior velocidade inicial de controle em comparação às associações formuladas com glifosato, destacando-se a associação glufosinato + imazamox, que proporcionou os maiores índices de controle durante todo o período experimental. Em *Chloris* spp., observou-se comportamento semelhante, com superioridade inicial dos tratamentos contendo glufosinato e bom desempenho das associações envolvendo clomazone, imazamox e imazetapir. De maneira geral, os maiores níveis de controle ocorreram entre 21 e 28 dias após a aplicação, sendo observada redução da eficiência aos 42 dias em decorrência da rebrota das plantas. Conclui-se que as associações contendo glufosinato, especialmente em combinação com imazamox, constituem alternativas promissoras para o manejo de *D. insularis* e *Chloris* spp., contribuindo para diversificar os mecanismos de ação utilizados e reduzir a dependência do glifosato no manejo dessas importantes plantas daninhas.

Palavras chaves: capim-amargoso; capim-branco; mecanismos de ação; resistência a herbicidas.

ABSTRACT

The increasing occurrence of *Digitaria insularis* (sourgrass) and *Chloris* spp. populations resistant to glyphosate, as well as cases of resistance to ACCase-inhibiting herbicides, has reduced the effectiveness of chemical control and increased the need for alternative weed management strategies. In this context, the present study aimed to evaluate the efficacy of different herbicide mixtures for the control of these species under field conditions. The experiment was conducted at the experimental area of the Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Luiz Meneghel Campus, in Bandeirantes, Paraná, Brazil, using a randomized complete block design with fourteen treatments and six replications for *D. insularis* and five replications for *Chloris* spp.. Treatments consisted of glufosinate applied alone and mixtures of glufosinate or glyphosate with MSMA, metribuzin, nicosulfuron, imazamox, imazethapyr, and clomazone. Weed control was visually assessed using a percentage rating scale at 7, 14, 21, 28, and 42 days after application (DAA). The data were subjected to analysis of variance, and treatment means were compared using the Scott-Knott test at the 5% significance level. For *D. insularis*, treatments containing glufosinate provided faster initial control than glyphosate-based mixtures, with the glufosinate + imazamox mixture showing the highest control levels throughout the experimental period. A similar response was observed for *Chloris* spp., with superior initial control obtained by glufosinate-containing treatments and satisfactory performance of mixtures containing clomazone, imazamox, and imazethapyr. Overall, the highest control levels were recorded between 21 and 28 DAA, followed by a decline in control efficiency at 42 DAA due to weed regrowth. It was concluded that herbicide mixtures containing glufosinate, particularly in combination with imazamox, represent promising alternatives for the management of *D. insularis* and *Chloris* spp., contributing to the diversification of herbicide modes of action and reducing reliance on glyphosate for the management of these important weed species.

Keywords: sourgrass; *Chloris* spp.; mechanisms of action; herbicide resistance.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Objetivos	8
1.1.1	Objetivo Principal	8
1.1.2	Objetivos Específicos	8
2	REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1	Importância das grandes culturas e plantas daninhas	9
2.2	<i>Digitaria insularis</i>	10
2.3	<i>Choris spp.</i>	11
2.4	Limpeza de área em pré-semeadura no sistema de plantio direto	13
2.5	Resistências das plantas daninhas aos herbicidas	14
2.6	Associação de herbicidas no manejo de <i>Digitaria insularis</i> e <i>Chloris spp.</i>	16
2.7	Justificativa científica	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Local do experimento	18
3.2	Condições meterológicas	19
3.3	Delineamento experimental	19
3.4	Tratamentos	20
3.5	Aplicação dos tratamentos	20
3.6	Avaliações	23
3.7	Análise estatística	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO,	24
4.1	Controle de <i>Digitaria insularis</i>	24
4.2	Controle de <i>Chloris spp.</i>	31
5	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira desempenha um papel de importância fundamental no agronegócio, sustentando-se como um dos pilares da economia nacional, sendo que a utilização de defensivos agrícolas tem contribuído diretamente para sua expansão e desenvolvimento.

Culturas como a soja, a cana-de-açúcar, o milho e o algodão assumem papel de destaque nesse cenário, representando os setores que mais demandam investimentos com herbicidas para assegurar a viabilidade econômica da produção, figurando como as culturas que mais consomem esse tipo de tecnologia de proteção no país (FERREIRA et al., 2018; MONQUERO; SILVA, 2021).

Embora a agricultura atual seja caracterizada pelo elevado nível tecnológico empregado em suas operações, a produtividade obtida no campo frequentemente permanece abaixo do potencial genético das culturas (BARROSO et al., 2014a). Dentre os fatores responsáveis por essa limitação, destaca-se a interferência das plantas daninhas (CASSOL, 2017), cuja presença pode comprometer significativamente o desenvolvimento das culturas e ocasionar perdas de produtividade superiores a 70% quando não são adotadas medidas adequadas de manejo (BARROSO et al., 2014a).

Na cultura da soja, principal sistema produtivo agrícola do país, os impactos da matocompetição e da resistência a herbicidas representam um dos maiores desafios fitossanitários da atualidade, podendo gerar prejuízos estimados em R\$ 9 bilhões anuais ao setor produtivo brasileiro (ADEGAS et al., 2017). Dessa forma, o manejo eficiente das plantas daninhas é indispensável para a manutenção da produtividade, da rentabilidade e da sustentabilidade dos sistemas agrícolas (OLIVEIRA, 2020).

Dentre os diferentes grupos de plantas daninhas presentes nas áreas agrícolas brasileiras, as gramíneas pertencentes à família Poaceae destacam-se pela ampla distribuição geográfica, elevada capacidade competitiva e crescente ocorrência de biótipos resistentes a herbicidas (BARROSO et al., 2014a; FERREIRA et al., 2018). Essas características têm contribuído para o aumento da complexidade do manejo e para a necessidade de adoção de estratégias cada vez mais eficientes de controle (MOROTA et al., 2018).

Entre as espécies de maior relevância econômica destaca-se o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), considerado atualmente um dos principais problemas fitossanitários das lavouras brasileiras, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (DANILUSSI, 2022; FERREIRA et al., 2018; GEMELLI et al., 2012).

A elevada capacidade adaptativa da espécie, associada à ampla dispersão de sementes e à formação de rizomas, favorece sua persistência no ambiente e dificulta o controle após o estabelecimento das plantas (FERREIRA et al., 2018). Como consequência, infestações de capim-amargoso têm sido associadas a importantes reduções de produtividade e ao aumento dos custos de produção agrícola.

Paralelamente, o capim-branco (*Chloris* spp.) tem assumido crescente importância nos sistemas produtivos brasileiros, deixando de ser considerado uma espécie secundária para se tornar uma ameaça relevante à produtividade de culturas de interesse econômico, especialmente a soja (BARROSO et al., 2014a). Após seu estabelecimento, o rápido acúmulo de biomassa, associado à elevada produção e dispersão de sementes e à formação de rizomas e touceiras, confere ao capim-amargoso elevada capacidade de interferência e dificulta seu manejo em áreas infestadas (GEMELLI et al., 2012; DANILUSSI, 2022).

A complexidade do controle dessas gramíneas torna-se ainda maior em função da redução da eficiência de herbicidas tradicionalmente utilizados, especialmente em populações que apresentam diferentes níveis de resistência ou tolerância aos produtos disponíveis (GEMELLI et al., 2012; BUCCI, 2025). Além disso, uma vez estabelecidas e perenizadas, ambas as espécies apresentam maior capacidade de sobrevivência e rebrote, tornando o manejo mais oneroso e tecnicamente desafiador.

A crescente ocorrência de populações de difícil controle evidencia a necessidade de avaliar alternativas que possam ampliar a eficácia dos tratamentos atualmente disponíveis, contribuindo para o manejo adequado dessas espécies e para a redução dos impactos causados pela interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. Diante desse cenário, a busca por novas estratégias de manejo tornou-se fundamental para a manutenção da eficiência do controle químico e para a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Nesse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficácia de diferentes associações herbicidas no controle de populações de capim-

amargoso (*Digitaria insularis*) e capim-branco (*Chloris* spp.), contribuindo para o aprimoramento das estratégias de manejo dessas importantes gramíneas infestantes.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Principal

Avaliar a eficácia de diferentes associações herbicidas no controle de populações de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e capim-branco (*Chloris* spp.), visando identificar alternativas mais eficientes para o manejo dessas espécies.

1.1.2 Objetivos Específicos

Determinar o percentual de controle visual das duas espécies em função de diferentes associações herbicidas.

Analisar a capacidade de rebrote das plantas após 42 dias da aplicação dos herbicidas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância das grandes culturas e plantas daninhas

A agricultura brasileira desempenha um papel central na economia nacional, sendo o sistema de produção de soja o principal complexo agrícola do país (ADEGAS et al., 2017). Além da soja, outras culturas como milho, algodão e citrus possuem elevada importância econômica, mas enfrentam desafios constantes devido à interferência das plantas daninhas, que competem por recursos essenciais como água, nutrientes e luz, sendo algumas tolerantes a supressão luminosa realizada pela própria cultura (GAZOLA, 2017).

A interferência das plantas daninhas, ou matocompetição, reduz drasticamente o rendimento das culturas. No caso do capim-amargoso (*Digitaria insularis*), em lavoura comercial com infestação natural e reinfestação da área após a colheita da cultura anterior, densidades de 4 a 8 plantas por metro quadrado reduziram a produtividade da soja em cerca de 44% (GAZZIERO et al., 2012). Além das perdas diretas, as plantas daninhas prejudicam a qualidade do produto. Elas aumentam a umidade e a taxa de impurezas nos grãos colhidos e servem de hospedeiras para pragas e doenças, culminando em perda econômica para o produtor (ADEGAS et al., 2017).

Além da redução direta no rendimento, a presença de plantas daninhas eleva consideravelmente os custos de produção devido à necessidade de intensificar o manejo. O controle dessas espécies exige investimentos frequentes em herbicidas e operações de pulverização, cujo valor varia conforme a densidade da infestação, o estágio de desenvolvimento das plantas e a complexidade da flora invasora (ADEGAS et al., 2017; DANILUSSI et al., 2024). Espécies perenes, como o capim-amargoso, são particularmente onerosas, pois a formação de rizomas e touceiras densas demanda um maior volume de calda e o uso de misturas de produtos para garantir a eficácia do controle, sob pena de ocorrer o rebrote e a necessidade de novas intervenções (ADEGAS et al., 2010; MELO et al., 2012).

A sustentabilidade dos sistemas agrícolas, especialmente do plantio direto, é diretamente ameaçada pela agressividade biológica dessas espécies. O elevado potencial reprodutivo com milhares de sementes por planta com alta viabilidade germinativa, facilita a rápida ocupação de áreas de cultivo. Algumas outras

características como sementes leves e pilosas (facilmente dispersas pelo vento e pelo trânsito de máquinas agrícolas), disseminando o problema entre diferentes propriedades e regiões (GAZOLA, 2017; ADEGAS et al., 2017).

