

Aplicações sequenciais de herbicidas com diferentes mecanismos de ação no controle de *Eleusine indica*

Elemar José Folgiarini Perin^{1*}; Rafael Justen¹; Claudia Klein¹

¹ Curso de Agronomia, Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), São José do Cedro, Santa Catarina.

^{1*} elemarperin@hotmail.com

Resumo: O controle do capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) representa um desafio no manejo de plantas daninhas, especialmente em estádios reprodutivos, devido à sua elevada capacidade de perfilhamento e produção de sementes. Este trabalho avaliou o efeito de diferentes aplicações sequenciais de herbicidas com distintos mecanismos de ação no controle dessa espécie. Foram testados os herbicidas glufosinato de amônio, glifosato, cletodim e haloxyfop, aplicados em diferentes combinações. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com 16 tratamentos e uma testemunha, totalizando 68 unidades experimentais, com quatro repetições cada. Avaliaram-se a mortalidade visual das plantas, o percentual de água remanescente e o custo-benefício dos tratamentos. As avaliações de mortalidade foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação sequencial (DAAS). Os dados foram submetidos à análise estatística, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. A aplicação sequencial de glufosinato de amônio proporcionou o maior controle (97,25%), com necrose visível aos 7 DAAS, porém com o maior custo por hectare. O tratamento glifosato seguido de cletodim destacou-se pelo melhor custo-benefício, com 91,25% de controle. A inversão na ordem de aplicação entre os mesmos produtos resultou em diferenças significativas. Conclui-se que a sequência de aplicação influencia a eficácia dos herbicidas. O uso de produtos com diferentes mecanismos de ação é eficiente no controle químico de *E. indica*, reforçando a importância do manejo integrado para evitar falhas e retardar a seleção de biótipos resistentes.

Palavras-chave: Manejo químico; sequência de aplicações. Capim-pé-de-galinha.

Sequential applications of herbicides with different modes of action in the control of *Eleusine indica*

Abstract: The control of goosegrass (*Eleusine indica*) presents a challenge in weed management, especially in reproductive stages, due to its high tillering capacity and seed production. This study evaluated the effect of different sequential applications of herbicides with distinct modes of action on the control of this species. The herbicides glufosinate ammonium, glyphosate, clethodim, and haloxyfop were tested in various combinations. The experiment was conducted in a randomized block design (RBD) with 16 treatments and one untreated control, totaling 68 experimental units, each with four replications. Visual plant mortality, residual water content, and cost-benefit of the treatments were evaluated. Mortality assessments were performed at 7, 14, 21, and 28 days after sequential application (DASA). The data were subjected to statistical analysis, and means were compared using the Scott-Knott test at a 5% significance level. The sequential application of glufosinate ammonium provided the highest control (97.25%), with visible necrosis at 7 DASA, but also the highest cost per hectare. The glyphosate followed by clethodim treatment showed the best cost-benefit ratio, reaching 91.25% mortality. Reversing the application order of the same herbicides resulted in significant differences in control. It is concluded that the application sequence directly influences herbicide efficacy. The use of herbicides with different modes of action is an effective tool in the chemical management of *E. indica*, highlighting the importance of integrated weed management to avoid control failures and delay the selection of resistant biotypes.

Keywords: Chemical management; Sequence of applications; Goosegrass.

Introdução

A agricultura brasileira se destaca como uma das mais produtivas do mundo, e os principais cultivos são a soja e o milho. Na safra 2024/2025 foram plantados 21,3 milhões de hectares de milho e 47,5 milhões de hectares de soja (CONAB, 2025). Estes cultivos são fundamentais para a alimentação humana e animal, bem como para a geração de energia.

No entanto, a produção tem desafios com fatores abióticos e bióticos, como pragas, doenças e especialmente, plantas daninhas que impactam negativamente a produtividade e requerem manejo constante.