Além disso, a capacidade dessas plantas daninhas de sobreviverem em ambientes com diferentes intensidades de limitação de recursos permite que elas permaneçam nas áreas durante o ano todo, inclusive em períodos de pousio, como trabalhado por DANILUSSI (2024). Se o manejo não for realizado de forma contínua e planejada, o acúmulo progressivo de sementes no solo compromete a longevidade do sistema produtivo, tornando as culturas comerciais economicamente inviáveis a longo prazo devido à pressão constante de matocompetição. É essencial rotacionar métodos e também, quando optado pelo químico, alternar os princípios ativos e mecanismos de ação (PLACIDO et al., 2016).

2.2 *Digitaria insularis*

A *Digitaria insularis*, popularmente conhecida como capim-amargoso, é uma gramínea pertencente à família Poaceae que realiza fotossíntese pelo ciclo C4 (GAZOLA, 2017; DANILUSSI et al., 2024). Esta espécie é nativa das regiões tropicais e subtropicais da América (DANILUSSI et al., 2024; GAZOLA, 2017). No Brasil, encontra-se amplamente disseminada em todas as regiões, sendo especialmente frequente em pastagens, cafezais, pomares de citrus e lavouras de grãos sob sistema de plantio direto, devido à sua facilidade em se adaptar a diferentes condições edafoclimáticas (FERREIRA et al., 2018; GAZOLA, 2017; ADEGAS et al., 2010).

Botanicamente, o capim-amargoso possui porte herbáceo e hábito de crescimento ereto, atingindo alturas que variam entre 0,5 e 1,5 metros (GAZOLA, 2017; ADEGAS et al., 2010). Seu sistema radicular é do tipo fasciculado e apresenta rizomas curtos (LORENZI, 2014), ramificados, fibrosos e ricos em amido (MACHADO et al., 2008). As folhas possuem lâmina lanceolada, são ligeiramente ásperas (LORENZI, 2014), anfiestomática e podem atingir até 40 cm de comprimento (GAZOLA, 2017; MACHADO et al., 2008). Apesar dos estômatos se distribuírem em ambas as faces da folha, eles ocorrem em maior densidade na face abaxial, característica típica de espécies da família Poaceae. Além disso, a superfície foliar apresenta deposição de cera epicuticular e tricomas, estruturas que influenciam processos fisiológicos como a retenção, absorção e translocação de herbicidas (BARROSO et al., 2015).

A propagação da espécie ocorre de forma sexuada, por sementes, e assexuada, através de rizomas (GAZOLA, 2017; ADEGAS et al., 2010). O potencial reprodutivo é elevado; a inflorescência em panícula ramificada produz sementes do tipo cariopse recobertas por pelos sedosos, o que facilita a dispersão pelo vento a grandes distâncias (GAZOLA, 2017; ADEGAS et al., 2010). Estima-se que cada fluxo de florescimento possa produzir entre centenas a milhares de sementes em safras subsequentes (GAZOLA, 2017), com números superiores a 51 mil em um único ciclo (FERREIRA et al., 2018).

O capim-amargoso é uma planta perene com capacidade de germinar e crescer durante quase todo o ano. Gazola (2021) destacou que a emergência depende da profundidade da semente no solo, da luz e da temperatura. O ciclo inicial é marcado por um crescimento lento até os 35 a 45 dias após a emergência (MACHADO et al., 2006), período após o qual se inicia a formação de rizomas e touceiras densas (GAZOLA, 2017). Uma vez perenizada, a espécie torna-se extremamente difícil de controlar, pois os rizomas atuam como reserva de amido, permitindo rebrotes rápidos (ZOBIOLE et al., 2016).

A espécie demonstra alta adaptação a ambientes com diferentes intensidades de limitação de recursos (DANILUSSI et al., 2024; CARVALHO, 2021; FERREIRA et al., 2018). Plantas provenientes de rizomas possuem folhas com parênquima mais espesso, uma adaptação ecológica que as torna mais tolerantes ao sombreamento exercido pela cultura (GAZOLA, 2017). Sua capacidade de interferência é particularmente elevada quando proveniente de rebrotes de touceiras perenizadas, sendo que densidades de 5 a 10 touceiras por metro quadrado ocasionaram perdas de até 2.000 kg ha⁻¹ na produtividade da soja (GAZZIERO et al., 2019).

2.3 *Choris* spp.

O capim-branco é uma planta nativa das Américas, com uma distribuição que se estende desde a América do Sul até o Sul dos Estados Unidos (CARVALHO et al., 2005). No Brasil, a espécie foi inicialmente introduzida e utilizada como planta forrageira, assim como a espécie *Chloris gayana* (BARROSO et al., 2014a).

Atualmente, sua presença é relatada com intensidade em estados como São Paulo e Paraná (BARROSO et al., 2014b). No Paraná, populações da espécie foram identificadas em diversos municípios das regiões oeste, centro-oeste e noroeste, incluindo cidades como Palotina, Toledo, Assis Chateaubriand, Maripá, Umuarama e

Corbélia (PLACIDO et al., 2016). Sua dispersão ocorre frequentemente a partir de beiras de estradas, áreas de reserva e cabeceiras de lavouras, de onde a planta adentra os cultivos (PLACIDO et al., 2016).

A biologia da espécie *Chloris* spp., conhecida popularmente como capim-branco, capim-mão-branca ou capim-mimoso, revela uma planta com elevada capacidade de adaptação e vigor, consolidando-se como uma das principais preocupações nos sistemas agrícolas brasileiros contemporâneos.

A espécie pertence à família Poaceae (gramíneas), que é a maior família de plantas daninhas do mundo, e ao gênero *Chloris* compreende aproximadamente 40 espécies (BARROSO et al., 2014a).

Dentre as espécies, para a correta identificação no campo, é essencial diferenciar morfológicamente tendo em vista que a distinção é feita principalmente pela estrutura das espiguetas, sendo que o *Chloris polydactyla* possui duas lemas aristadas, com lema inferior ciliada nas margens e na carena; a segunda lema é glabra; e a terceira é reduzida a escamas e não possui arista (PLACIDO et al., 2016). Já o *Chloris barbata* apresenta três lemas aristadas, com a segunda e a terceira lemas reduzidas a escamas glabras (PLACIDO et al., 2016).

Chloris spp. possui propagação por sementes e rizomas (BARROSO et al., 2014a) contribuindo para sua classificação como uma planta perene. Sua fisiologia é do tipo C4, o que lhe confere uma vantagem metabólica significativa em ambientes tropicais e subtropicais, caracterizados por alta luminosidade e temperaturas elevadas (BARROSO et al., 2014b). Essa eficiência fotossintética resulta em uma alta produção final de massa seca, permitindo que a planta se estabeleça rapidamente e domine o espaço físico em relação a outras espécies menos vigorosas. Além disso, a espécie demonstra grande rusticidade, sendo capaz de infestar tanto sistemas de plantio convencional quanto direto, além de pomares e pastagens.

A propagação mista garante sua persistência e disseminação. A propagação sexuada via sementes é o principal meio de colonização de novas áreas. A capacidade reprodutiva é impressionante, com uma única planta podendo produzir mais 96.000 sementes (BARROSO et al., 2014b). Já a presença de rizomas auxilia na perenização da planta e em sua sobrevivência sob condições adversas ou intervenções mecânicas.

O capim-branco apresenta um crescimento vigoroso desde as fases iniciais. Em condições controladas de casa de vegetação, observou-se que a interferência na

cultura da soja se inicia cedo; aos 30 dias após a emergência (DAE), densidades elevadas de capim-branco já afetam a altura da cultura (BARROSO et al., 2014a).

Anteriormente considerada uma espécie de importância secundária, o capim-branco tornou-se uma das gramíneas mais problemáticas no Brasil nos últimos anos (BARROSO et al., 2014a). Ela é citada ao lado de outras invasoras de difícil controle, como o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (MOROTA et al., 2018).

2.4 Limpeza de área em pré-semeadura no sistema de plantio direto

A limpeza de área em pré-semeadura, também denominada dessecação de manejo, constitui uma das etapas fundamentais para a implantação de culturas no Sistema de Plantio Direto (SPD) e para o manejo de plantas daninhas nesse sistema. Tecnicamente, essa operação consiste na aplicação de herbicidas não seletivos em pós-emergência sobre a flora infestante presente na área de cultivo antes da implantação da cultura, com o objetivo de eliminar a vegetação existente, proporcionar condições adequadas para a semeadura e reduzir a interferência inicial das plantas daninhas sobre a cultura (ADEGAS et al., 2010). A eficiência dessa prática depende da correta identificação das espécies presentes, da escolha dos herbicidas e do estágio de desenvolvimento das plantas infestantes, fatores que determinam o sucesso do manejo e o estabelecimento inicial da lavoura (DANILUSSI, 2022).

Diversos estudos demonstram que plantas jovens apresentam maior suscetibilidade aos herbicidas em comparação às plantas perenizadas. Em capim-amargoso, por exemplo, aplicações realizadas nos estádios iniciais normalmente proporcionam níveis elevados de controle, enquanto plantas adultas frequentemente exigem aplicações sequenciais, misturas de herbicidas ou associação de mecanismos de ação para obtenção de resultados satisfatórios. Dessa forma, o momento de realização da dessecação representa um dos fatores de maior influência sobre a eficiência do manejo químico (ADEGAS et al., 2010; MELO et al., 2012).

Entre os herbicidas empregados na dessecação pré-semeadura, o glifosato consolidou-se por muitos anos como a principal ferramenta de controle devido ao amplo espectro de ação e à elevada eficiência sobre inúmeras espécies de plantas daninhas. Entretanto, o uso repetitivo do glifosato favoreceu a seleção de biótipos resistentes, reduzindo sua eficácia em diversas regiões produtoras, exigindo a adoção de estratégias que envolvam a associação ou rotação de mecanismos de ação e o

emprego de herbicidas alternativos, como os inibidores da ACCase e o glufosinato de amônio (PLACIDO et al., 2016; ADEGAS et al., 2017; HEAP, s.d.).

2.5 Resistências das plantas daninhas aos herbicidas

A resistência de plantas daninhas a herbicidas refere-se à capacidade hereditária de um determinado biótipo de sobreviver e se reproduzir após a aplicação de uma dosagem do produto que, em condições normais, seria letal para a população comum da mesma espécie (ADEGAS et al., 2017). Este fenômeno é um processo de ocorrência natural, resultante da evolução das plantas frente às mudanças ambientais e ao uso contínuo de tecnologias agrícolas (ADEGAS et al., 2017).