O impacto das perdas por plantas daninhas em uma produção agrícola expressa o montante 13% a 15% da produção, podendo chegar em alguns casos até 90%, quando não for realizado manejo adequado (EMBRAPA, 2020). São consideradas perdas significativas considerando a extensão dos cultivos no Brasil. Além disso, o avanço da resistência de plantas daninhas aos herbicidas representa uma das maiores ameaças à sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Correia; Streck, 2023)

O surgimento de novas moléculas de herbicidas auxilia no controle das infestantes, porém o mau uso aliado a intensidade dos cultivos tem selecionado plantas resistentes, especialmente em moléculas como o glifosato e o glufosinato de amônio que possuem cultivares geneticamente modificados para a tolerância as mesmas, dificultando o controle destas plantas resistentes (Silva *et al.*, 2021).

Dentre as plantas daninhas de maior importância, destaca-se o capim-pé-de-galinha, uma gramínea de ciclo anual, com elevada plasticidade, resistente a seca ou alta umidade, adaptada a solos compactados, pobres em fertilidade e ácidos. Cada planta pode produzir até 40 mil sementes, que podem germinar durante o ano todo (Hrac, 2022, Revista Cultivar 2025). Além disso, existem atualmente biótipos já resistentes aos principais graminicidas (clethodim, fluazifop, haloxyfo e quizalofop) segundo Correia e Resende (2016). Quando não manejada adequadamente, essa espécie pode gerar perdas significativas, especialmente em situações de alta infestação. Sendo indispensável o manejo integrado, rotação de culturas e uso de herbicidas pré-emergentes para barrar a germinação desta planta.

Nesse contexto, aplicações sequenciais de herbicidas configuram uma alternativa promissora, visto que existem biótipos resistentes e que as aplicações às vezes são realizadas em plantas adultas, dificultando o controle. As aplicações sequenciais são estratégicas principalmente quando são aplicados herbicidas de sítios de ação diferentes, aumentando o controle.

São escassos os estudos que avaliam o controle do Capim-pé-de-galinha (*E. indica*) submetida a diferentes aplicações sequenciais de herbicidas, neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia de diferentes sequenciais de herbicidas no controle do capim-pé-de-galinha em estágio reprodutivo, analisando a mortalidade visual, o percentual de água remanescente nas plantas e o custo-benefício dos tratamentos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação do tipo telado na Fazenda Escola da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Linha Esquina Derrubada, São José do Cedro – SC, nas seguintes coordenadas 26°28'36.0"S 53°30'38.2"W, e altitude média de 588 m acima do nível do mar (GOOGLE LLC, 2025).

A região do experimento pertence ao clima subtropical úmido, equivale na classificação de Köppen ao clima tipo Cfa, com precipitações bem distribuídas durante o ano (Novais, 2023).

O solo utilizado no experimento foi coletado em uma lavoura em pousio (sem atividade agrícola). O solo foi peneirado em peneira de 4 mm e acondicionado em vasos de polietileno (30 cm diâmetro x 40 cm altura), foram pesados e alocados 14 kg de solo em cada vaso. Os vasos foram colocados em telado sob sombrite preta com 20% de reflexão de luz.

Foram obtidas sementes da planta daninha em empresa especializada. Em fevereiro de 2025 foram semeadas 2 g de sementes por vaso, e realizado o molhamento inicial com 1,4 L de água. Após a germinação, as plantas daninhas indesejadas foram arrancadas manualmente.

Para aplicar os tratamentos foi padronizado oito plantas por vaso, as demais plantas foram eliminadas através do corte com tesoura, evitando qualquer interferência no sistema radicular das oito plantas que receberiam os tratamentos.

A aplicação dos tratamentos foi realizada de forma sequencial, consistindo na aplicação inicial do herbicida A, seguida, após um intervalo de quatro dias, pela aplicação do herbicida B. Essa estratégia visou maximizar a eficácia do controle, uma vez que a alteração na ordem dos herbicidas ou a repetição do mesmo produto pode interferir na dinâmica bioquímica, na translocação e, conseqüentemente, na eficiência no controle das plantas daninhas. Com base nesse princípio, a primeira aplicação ocorreu no dia 29/04/2025, e a segunda, quatro dias depois, contemplando todas as combinações possíveis entre os herbicidas no sistema sequencial.

As aplicações foram realizadas no período da manhã, sob condições climáticas favoráveis, sem ocorrência de chuva ou presença de nuvens. As plantas estavam no estágio reprodutivo, apresentando perfilhamento.

O delineamento experimental que foi utilizado é o de delineamento blocos ao acaso, composto por 16 tratamentos além de uma testemunha, com 4 repetições, totalizando assim, 68 vasos, o experimento foi disposto em 6 colunas no sentido leste/oeste com os vasos dispostos em fileiras.

Foram utilizados na composição das aplicações sequenciais testadas neste trabalho os herbicidas, glifosato (Gli), glufosinato de amônio (Glu), cletodim (Cle) e haloxifope (Hal), das seguintes marcas comerciais: Roundup Original Mais[®], Finale[®], Select 240 CE[®] e Verdict Max[®], respectivamente.

Foram utilizadas as seguintes combinações: Gli+Gli, Gli+Glu, Gli+Cle, Gli+Hal, Glu+Glu, Glu+Cle, Glu+Hal, Glu+Gli, Cle+Cle, Cle+Hal, Cle+Gli, Cle+Glu, Hal+Hal, Hal+Gli, Hal+Glu, Hal+Cle e testemunha.

As doses foram as mesmas na primeira aplicação e na sequencial (intervalo 4 dias), sendo para o glifosato ($1,4 \text{ L ha}^{-1}$), glufosinato de amônio ($2,0 \text{ L ha}^{-1}$), cletodim ($0,445 \text{ L ha}^{-1}$) e haloxifope ($0,176 \text{ L ha}^{-1}$). Os produtos foram diluídos em água até a concentração adequada, sendo: 10 mL glifosato em 454,5 mL de água, 3,1 mL de glufosinato de amônio em 990 mL, 6,3 mL cletodim em 9 L e 2,5 mL haloxifope em 9 L, após cada calda foi acondicionada em borrifador de 500 mL. Em cada vaso (com 8 plantas) foram realizadas 5 borrifadas (4,5 mL de calda). Também foi utilizado uma proteção circular de 45 cm de diâmetro vaso, para que não houvesse deriva.

As avaliações visuais ocorreram aos sete, quatorze, vinte e um e vinte e oito dias após a aplicação sequencial (DAAS). O percentual de mortalidade foi avaliado seguindo a metodologia proposta pela sociedade brasileira da ciência das plantas daninhas (SBCPD, 1995), onde se usam notas percentuais, sendo que zero (0%) corresponde a ausência de controle, sem nenhuma toxidez ao capim-pé-de-galinha, enquanto cem (100%) corresponde a morte total da planta alvo, como pode ser visualizado na tabela abaixo:

Tabela 1 – Escala de notas utilizada para avaliação visual.

Conceito	Notas (%)	Observação
Muito leve	0–5	Sintomas fracos ou pouco evidentes. Nota zero quando não se observam quaisquer alterações na cultura.
Leve	6–10	Sintomas nítidos, de baixa intensidade.
Moderado	11–20	Sintomas nítidos, mais intensos que na classe anterior.
Aceitável	21–35	Sintomas pronunciados, porém, totalmente tolerados pela cultura.
Preocupante	36–45	Sintomas mais drásticos que na categoria anterior, mas ainda passíveis de recuperação, e sem expectativas de redução no rendimento econômico.
Alto	46–60	Danos irreversíveis, com previsão de redução no rendimento econômico.
Muito alto	61–100	Danos irreversíveis muito severos, com previsão de redução drástica no rendimento econômico. Nota 100 para morte de toda a cultura.

Fonte: SBCPD (1995).

Aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAAS), todas as plantas de cada vaso, incluindo parte aérea e sistema radicular, foram coletadas e acondicionadas em sacos de papel para avaliação da massa de matéria verde (MMV). A pesagem foi realizada em balança de precisão. Em seguida, as amostras foram transferidas para uma estufa com circulação de ar forçado, mantida a ± 60 °C, por período de três dias, até atingirem massa constante. Após a secagem, as plantas foram novamente pesadas, permitindo determinar a diferença percentual de biomassa e de teor de água.