Esse processo é impulsionado prioritariamente pela pressão de seleção exercida pelo uso contínuo de um mesmo herbicida ou de produtos de igual mecanismo de ação. Essa prática elimina a fração suscetível da população e favorece a sobrevivência e multiplicação dos biótipos resistentes, que já ocorrem naturalmente em baixas frequências (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

A evolução da resistência é influenciada por fatores genéticos, como a dominância do gene e o tipo de fecundação, sendo que plantas alógamas (fecundação cruzada) possuem maior facilidade de dispersar genes de resistência e acumular múltiplos mecanismos devido a recombinação genética (GAZOLA, 2017). Além disso, fatores agronômicos como a ausência de rotação de culturas e o uso exclusivo do controle químico aceleram a seleção (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

Em áreas com *Digitaria insularis* resistente ao glifosato, devido ao uso intensivo desse herbicida, houve uma perda de eficácia dessa ferramenta de baixo custo. Estima-se que a presença de capim-amargoso resistente ao glifosato eleve os custos médios de controle em 165% (ADEGAS et al., 2017). Em cenários de infestação mista (como buva e amargoso resistentes na mesma área), o aumento médio no custo de controle chega a 222%, podendo ultrapassar 400% nos casos mais graves (ADEGAS et al., 2017).

A cronologia da resistência no Brasil pode ser dividida em fases distintas. A primeira fase, na década de 1990, foi marcada pela resistência de dicotiledôneas aos inibidores da ALS em 1993. Nesta mesma década, os herbicidas inibidores da ACCase, utilizados em demasia para o controle de espécies monocotiledôneas, promoveram a seleção de biótipos resistentes em diversas regiões do país, culminando na resistência (ADEGAS et al., 2017).

A segunda fase iniciou-se por volta de 2003 com relatos de resistência ao glifosato (ADEGAS et al., 2017). O uso intensivo do sistema de soja RR (Roundup Ready) exerceu uma pressão de seleção sem precedentes (CHRISTOFFOLETI et al., 2003), culminando no relato de capim-amargoso (*D. insularis*) resistente ao glifosato, causando problemas em áreas produtivas do Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso (OLIVEIRA, 2020).

Recentemente, o cenário evoluiu para a resistência múltipla, com biótipos de *D. insularis* resistentes tanto ao glifosato quanto aos inibidores da ACCase (haloxyfop e fenoxaprop) (OLIVEIRA, 2020).

Monitoramentos recentes indicam a disseminação de biótipos com resistência múltipla (Glifosato + ACCase) no Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (OLIVEIRA, 2020). Foi identificado por OLIVEIRA (2020) que um dos biótipos analisados, o 32F1 de Diamantino (Mato Grosso) com fator de resistência múltiplo para glifosato, fenoxaprop e para haloxyfop, permanecendo suscetível apenas ao clethodim. Danilussi (2022) também alertou para biótipos com baixo nível de resistência aos inibidores da ACCase, onde doses maiores do que as recomendadas são necessárias para o controle, o que serve como precursor para a resistência agrônômica total.

O capim-branco (*Chloris* spp.) teve seus primeiros relatos de resistência ao glifosato no Brasil entre 2013 e 2014 (PLACIDO et al., 2016). Para contornar a falha do glifosato isolado, o uso de herbicidas inibidores da ACCase tornou-se a ferramenta fundamental. A associação de glifosato com graminicidas como clethodim, haloxyfop, tepraloxymid e quizalofop apresenta alta eficácia, frequentemente atingindo 100% de controle (PLACIDO et al., 2016).

Embora os relatos de resistência em *Chloris* spp. estejam atualmente concentrados ao glifosato, a crescente utilização de herbicidas inibidores da ACCase como principal alternativa de controle aumenta a pressão de seleção sobre esse mecanismo de ação. Considerando o histórico de *Digitaria insularis*, cuja dependência sucessiva de glifosato e, posteriormente, de graminicidas inibidores da ACCase culminou na evolução de biótipos com resistência múltipla, torna-se indispensável adotar estratégias que preservem a eficácia desses herbicidas. Além disso, o primeiro caso de resistência a um herbicida inibidor da ACCase em uma espécie do gênero *Chloris* foi registrado recentemente na Argentina, em *Chloris virgata*, resistente ao haloxyfop-methyl em áreas de soja (HEAP, s.d.). Esse registro evidencia que a seleção de resistência aos inibidores da ACCase também pode ocorrer nesse gênero,

reforçando a necessidade de adoção do manejo integrado de plantas daninhas, com rotação de mecanismos de ação, integração de métodos de controle e monitoramento contínuo da eficácia dos herbicidas, visando retardar a evolução da resistência.

2.6 Associação de herbicidas no manejo de *Digitaria insularis* e *Chloris* spp.

O manejo de plantas daninhas como o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e o capim-branco (*Chloris* spp.) tornou-se um desafio técnico de alta complexidade devido à seleção de biótipos com resistência ao glifosato e, mais recentemente, aos inibidores da ACCase (graminícidas) (ADEGAS et al., 2017; DANILUSSI, 2022). Melo et al. (2012) concluíram que a mistura em tanque de glifosato com graminícidas como o clethodim apresenta um efeito sinérgico, potencializando o controle de *D. insularis* em estádios de 3 a 5 perfilhos. Resultados similares foram obtidos por Placido et al. (2016) para o capim-branco, onde as populações estudadas no Paraná foram facilmente controladas pela associação de glifosato com clethodim, superando a eficácia da aplicação isolada de graminícidas.

No entanto, a eficácia dessas associações é estritamente dependente do estágio fenológico. Adegas et al. (2010) demonstraram que, na fase inicial de desenvolvimento (até 2 perfilhos), graminícidas como haloxyfop-methyl, tepraloxymid e clethodim resultam em controles superiores a 90% em biótipos resistentes ao glifosato. Resultados semelhantes foram observados por Matos et al. (2017), que verificaram elevada eficácia do haloxyfop-p-methyl, aplicado isoladamente ou em associação ao glyphosate, na redução da biomassa de biótipos de *Digitaria insularis* resistentes ao glyphosate. Contudo, em plantas adultas e perenizadas, a aplicação única dessas misturas frequentemente falha devido à rebrota dos rizomas, exigindo intervenções complementares (GEMELLI et al., 2012; DANILUSSI et al., 2024). Além disso, o monitoramento de Danilussi (2022) alerta para a detecção de biótipos com baixo nível de resistência ao haloxyfop e clethodim, o que reforça a urgência de integrar outras moléculas ao manejo.

Com o surgimento de biótipos com resistência múltipla (Glifosato + ACCase), relatados inicialmente em 2016, a busca por mecanismos de ação alternativos tornou-se vital (ADEGAS et al., 2017; OLIVEIRA, 2020). O glufosinato de amônio, um inibidor da glutamina sintetase, consolidou-se como a principal alternativa para o controle de escapes. Oliveira (2020) fundamenta que o glufosinato é eficaz em diferentes estádios de *D. insularis* em doses ajustadas.

A integração de herbicidas com ação residual no solo é apontada como a estratégia mais eficaz para reduzir o banco de sementes e diminuir a pressão de seleção sobre os herbicidas pós-emergentes. Morota et al. (2018) ressaltam que o uso de pyroxasulfone associado a outros herbicidas residuais, como o sulfentrazone ou diclosulam, proporciona um controle inicial de excelência (acima de 95%) para capim-amargoso e capim-pé-de-galinha, sendo seletivo para a cultura da soja.

Outras moléculas com ação pré-emergente eficaz citadas por Adegas et al. (2017) e Danilussi (2022) incluem o s-metolachlor, flumioxazin, imazethapyr e trifluralin.

Com base na fundamentação dos autores citados, o manejo bem-sucedido de *D. insularis* e *Chloris* spp. deve seguir os seguintes critérios de associações sinérgicas. A utilização de glufosinato pode ser mais vantajosa frente aos casos constantes de resistência ao glifosato apresentados por essas gramíneas.

2.7 Justificativa científica

O controle químico de *Digitaria insularis* e *Chloris* spp. tornou-se progressivamente mais complexo em razão da evolução da resistência ao glifosato e da crescente dependência dos herbicidas inibidores da ACCase como principal alternativa de manejo. Nesse cenário, torna-se necessária a busca por estratégias que diversifiquem os mecanismos de ação empregados, reduzindo a pressão de seleção sobre esses herbicidas. Assim, herbicidas com diferentes mecanismos de ação, como o glufosinato de amônio e os inibidores da ALS, empregados isoladamente ou em associação, representam alternativas promissoras para o manejo dessas espécies. Entretanto, ainda são escassas as informações sobre a eficácia dessas combinações em condições de campo, especialmente visando reduzir a dependência dos graminicidas inibidores da ACCase. Dessa forma, diante da crescente limitação das estratégias tradicionais de controle, torna-se necessária a avaliação de novas combinações herbicidas que empreguem mecanismos de ação distintos, buscando reduzir a dependência do glifosato e dos herbicidas inibidores da ACCase. Nesse contexto, a investigação de associações envolvendo glufosinato de amônio e herbicidas pertencentes a diferentes mecanismos de ação pode ampliar as alternativas para o manejo químico de *Digitaria insularis* e *Chloris* spp., contribuindo para a diversificação dos programas de controle e para a preservação da eficiência dos herbicidas atualmente disponíveis.

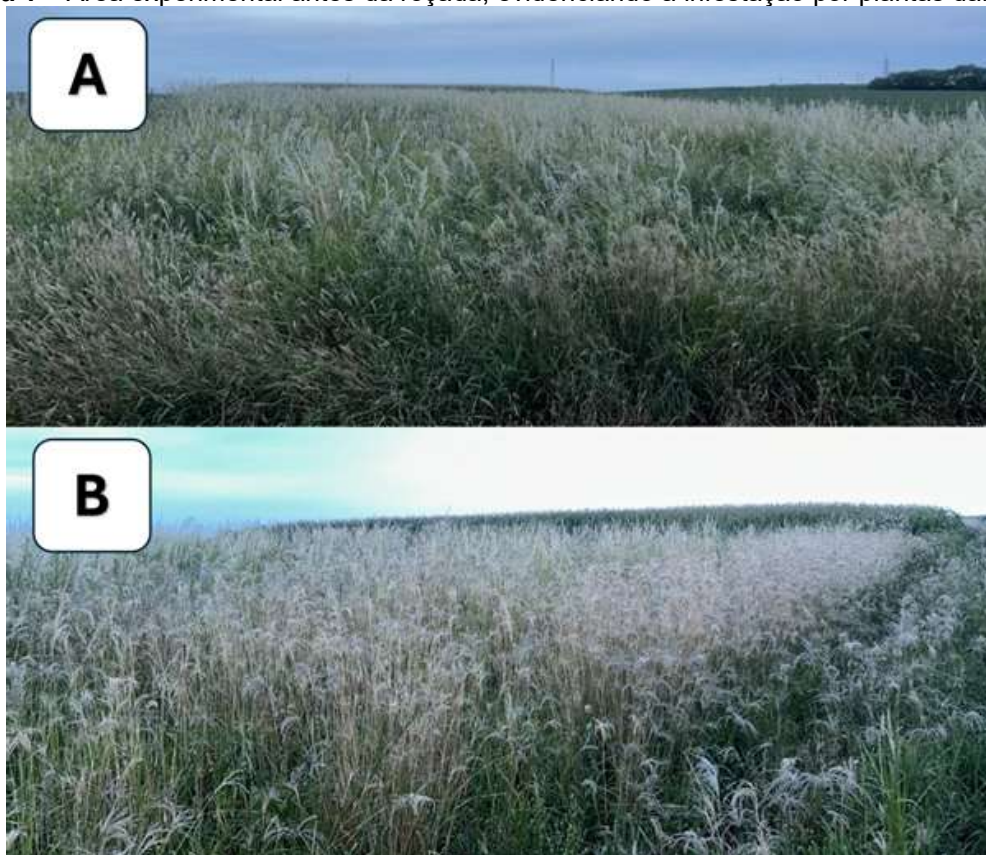
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Luiz Meneghel, localizada no município de Bandeirantes, Paraná, nas coordenadas geográficas 23°06'58,16"S e 50°21'20,97"W, a aproximadamente 455 m de altitude. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico, de textura muito argilosa.