Essa abordagem permitiu estimar indiretamente o grau de senescência ou mortalidade induzido pelos herbicidas, reflete o conteúdo hídrico residual. Plantas que apresentaram menor acúmulo de água após a dessecação indicaram maior degradação dos tecidos, comprometimento da atividade fisiológica e, portanto, maior eficácia do controle químico. Em contrapartida, a manutenção de altos teores de água nas plantas tratadas foi associada a uma menor ação herbicida e maior sobrevivência da planta daninha.

A metodologia de avaliação do controle das plantas daninhas foi adaptada com base em protocolos que utilizam a mensuração da massa seca da parte aérea como indicativo de eficácia herbicida. Essa adaptação metodológica foi fundamentada em estudos como os de (Zanatta *et al.*, 2008) e (Pereira *et al.*, 2011), que associaram a biomassa seca como critério confiável para quantificação da eficácia de herbicidas.

Para a análise de custo/benefício, foram considerados os preços de aquisição dos herbicidas visualizados na Tabela 2:

Tabela 2 – Preços dos herbicidas e custos por hectare de acordo com a respectiva dose utilizada.

Herbicida	Dose (L ha ⁻¹)	Preço por litro (R\$ L)	Custo por hectare (R\$ ha ⁻¹)
Glifosato	1,4	22,50	31,50
Glufosinato	2,0	34,00	68,00
Cletodim	0,445	34,00	15,13
Haloxifope	0,176	170,00	29,92

Fonte: Os autores (2025).

Para avaliar o custo-benefício dos tratamentos, foi calculada a Eficiência Técnica Relativa (ETR), relacionando a eficácia no controle com o custo estimado por hectare de cada tratamento. A metodologia foi adaptada de trabalhos que avaliam conjuntamente o desempenho técnico e econômico de herbicidas, como os conduzidos por Lins *et al.* (2021) na cultura do gergelim e Model (2010) com abacaxizeiro.

A ETR foi determinada pela seguinte equação: $ETR = (\text{Custos (R\$ ha}^{-1}\text{)})/(\text{Controle (\%)})$, onde Controle (%) corresponde à mortalidade visual observada aos 28 dias após a aplicação sequencial (DAAS) e Custo (R\$ ha⁻¹) refere-se ao valor do herbicida por hectare, com base na dose utilizada e no preço de mercado. Valores mais elevados de ETR indicam maior eficiência técnica relativa, ou seja, maior controle em relação ao custo do tratamento. Esse indicador foi utilizado para comparar os tratamentos quanto à viabilidade técnica e econômica.

Os dados de mortalidade (7, 14, 21 e 28 dias) e de água remanescente foram submetidos à análise de variância, e quando identificado efeito significativo, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de erro, utilizando o software Sisvar® versão 5.8 (Ferreira, 2024).