A área experimental corresponde à mesma utilizada no experimento conduzido por Bucci (2025), permanecendo em pousio durante o período de outono subsequente à sua condução. Durante esse período ocorreu a reinfestação natural da área (Figura 1), com predominância de plantas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e ocorrência de capim-branco (*Chloris* spp.), possibilitando a instalação de um novo experimento em condições representativas de infestação natural da área experimental, no momento da implantação.

Figura 1 – Área experimental antes da roçada, evidenciando a infestação por plantas daninhas.



Fonte: Acervo do autor (2026).

Nota: Fotografias obtidas em 01 de fevereiro de 2026, antes da roçada da área experimental. (A) Detalhe da área com destaque de *Digitaria insularis* (capim-amargoso). (B) Detalhe da área com destaque de *Chloris* spp..

3.2 Condições meterológicas

No dia da aplicação, 04 de março, não houve ocorrência de precipitação, sendo que o acumulado nos 11 dias anteriores foi inferior a 7 mm, com a maior parte desse volume registrada aproximadamente sete dias antes da aplicação. A umidade relativa média do ar foi de 62,7%. A temperatura no momento da aplicação estivesse próxima à 34 °C e não foram constatadas, por observação em campo, condições de vento intenso que pudessem comprometer a operação,

Durante o período compreendido entre a aplicação dos tratamentos e a última avaliação (04 de março a 15 de abril de 2026), a temperatura média diária variou de 21,0 a 28,3 °C, com média de 25,1 °C. A umidade relativa média do ar permaneceu acima de 55% durante todo o período, enquanto a temperatura máxima registrada foi de 36,1 °C. A precipitação pluvial acumulada foi de 375,2 mm, distribuída em 19 dias de ocorrência de chuva, destacando-se eventos de elevada intensidade nos dias 09 e 24 de março, quando foram registrados 64,3 e 81,1 mm, respectivamente.

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), constituído por 14 tratamentos de herbicidas (incluindo a testemunha) com seis repetições, totalizando 84 unidades experimentais. Cada repetição foi identificada pelas letras A, B, C, D, E e F, sendo a distribuição dos tratamentos realizada de forma aleatória dentro de cada bloco.

As parcelas experimentais apresentaram dimensões de 5,0 m de comprimento por 3,0 m de largura, totalizando uma área útil de 15 m² para cada unidade experimental.

Para as avaliações de *Digitaria insularis*, foram consideradas as seis repetições previstas no delineamento experimental. Entretanto, devido à distribuição irregular da infestação de *Chloris* spp. na área experimental, não foi possível obter seis repetições uniformes para essa espécie. Para essa foram feitas cinco repetições nos mesmos blocos de A a E.

Dessa forma, as avaliações de *Chloris* spp. foram realizadas apenas nas parcelas em que havia ocorrência suficiente de plantas, excluindo-se o bloco F, resultando em número menor de repetições entre os tratamentos para essa gramínea.

3.4 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos pela aplicação isolada ou em mistura dos herbicidas glufosinato de amônio e glifosato, associados aos herbicidas MSMA, metribuzin, nicossulfuron, imazamoxi, imazetapir e clomazone. Além desses tratamentos, foi incluída uma testemunha sem aplicação de herbicidas, utilizada como referência para comparação da eficiência de controle de ambas as plantas daninhas em estudo. Em todos os tratamentos com aplicação de herbicidas foi adicionado óleo vegetal, na concentração de 0,5% (v/v), visando favorecer a retenção da calda sobre as folhas e otimizar a eficiência da aplicação. O adjuvante não foi utilizado na testemunha sem aplicação de herbicidas.

Ao todo, foram avaliados 14 tratamentos, compostos pela testemunha, pela aplicação isolada de glufosinato de amônio e pelas associações de glufosinato de amônio ou glifosato com os herbicidas complementares. Os tratamentos e as respectivas doses encontram-se apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Tratamentos herbicidas avaliados no experimento

Tratamento	Dose (kg i.a. ha ⁻¹)
Testemunha	—
Glufosinato	0,5
Glufosinato + MSMA	0,50 + 2,16
Glifosato + MSMA	1,35 + 2,16
Glufosinato + Metribuzin	0,50 + 0,48
Glifosato + Metribuzin	1,35 + 0,48
Glufosinato + Nicossulfuron	0,50 + 0,06
Glifosato + Nicossulfuron	1,35 + 0,06
Glufosinato + Imazamoxi	0,50 + 0,07
Glifosato + Imazamoxi	1,35 + 0,07
Glufosinato + Imazetapir	0,50 + 0,10
Glifosato + Imazetapir	1,35 + 0,10
Glufosinato + Clomazone	0,50 + 1,008
Glifosato + Clomazone	1,35 + 1,008

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

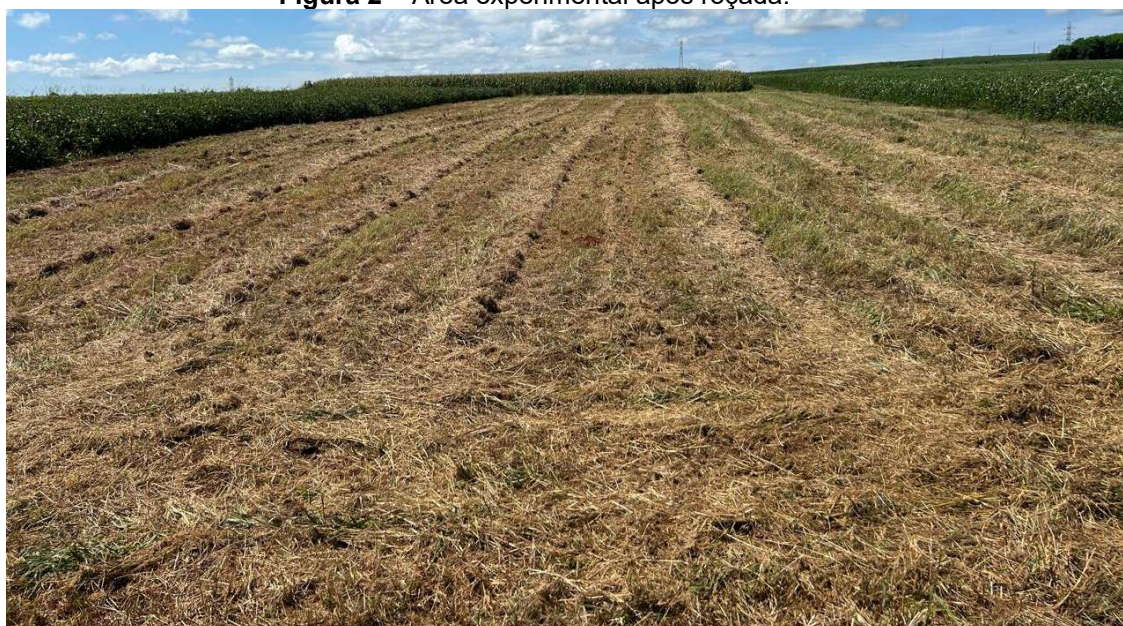
3.5 Aplicação dos tratamentos

Antes da aplicação dos tratamentos, a área experimental foi submetida à roçada mecânica em 12 de fevereiro de 2026 (Figura 2), quando as plantas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e capim-branco (*Chloris* spp.) encontravam-se em estágio reprodutivo e apresentavam elevado desenvolvimento vegetativo (Figura 1). As plantas invasoras foram ceifadas a altura entre aproximadamente 10 e 15 cm

(Figura 3). Após a roçada, a área permaneceu em repouso para permitir a rebrota das plantas.

As aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas em 04 de março de 2026 (Figura 4), estágio considerado adequado para a avaliação da eficiência das misturas herbicidas e no qual as plantas atingiram aproximadamente 25 centímetros de altura.

Figura 2 – Área experimental após roçada.



Fonte: Acervo do autor (2026).

Os tratamentos foram aplicados utilizando pulverizador costal pressurizado por CO_2 , equipado com pontas de pulverização XR 11002, operando à pressão de 206,84 kPa, velocidade de deslocamento de $3,96 \text{ km h}^{-1}$ e volume de aplicação de 200 L ha^{-1} .

Figura 3 – Detalhe da altura de corte das plantas daninhas logo após a roçada.



Fonte: Acervo do autor (2026).

Figura 4 – Área experimental na data da aplicação.



Fonte: Acervo do autor (2026).

3.6 Avaliações

As avaliações de controle das plantas daninhas foram realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas. No caso do *Chloris* spp., as avaliações foram realizadas aos 14, 21, 28 e 42 dias após a aplicação.

O controle de *Digitaria insularis* e *Chloris* spp. foi determinado por meio de avaliações visuais, utilizando a escala percentual proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), em que 0% corresponde à ausência de sintomas de fitointoxicação e 100% representa a morte completa das plantas.

Para as avaliações de *Digitaria insularis* foram consideradas as seis repetições previstas no delineamento experimental. Para *Chloris* spp., devido à distribuição heterogênea das plantas na área experimental, as avaliações foram realizadas apenas nas parcelas que apresentavam infestação suficiente para a análise (Blocos A, B, C, D e E).

3.7 Análise estatística

Os dados obtidos nas avaliações de controle foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando o delineamento em blocos casualizados (DBC), com o objetivo de verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. Para a ANOVA, adotou-se como hipótese nula (H_0) a igualdade entre as médias dos tratamentos, e como hipótese alternativa (H_1) a existência de diferença significativa entre pelo menos uma das médias.