Resultados e Discussão

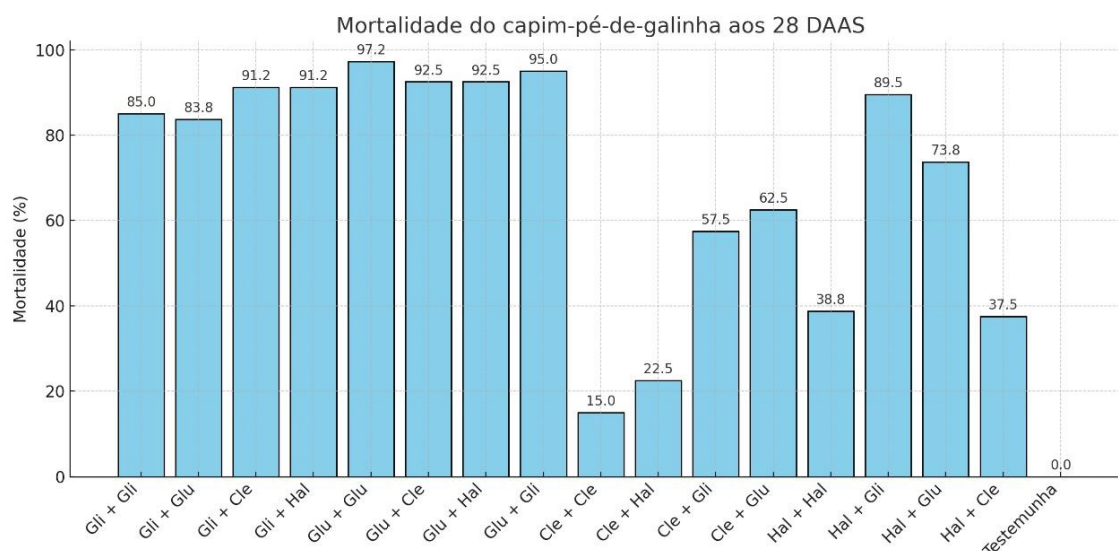
A Tabela 3 apresenta os percentuais de mortalidade de plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) submetidas a diferentes combinações sequenciais de herbicidas, avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação sequencial (DAAS). Observa-se que o desempenho dos tratamentos variou significativamente ao longo dos períodos avaliados, tanto em função dos princípios ativos utilizados quanto da ordem de aplicação.

Tabela 3 – Percentual de mortalidade de plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) em função da aplicação de diferentes sequenciais de herbicidas. São José do Cedro, 2025

Tratamento	1ª avaliação 7 DAAS	2ª avaliação 14 DAAS	3ª avaliação 21 DAAS	4ª avaliação 28 DAAS
	Mortalidade (%)			
Gli + Gli	31,25 C	56,25 B	76,25 A	85,00 A
Gli + Glu	55,00 B	81,25 A	83,75 A	83,75 A
Gli + Cle	32,50 C	58,75 B	83,75 A	91,25 A
Gli + Hal	20,00 D	47,50 B	82,50 A	91,25 A
Glu + Glu	80,00 A	85,00 A	93,75 A	97,25 A
Glu + Cle	70,00 A	80,00 A	90,00 A	92,50 A
Glu + Hal	77,50 A	83,75 A	87,50 A	92,50 A
Glu + Gli	67,50 A	80,00 A	93,75 A	95,00 A
Cle + Cle	7,50 E	16,25 C	17,50 C	15,00 D
Cle + Hal	6,25 E	17,50 C	17,50 C	22,50 D
Cle + Gli	16,25 D	27,50 C	42,50 B	57,50 B
Cle + Glu	52,50 B	55,00 B	58,75 A	62,50 B
Hal + Hal	16,25 D	17,50 C	27,50 B	38,75 C
Hal + Gli	17,50 D	65,00 B	80,00 A	89,50 A
Hal + Glu	42,50 B	68,75 B	77,50 A	73,75 B
Hal + Cle	10,00 E	25,00 C	30,00 B	37,50 C
Testemunha	0,00 E	0,00 C	0,00 C	0,00 D
Média	35,44	50,88	61,32	66,20
C.V. (%)	26,94	32,52	25,36	22,76

Média seguidas de mesma letra maiúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. Legenda: glifosato (gli), glufosinato de amônio (Glu), cletodim (Cle) e haloxifope (Hal).

Figura 1 - Percentual de mortalidade de plantas de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) em função da aplicação de diferentes sequenciais de herbicidas aos 28 DAAS. São José do Cedro, 2025



Legenda: glifosato (gli), glufosinato de amônio (Glu), cletodim (Cle) e haloxifope (Hal).

Em uma análise generalista, é possível visualizar que o melhor tratamento é composto

por Glu + Glu que alcançou 97,25% de mortalidade aos 28 DAAS (Tabela 3), sendo destaque pela rapidez com que causou injúria, o que corrobora com trabalhos de Takano *et al.* (2020) que afirmam que a necrose ocorre rapidamente e causando morte celular rápida, sendo que Glu + Glu aos 7 DAAS já apresentava 80% de mortalidade (Tabela 3). Takano *et al.* (2019) demonstraram que o glufosinato de amônio provoca o acúmulo de amônia, a produção de espécies reativas de oxigênio, que geram peroxidação lipídica e rápida morte celular.