Quando constatado efeito significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$), procedeu-se à comparação das médias pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. A escolha do teste de Scott-Knott fundamenta-se em sua capacidade de agrupar tratamentos em conjuntos homogêneos, maximizando a diferença entre grupos e minimizando a variação dentro deles, proporcionando uma interpretação mais clara dos resultados em experimentos agronômicos com múltiplos tratamentos.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa AgroEstat®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO,

4.1 Controle de *Digitaria insularis*

Os resultados das avaliações de controle de *Digitaria insularis* são apresentados na Tabela 2, que reúne as médias obtidas nas diferentes épocas de avaliação, agrupadas pelo teste de Scott-Knott, bem como o resumo da análise de variância para cada época avaliada.

Tabela 2 – Médias de controle (%) de *Digitaria insularis* em diferentes épocas após a aplicação (DAA), agrupadas pelo teste de Scott-Knott (SK), e resumo da análise de variância.

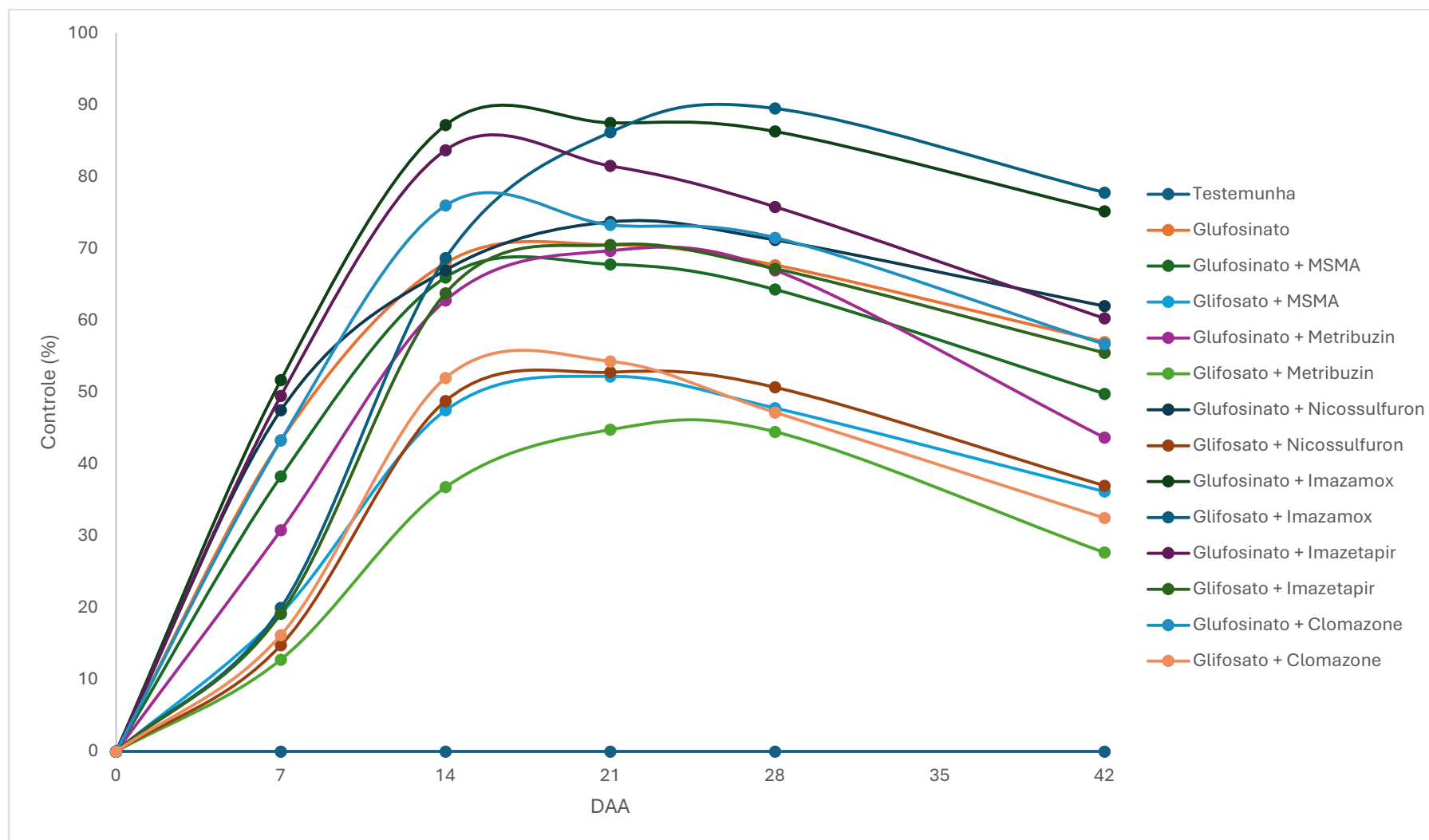
Tratamento	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	42 DAA
Testemunha	0,0 g	0,0 f	0,0 e	0,0 d	0,0 d
Glufosinato	43,3 b	68,0 c	70,5 b	67,7 b	57,0 b
Glufosinato + MSMA	38,3 c	66,0 c	67,8 b	64,3 b	49,8 b
Glifosato + MSMA	19,2 e	47,5 d	52,2 c	47,8 c	36,2 c
Glufosinato + Metribuzin	30,8 d	62,8 c	69,7 b	67,0 b	43,7 c
Glifosato + Metribuzin	12,8 f	36,8 e	44,8 d	44,5 c	27,7 c
Glufosinato + Nicossulfuron	47,5 a	67,0 c	73,7 b	71,2 b	62,0 b
Glifosato + Nicossulfuron	14,8 f	48,8 d	52,8 c	50,7 c	37,0 c
Glufosinato + Imazamox	51,7 a	87,2 a	87,5 a	86,3 a	75,2 a
Glifosato + Imazamox	20,0 e	68,7 c	86,2 a	89,5 a	77,8 a
Glufosinato + Imazetapir	49,5 a	83,7 a	81,5 a	75,8 b	60,3 b
Glifosato + Imazetapir	19,2 e	63,8 c	70,5 b	67,2 b	55,5 b
Glufosinato + Clomazone	43,3 b	76,0 b	73,3 b	71,5 b	56,7 b
Glifosato + Clomazone	16,2 f	52,0 d	54,3 c	47,2 c	32,5 c
F (Tratamentos)	90,65 **	80,18 **	75,79 **	48,38 **	22,94 **
P (Tratamentos)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
F (Blocos)	1,75 ns	4,15 **	2,72 *	2,52 *	2,18 ns
P (Blocos)	0,1365	0,0025	0,0270	0,0379	0,0667
CV (%)	14,57	10,16	9,93	12,94	21,79

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (SK), a 5% de probabilidade. ** e * indicam significância a 1% e 5%, respectivamente; ns = não significativo.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 2, a evolução do controle de *Digitaria insularis* ao longo do período experimental é apresentada no Gráfico 1. Essa representação ilustrativa permite visualizar o comportamento dos tratamentos nas diferentes épocas de avaliação, evidenciando a dinâmica de controle proporcionada pelas associações herbicidas em comparação à testemunha.

Gráfico 1 – Evolução do controle (%) de *Digitaria insularis* em função dos tratamentos herbicidas ao longo das avaliações.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

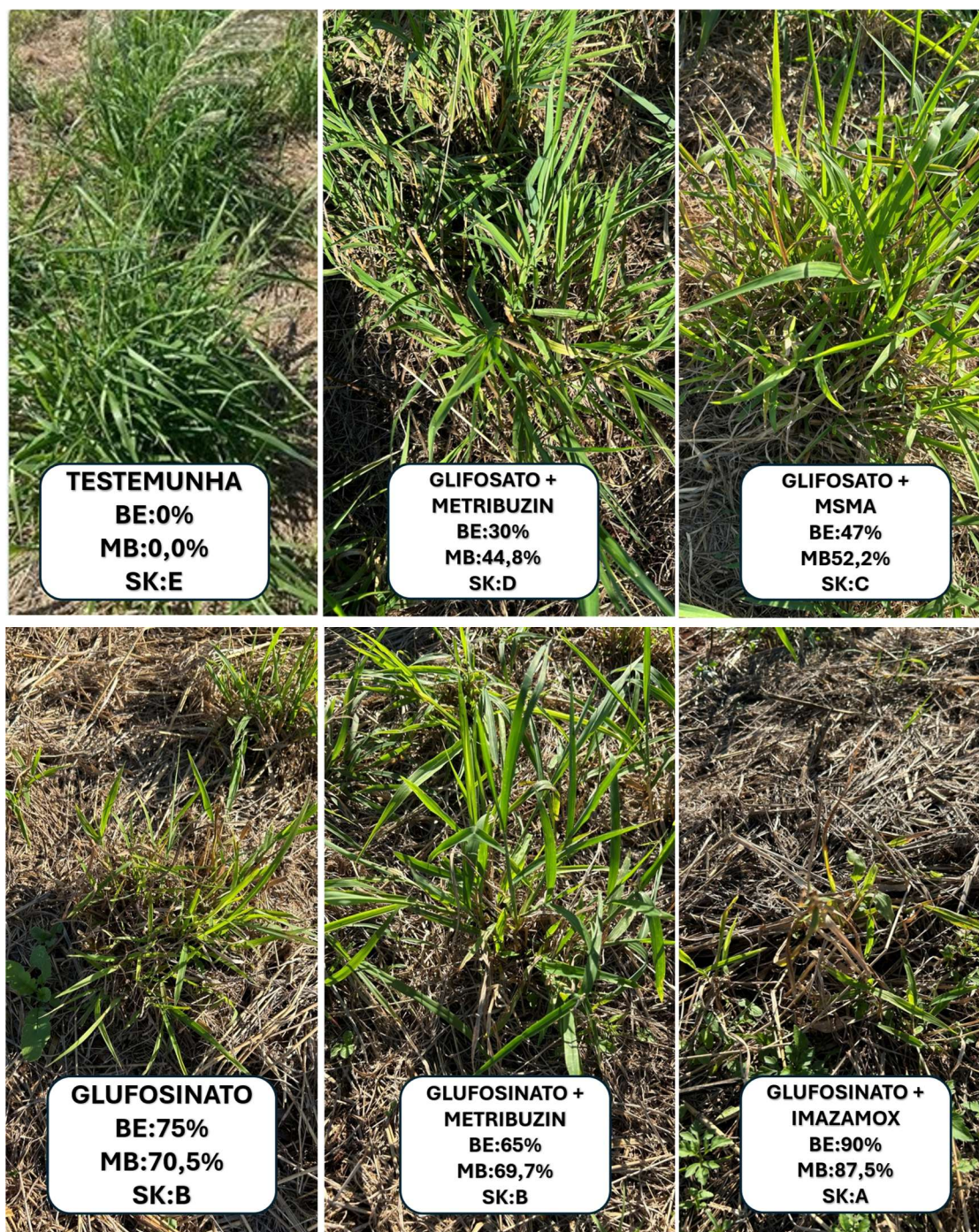
Os resultados evidenciaram maior rapidez de ação dos tratamentos contendo glufosinato de amônio em comparação às associações formuladas com glifosato, especialmente nas avaliações realizadas aos 7 e 14 dias após a aplicação. Esse comportamento pode ser justificado, uma vez que o glufosinato é um herbicida de contato, promovendo rápida dessecação dos tecidos vegetais, enquanto o glifosato apresenta ação sistêmica e depende da absorção e translocação até os meristemas para manifestação dos sintomas. Oliveira (2020) afirmou que a partir do segundo dia após a aplicação de glufosinato os primeiros sintomas já podem ser observados, evidenciando a rápida ação de seu mecanismo no início de seu desenvolvimento vegetativo.

Ressalta-se que a população de *Digitaria insularis* está sendo avaliada devido aos amplos relatos de resistência ao glifosato. A contribuição desse herbicida para o controle inicial foi limitada, refletindo nos menores percentuais de controle observados para a maioria das associações em que foi empregado. Adegas (2010) já havia observado essa lentidão com registros de controle visual pelo glifosato isolado de apenas 10,75% aos 7 DAA e 43% aos 14 DAA em estádios de dois perfilhos.

Os tratamentos contendo glufosinato de modo geral mantiveram níveis de controle superiores aos respectivos tratamentos formulados com glifosato durante praticamente todo o período experimental. Resultados semelhantes de alta eficácia em associações diretas foram registrados para as misturas de glufosinato e outros herbicidas aos 14 DAA em casa de vegetação em planta originadas de sementes no trabalho de Danilussi (2024), corroborando resultados superiores de glufosinato encontrados segundo Tabela 2.

Observou-se que a associação glifosato + imazamox, a partir de 21 DAA, passou a integrar o mesmo grupo estatístico do tratamento glufosinato + imazamox. Esse comportamento sugere uma possível contribuição do imazamox para o desempenho observado; entretanto, na ausência de tratamentos com glifosato e imazamox aplicados isoladamente, não é possível determinar a contribuição individual de cada herbicida. O resultado aos 21 DAA do imazamox + glufosinato pode ser avaliado na Figura 5.

Figura 5 – Aspecto visual de tratamentos do controle de *D. insularis* aos 21 DAA.



Fonte: Acervo do autor (2026).

Nota: Fotografias obtidas no **bloco E**, selecionado por representar visualmente os grupos de controle. **BE** = percentual de controle observado no bloco E; **MB** = percentual médio de controle considerando todos os blocos experimentais; **SK** = grupo de médias determinado pelo teste de Scott-Knott (5% de probabilidade).

Em relação agora ao glifosato + imazamox, cabe destacar, ainda, que essa associação apresentou controle inicial significativamente inferior ao tratamento glufosinato + imazamox (20,0% e 51,7% aos 7 DAA, respectivamente), evidenciando que, mesmo quando associado ao herbicida complementar, o glifosato apresentou

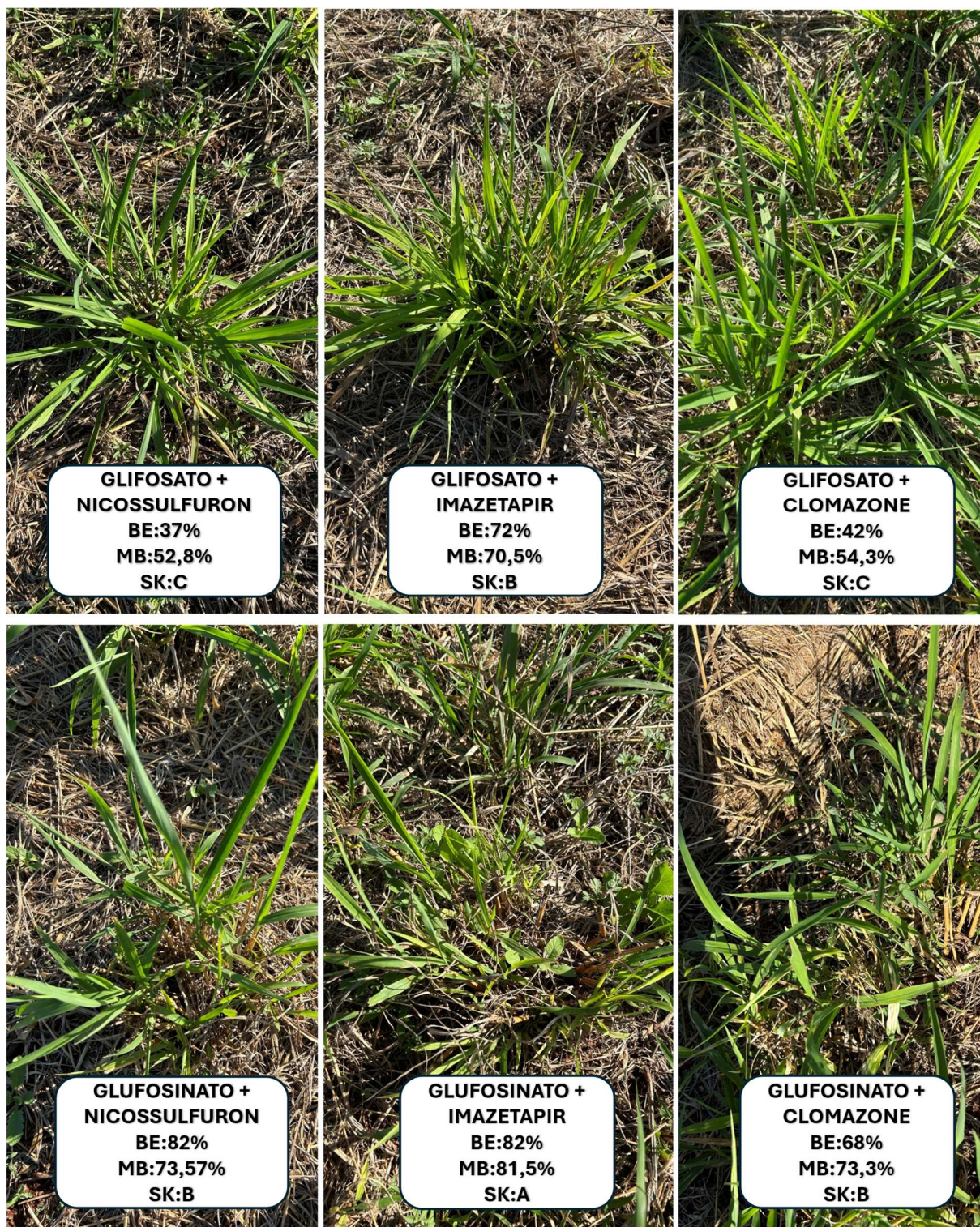
menor velocidade inicial de controle. Embora essa associação (glifosato + imazamox) tenha alcançado o mesmo grupo estatístico nas avaliações posteriores, em nenhum momento apresentou superioridade estatística em relação ao tratamento contendo glufosinato. Essa diferença de desempenho pode ser observada visualmente nas Figuras 5 e 6, que apresentam fotografias representativas dos tratamentos aos 21 DAA.

A comparação visual das demais associações aos 21 DAA (Figura 6) reforça esse comportamento. Em praticamente todas as combinações avaliadas, os tratamentos contendo glufosinato apresentaram maior intensidade de dessecação e menor sobrevivência de perfilhos quando comparados às respectivas associações formuladas com glifosato. A única exceção foi a associação com imazetapir e imazamox associados ao glifosato, na qual ambos os tratamentos atingiram praticamente o mesmo grupo estatístico das combinações com o glufosinato a partir dos 21 dias.

Dentre os herbicidas complementares avaliados, quando associados ao glufosinato e glifosato, o imazamox destacou-se como a associação de maior eficiência, independentemente do herbicida base utilizado. Tanto em combinação com glufosinato quanto com glifosato, o imazamox proporcionou os maiores níveis de controle e manteve esse desempenho até a última avaliação, diferindo estatisticamente da maioria dos demais tratamentos. Esse comportamento pode estar relacionado à elevada eficácia do imazamox sobre gramíneas e à sua atividade prolongada, característica comum às imidazolinonas, que possibilita a manutenção do efeito herbicida por um período mais prolongado.

Embora o imazetapir também pertença ao grupo das imidazolinonas e tenha promovido incremento inicial no controle em relação ao glufosinato isolado, esse benefício não se manteve ao longo das avaliações. A partir de 28 DAA, os tratamentos contendo imazetapir passaram a apresentar desempenho semelhante ao glufosinato aplicado isoladamente, diferentemente do observado para o imazamox, que manteve níveis superiores de controle até o final do período experimental.

Figura 6 – Aspecto visual comparativo das associações contendo glufosinato e glifosato no controle de *Digitaria insularis* aos 21 DAA.



Fonte: Acervo do autor (2026).

Nota: Fotografias obtidas no **bloco E**, selecionado por representar visualmente os grupos de controle. **BE** = percentual de controle observado no bloco E; **MB** = percentual médio de controle considerando todos os blocos experimentais; **SK** = grupo de médias determinado pelo teste de Scott-Knott (5% de probabilidade).

As associações de glufosinato com clomazone, nicossulfuron e MSMA proporcionaram incrementos pouco expressivos no controle de *D. insularis* em relação à aplicação isolada de glufosinato. Em geral, esses tratamentos permaneceram no mesmo grupo estatístico do herbicida aplicado isoladamente durante a maior parte das avaliações, indicando que a adição desses herbicidas não resultou em ganhos consistentes de eficiência. O tratamento contendo clomazone apresentou incremento nas avaliações iniciais, porém essa vantagem não foi mantida ao longo do período experimental.

Comportamento distinto foi observado para a associação glufosinato + metribuzin. Apesar de apresentar controle intermediário, esse tratamento não proporcionou incremento em relação ao glufosinato isolado e, em algumas épocas de avaliação, apresentou desempenho estatisticamente inferior. Esses resultados indicam que, nas condições deste estudo, a associação com metribuzin não agregou benefícios ao controle de *D. insularis*. Essa comparação do glufosinato isolado e associado ao metribuzin com resultados semelhantes pode ser visualmente constatada na Figura 5.

Em alguns casos os maiores níveis de controle já eram percebidos desde os 14 DAA, de maneira mais genérica, essa característica foi mais observada entre 21 e 28 dias após a aplicação, período em que a maioria das associações atingiu sua máxima eficiência. A partir desse momento, verificou-se redução gradual dos índices de controle, evidenciada na avaliação realizada aos 42 DAA. Esse comportamento sugere a ocorrência de rebrota de plantas sobreviventes e/ou redução do efeito prolongado dos herbicidas, especialmente considerando que as aplicações foram realizadas sobre plantas provenientes de rebrota após roçada, condição que favorece a recuperação de indivíduos não completamente controlados.