Em contrapartida, os graminicidas demoraram significativamente para demonstrar seus efeitos, sobretudo quando aplicados isoladamente, como visto nos tratamentos Cle + Cle (15,00%) e Cle + Hal (38,75%) aos 28 DAAS (Tabela 3). Constata-se em alguns estudos que o cletodim tem menor efeito em plantas de *E. indica* quando aplicado em estádios mais avançados de desenvolvimento (Martínez, López E Pérez, 2024). Correia e Resende (2016) também relatam possibilidade de plantas escapes aos tratamentos contendo cletodim, bem como outros inibidores de ACCase.

O glifosato é um herbicida sistêmico, pós-emergente e sem efeito residual, que inibe a enzima EPSPs, fundamental na síntese de aminoácidos aromáticos. Essa inibição compromete a produção de compostos essenciais, afetando a fotossíntese e o desenvolvimento da planta. Os sintomas surgem de forma lenta, com paralisação do crescimento, murcha, clorose e morte (DE Carvalho, 2013).

Destaca-se que, de modo geral, a aplicação de herbicidas com diferentes princípios ativos proporcionou melhores resultados em comparação aos tratamentos sequenciais com o mesmo produto, com destaque para os tratamentos Hal + Gli (89,50%) e Gli + Cle (91,25%) aos 28 DAAS (Tabela 3), muito provavelmente por saturação do princípio ativo no mecanismo de ação em tratamentos com mesmo produto, em detrimento de aumento de sítios de ação atingidos com produtos diferentes, demonstrando que alguns princípios ativos possuem efeito complementar e sinérgico quando aplicados no sequencial.

Nunes *et al.*, (2020) avaliaram o controle de capim amargoso com diferentes herbicidas e constataram que a mistura de glifosato com haloxifope teve melhores resultados em comparação aos demais, situações também evidenciadas neste estudo.

Herbicidas inibidores da ACCase atuam bloqueando a conversão de Acetil-CoA em Malonil-CoA, etapa fundamental para a síntese de ácidos graxos, componentes essenciais das membranas celulares e do desenvolvimento vegetal. Possuem ação seletiva sobre gramíneas, devido à inibição da forma homodimérica da enzima localizada nos plastídeos. O cletodim é um herbicida sistêmico, de natureza lipofílica, caracterizado pela rápida absorção foliar e rápida translocação para tecidos jovens e meristemas, onde exerce sua ação

de forma eficiente logo após a aplicação (Rodrigues; Almeida, 2011; DE Carvalho, 2013).

Curiosamente, ao utilizar os mesmos herbicidas em ordem diferente, ocorreram diferenças notáveis, como é o caso de Gli + Cle (91,25%) e Cle + Gli (57,50%), também em Glu + Cle (92,50%) e Cle + Glu (62,50%) observados aos 28 DAAS (Tabela 3).

Quando aplicado, o glifosato tem absorção mais lenta, um transporte mais demorado através da membrana plasmática em relação a outros herbicidas, por causa da sua carga negativa em pH fisiológico (Shaner, 2014), e é translocado principalmente pelo floema (Roman *et al.*, 2005). A translocação do glifosato pode ser comprometida através da necrose dos meristemas onde o graminicida atua, e pela diminuição da atividade respiratória, no entanto quando aplicado glifosato, e em sequência o cletodim, esse efeito não é observado, pois o glifosato tem ação e translocação mais lenta, podendo demorar até 30 dias para demonstrar efeitos (Monquero, 2014).

Verifica-se também que a associação entre glifosato e cletodim resultou em efeito sinérgico no controle do capim-amargoso (Revista Cultivar, 2022), porém esse efeito não foi observado no controle do capim-pé-de-galinha. Assim, ressalta-se que a ordem de aplicação dos herbicidas pode potencializar o sinergismo e a eficácia dos tratamentos.