Mesmo a associação glufosinato + imazamox, que apresentou o melhor desempenho durante todo o período experimental, apresentou redução do controle entre 28 e 42 DAA, passando de 86,3% para 75,2%. Apesar desse decréscimo, o tratamento manteve-se estatisticamente superior aos demais, evidenciando maior eficiência e maior persistência de controle quando comparado às demais associações avaliadas.

De maneira geral, os melhores controles foram associados ao glufosinato, o qual tem seu nível de controle reduzido com tempo pois possivelmente este herbicida

não consegue atuar nos órgãos de reserva (OLIVEIRA, 2020). Sob o ponto de vista do manejo, esse comportamento reforça a importância do monitoramento contínuo da área e indica que, dependendo do objetivo de controle e do nível de infestação, pode ser necessária a adoção de estratégias complementares, como aplicações sequenciais ou a integração com outras práticas de manejo, visando reduzir a rebrota e aumentar a eficiência do controle.

4.2 Controle de *Chloris* spp.

De maneira análoga ao feito com a *D. insularis*, os resultados das médias das avaliações de controle de *Chloris* spp. são agora apresentados na Tabela 3 agrupadas pelo teste de Scott-Knott, assim como a análise de variância para cada época avaliada.

Tabela 3 – Médias de controle (%) de *Chloris* spp. em diferentes épocas após a aplicação (DAA), agrupadas pelo teste de Scott-Knott (SK), e resumo da análise de variância.

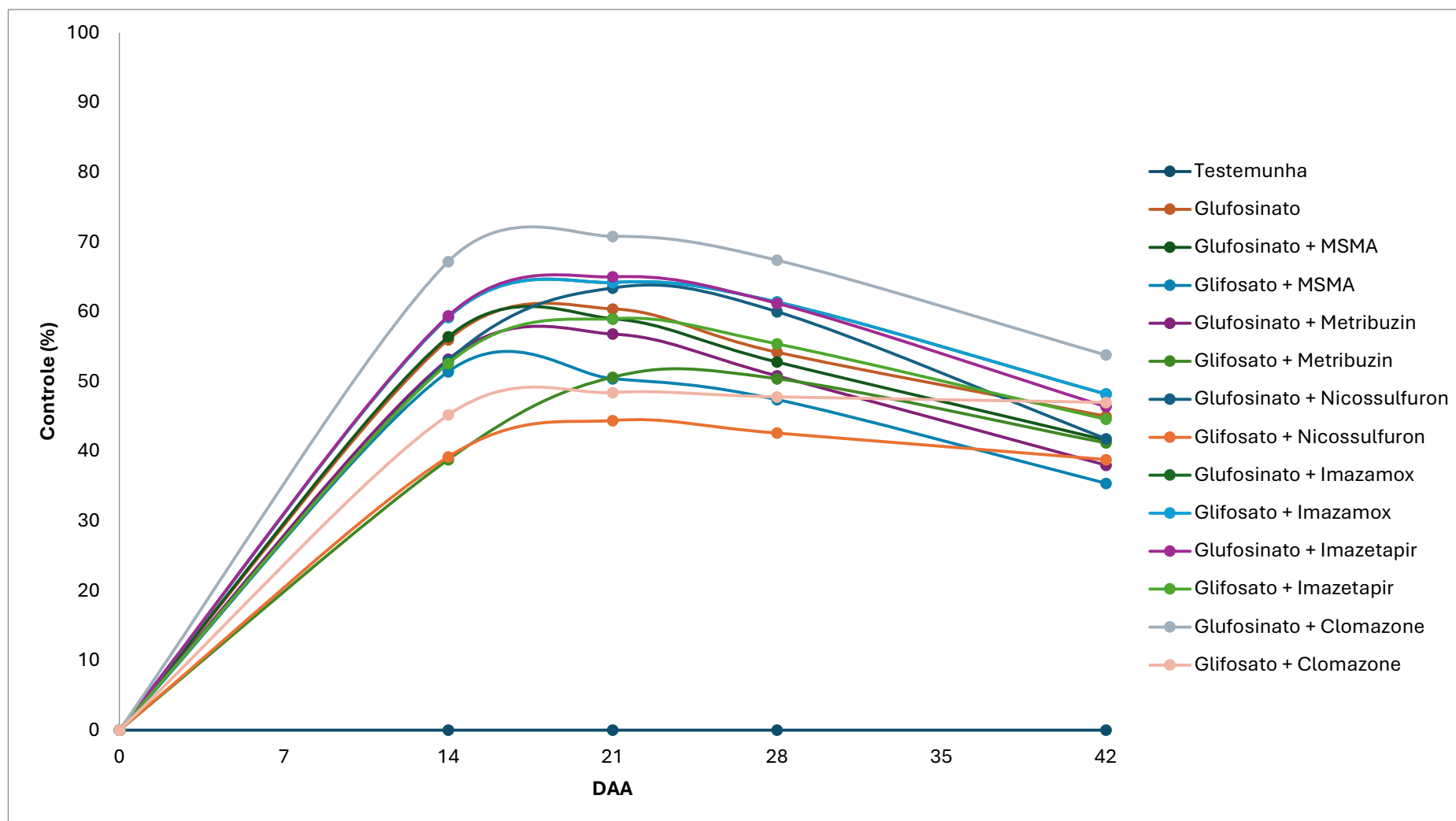
Tratamento	14 DAA	21 DAA	28 DAA	42 DAA
Testemunha	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b
Glufosinato	56,0 a	60,4 a	54,2 b	45,0 a
Glufosinato + MSMA	56,4 a	59,0 a	52,8 b	41,6 a
Glifosato + MSMA	51,4 a	50,4 b	47,4 b	35,4 a
Glufosinato + Metribuzin	53,2 a	56,8 a	50,8 b	38,0 a
Glifosato + Metribuzin	38,8 b	50,6 b	50,4 b	41,2 a
Glufosinato + Nicossulfuron	53,0 a	63,4 a	60,0 a	41,8 a
Glifosato + Nicossulfuron	39,2 b	44,4 b	42,6 b	38,8 a
Glufosinato + Imazamox	59,2 a	64,2 a	61,4 a	48,2 a
Glifosato + Imazamox	42,0 b	67,0 a	68,0 a	52,2 a
Glufosinato + Imazetapir	59,4 a	65,0 a	61,2 a	46,4 a
Glifosato + Imazetapir	52,6 a	59,0 a	55,4 b	44,6 a
Glufosinato + Clomazone	67,2 a	70,8 a	67,4 a	53,8 a
Glifosato + Clomazone	45,2 b	48,4 b	47,8 b	47,0 a
F (Tratamentos)	22,60 **	27,69 **	21,71 **	9,82 **
P (Tratamentos)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
F (Blocos)	0,52 ns	1,68 ns	8,74 **	18,99 **
P (Blocos)	0,7210	0,1679	<0,0001	<0,0001
CV (%)	15,7000	13,62	15,49	22,45

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (SK), a 5% de probabilidade. ** e * indicam significância a 1% e 5%, respectivamente; ns = não significativo.

Na sequência da Tabela 3, foi exposta o Gráfico 2 no qual permite visualizar a evolução temporal do controle de *Chloris* spp..

Gráfico 2 – Evolução do controle (%) de *Chloris* spp. em função dos tratamentos herbicidas ao longo das avaliações.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Assim como observado para *Digitaria insularis*, os tratamentos contendo glufosinato de amônio apresentaram maior velocidade inicial de controle sobre *Chloris* spp.. Aos 14 dias após a aplicação, a maioria das associações formuladas com glufosinato foi agrupada no grupo estatístico superior em relação às associações contendo glifosato, evidenciando maior rapidez na manifestação dos sintomas de controle.

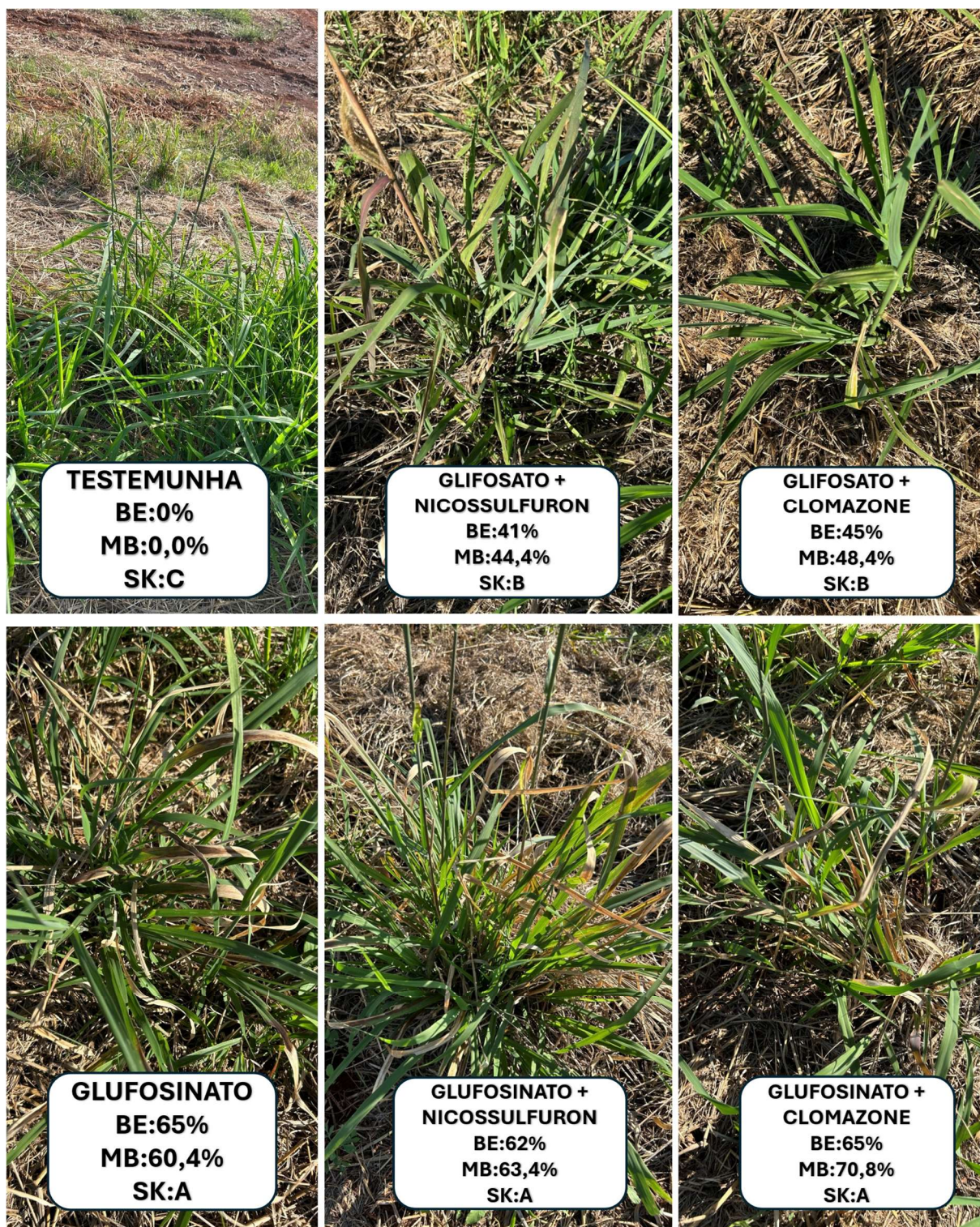
Placido (2016) demonstrou que várias populações de *Chloris* spp. no Paraná necessitam de doses elevadas de glifosato para atingir níveis adequados de controle. No experimento atual, as únicas exceções de associações com glifosato de desempenhos inferiores foram as associações glifosato + MSMA e glifosato + imazetapir, que não diferiram estatisticamente de seus respectivos tratamentos formulados com glufosinato. Esse comportamento reforça o padrão já observado para *D. insularis* e está relacionado à rápida ação de contato promovida pelo glufosinato, em contraste com o glifosato, cuja ação depende da absorção e translocação para os tecidos meristemáticos.

Barroso et al. (2014b), em ensaios de dose-resposta conduzidos com plantas de *Chloris polydactyla* originadas de sementes e tratadas no estágio de quatro folhas, observaram diferenças de suscetibilidade ao glifosato entre populações provenientes de diferentes localidades, algumas com maior tolerância, necessitando doses superiores de glifosato para atingir níveis de controle semelhantes aos das populações suscetíveis.

Para as associações contendo MSMA, metribuzin, nicossulfuron e clomazone, ainda foram observadas diferenças estatísticas entre os herbicidas base aos 14 (exceto MSMA), 21 e 28 DAA, evidenciando que, nessas combinações, o glufosinato manteve desempenho superior ao glifosato. Essa diferença pode ser visualizada na Figura 7, especialmente nas associações com nicossulfuron e clomazone, cujos contrastes visuais refletem os diferentes níveis de controle observados na Tabela 3.

O glufosinato aplicado isoladamente permaneceu no mesmo grupo estatístico da maioria de suas associações, indicando que a adição de MSMA, metribuzin, nicossulfuron, imazamox e imazetapir não proporcionou incremento significativo no controle de *Chloris* spp. em todo o período com exceção dos 28 DAA. Esse comportamento pode ser observado na Figura 7, na qual o aspecto visual do tratamento com glufosinato isolado é semelhante ao das respectivas associações.

Figura 7 – Aspecto visual de tratamentos do controle de *Chloris* spp. aos 21 DAA.



Fonte: Acervo do autor (2026).

Nota: Fotografias obtidas no **bloco E**, selecionado por representar visualmente os grupos de controle. **BE** = percentual de controle observado no bloco E; **MB** = percentual médio de controle considerando todos os blocos experimentais; **SK** = grupo de médias determinado pelo teste de Scott-Knott (5% de probabilidade).

Aos 28 dias após a aplicação, observou-se novas diferenças entre os tratamentos. Nessa avaliação, apenas as associações de glufosinato com nicossulfuron, imazetapir e clomazone permaneceram estatisticamente superiores às respectivas associações formuladas com glifosato. Além disso, o glufosinato aplicado isoladamente passou a integrar o mesmo grupo estatístico das associações de menor desempenho, evidenciando redução gradual de sua eficiência de controle ao longo do período experimental.

Em contrapartida, a associação com imazamox manteve-se no maior nível de controle independentemente do herbicida base empregado a partir já dos 21 DAA. Tanto glufosinato + imazamox quanto glifosato + imazamox permaneceram no grupo estatístico superior, sugerindo que essa classificação estatística superior pode estar relacionada à ação do imazamox.

De modo geral, as associações de glufosinato com nicossulfuron, imazamox, imazetapir e clomazone apresentaram maior consistência de controle ao longo do período experimental, permanecendo no grupo estatístico de maior controle em todas as épocas de avaliação. Esse comportamento evidencia que esses herbicidas complementares foram mais eficientes em manter os níveis de controle de *Chloris* spp. quando associados ao glufosinato de amônio.

Aos 42 dias após a aplicação, observou-se redução dos níveis de controle, de modo que todos os tratamentos com herbicidas passaram a integrar o mesmo grupo estatístico, diferindo apenas da testemunha. Esse comportamento evidencia perda gradual da eficiência de controle após o período de máxima resposta, observado entre 21 e 28 DAA, sugerindo a ocorrência de rebrota das plantas sobreviventes e/ou redução do efeito de ação prolongada dos herbicidas.

Sob o ponto de vista do manejo, esses resultados indicam que aplicações sequenciais ou a integração com outras estratégias de controle podem ser necessárias para prolongar a supressão de *Chloris* spp. em áreas com elevada infestação.

Diferentemente do observado para *D. insularis*, os níveis máximos de controle obtidos para *Chloris* spp. foram inferiores durante todo o período experimental. Por volta dos 21 DAA a *D. insularis* em algumas associações alcançaram valores superiores a 85% de controle, enquanto *Chloris* spp. os maiores índices permaneceram próximos de 70%, indicando menor eficiência dos tratamentos avaliados sobre essa espécie.

Embora as associações contendo imazamox tenham apresentado desempenho consistente ao longo das avaliações, mantendo-se entre os tratamentos de maior eficiência até 28 DAA, nem mesmo esse herbicida foi capaz de manter superioridade estatística aos 42 DAA. Esse comportamento reforça que, nas condições deste estudo, nenhuma das associações avaliadas proporcionou controle suficientemente persistente para dispensar estratégias complementares de manejo.

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi conduzido, as associações herbicidas apresentaram eficiência distinta no controle de *Digitaria insularis* e *Chloris* spp. provenientes de rebrota após roçada, confirmando a hipótese de que determinadas associações proporcionam maior eficiência de controle.

De modo geral, as associações contendo glufosinato de amônio apresentaram melhor desempenho inicial, com maior destaque para aquelas contendo imazamox. Para *Chloris* spp., também se destacaram, até 28 DAA, as associações de glufosinato com nicossulfuron, imazetapir e clomazone.

Entretanto, nenhuma das associações avaliadas manteve controle elevado até 42 DAA para ambas as plantas daninhas, indicando que uma única aplicação não foi suficiente para proporcionar controle prolongado das rebrotas, reforçando a necessidade da adoção de estratégias complementares, como aplicações sequenciais e a integração de diferentes métodos de manejo, visando aumentar a eficiência do controle e reduzir a capacidade de rebrota dessas espécies.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S. et al. Alternativas de controle químico de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p. 756-760.

ADEGAS, F. S. et al. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 11 p. (Circular Técnica, 132).

BARROSO, A. A. M. et al. Competição entre a cultura da soja e a planta daninha *Chloris polydactyla*. *Cerrado Agrociências*, n. 5, p. 82-90, nov. 2014a.

BARROSO, A. A. M. et al. Different glifosato susceptibility in *Chloris polydactyla* accessions. *Weed Technology*, v. 28, n. 4, p. 587-591, out./dez. 2014b.

BARROSO, A. A. M. et al. Does *Sourgrass* leaf anatomy influence glifosato resistance? *Comunicata Scientiae*, Bom Jesus, v. 6, n. 4, p. 445-453, out./dez. 2015.

BUCCI, G. M. O. *Alternativas para o controle químico de Digitaria insularis*. 2025. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2025.

CARVALHO, S. J. P. *Sourgrass* phenological stage and efficacy of glufosinate-ammonium. *Weed Control Journal*, v. 20, e202100764, 2021.

CARVALHO, S. J. P. et al. Growth, development and seed production of *Chloris polydactyla*. *Planta Daninha*, v. 23, p. 603-609, 2005.

CASSOL, M. *Eficiência de herbicidas no controle de capim-amargoso*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2017.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glifosato. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.

DANILUSSI, M. T. Y. *Mapeamento e controle químico de Digitaria insularis resistentes a herbicidas*. 2022. Tese (Doutorado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

DANILUSSI, M. T. Y. et al. Alternatives for the chemical control of sourgrass at post-emergence. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 59, e03348, 2024.

FERREIRA, S. D.; EXTECKOETTER, V.; GIBBERT, A. M.; BARBOSA, J. A.; COSTA, N. V. Biological cycle of susceptible and glyphosate-resistant sourgrass biotypes in two growth periods. **Planta Daninha**, v. 36, e018175923, 2018. DOI: 10.1590/S0100-83582018360100077.

GAZZIERO, D. L. P. et al. Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2012. p. 345-350.

GAZZIERO, D. L. P. et al. Estimating yield losses in soybean due to sourgrass interference. *Planta Daninha*, v. 37, e019190835, 2019. DOI: 10.1590/S0100-83582019370100047.

GAZOLA, T. *Ação do herbicida glifosato em biótipos de Digitaria insularis resistentes e suscetíveis*. 2017. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

GEMELLI, A. et al. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glifosato e implicações para o seu controle. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 11, n. 2, p. 231-240, maio/ago. 2012.

HEAP, I. *The International Herbicide-Resistant Weed Database*. Corvallis: WeedScience.org, [s.d.].

LORENZI, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional*. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 383 p.

MACHADO, A. F. L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.

MACHADO, A. F. L. et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2008.

MATOS, A. K. A. et al. Eficácia do haloxyfop-p-methyl no controle de biótipos de capim-amargoso resistentes ao glifosato. In: OS DESAFIOS PARA A AGRICULTURA NO SÉCULO XXI, 2017, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: [s. n.], 2017.

MELO, M. S. C. et al. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glifosato. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 11, n. 2, p. 195-203, maio/ago. 2012.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V. da. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. (org.). *Matologia: estudos sobre plantas daninhas*. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. cap. 8, p. 253-294.

MOROTA, F. K. et al. Sistemas de manejo de plantas daninhas utilizando o novo herbicida pyroxasulfone visando ao controle químico de gramíneas em soja. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 17, n. 2, e584, abr./jun. 2018.

OLIVEIRA, T. de. *Levantamento, dose resposta e manejo de biótipos de capim-amargoso (Digitaria insularis) com potencial de resistência múltipla a herbicidas inibidores da EPSPs e ACCase*. 2020. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.

PLACIDO, H. F. et al. Identificação e manejo de biótipos de *Chloris polydactyla* com resistência ou suscetibilidade diferencial ao glifosato no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 15, n. 3, p. 251-262, jul./set. 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 15, n. 2, p. 157-164, abr./jun. 2016.