A Tabela 2 apresenta a relação custo/benefício dos diferentes tratamentos para o controle de Capim-pé-de-galinha, considerando o custo total das duas doses de cada tratamento (em R\$ ha⁻¹), a mortalidade observada aos 28 dias após a aplicação sequencial (DAAS) e a Eficiência Técnica Relativa (ETR). Esse índice foi calculado pela razão entre o custo do tratamento e o percentual de controle, onde menores valores indicam melhor relação custo/benefício.

Quantificar o custo total das duas doses (R\$ ha⁻¹) é essencial para compreender a viabilidade econômica dos tratamentos herbicidas para controle do capim-pé-de-galinha (Tabela 2), especialmente em sistemas produtivos que operam com margens reduzidas de lucro. O custo das combinações variou consideravelmente, de R\$ 30,26 (Cle + Cle) até R\$ 136,00 (Glu + Glu).

O tratamento Gli + Cle, apresentou melhor custo-benefício com ETR de 0,51 (Tabela 2) e 91,25% taxa de mortalidade (Tabela 3), Estrela (2023) avaliando o controle de capim amargoso, também constatou excelente custo benefício entre associação de cletodim e glifosato. Oportunamente destacaram-se os Hal + Gli (ETR = 0,67) e Gli + Hal (0,69) com taxa de mortalidade de 89,50% e 91,25% respectivamente.

Tabela 2 – Custo total das aplicações de herbicidas, eficiência técnica relativa das aplicações para controle e percentual de peso de água remanescente do capim-pé-de-galinha. São José do Cedro, 2025

Tratamento	Custo total das duas doses (R\$ ha ⁻¹)	Eficiência técnica relativa (ETR)	Percentual de peso de água remanescente (%)
Gli + Gli	63,00	0,74	49,86 A
Gli + Glu	99,50	1,19	44,00 A
Gli + Cle	46,63	0,51	46,45 A
Gli + Hal	61,42	0,67	48,32 A
Glu + Glu	136,00	1,40	46,05 A
Glu + Cle	83,13	0,90	50,26 A
Glu + Hal	97,92	1,06	46,48 A
Glu + Gli	99,50	1,05	46,51 A
Cle + Cle	30,26	2,02	49,20 A
Cle + Hal	45,05	2,00	54,43 A
Cle + Gli	46,63	0,81	48,88 A
Cle + Glu	83,13	1,33	50,29 A
Hal + Hal	59,84	1,54	46,50 A
Hal + Gli	61,42	0,69	48,32 A
Hal + Glu	97,92	1,33	47,53 A
Hal + Cle	45,05	1,20	48,53 A
Testemunha	0,00	0,00	52,00 A
Média	68,06	1,04	48,45
C.V. (%)	-	-	9,92

Média seguidas de mesma letra maiúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. Legenda: glifosato (Gli), glufosinato de amônio (Glu), cletodim (Cle) e Haloxifope (Hal).

Evidencia-se também mais dois tratamentos, o sequencial de Glu + Glu, o qual alcançou a maior mortalidade (97,25%), porém com ETR de 1,40. Também o tratamento Glu + Gli com mortalidade de 95%, e ETR de 1,05. Sendo assim dois tratamentos indicados quando o custo não é o principal quesito para escolha do manejo químico. Trabalhos de Pedroso *et al.*, (2015) também demonstram excelente custo por unidade de controle, além de ser a única mistura com dois ativos a igualar resultados obtidos para misturas de três ou quatro ativos, apesar de não ser a mais barata.

Os tratamentos compostos pelas associações de inibidores da enzima ACCase, cletodim e haloxifope, apresentaram os piores ETR variando de 2,02 a 1,20 respectivamente, apesar de terem baixo custo por hectare, o ETR evidencia que a relação entre o investimento e retorno foi abaixo do esperado.

A Tabela 2 também apresenta os valores de percentual de água remanescente nas plantas de capim-pé-de-galinha, coletadas aos 28 dias após as aplicações sequenciais de herbicidas. Embora estatisticamente não tenham sido observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$), é possível correlacionar alguns resultados do trabalho.

Evidencia-se que os tratamentos Gli + Glu obtiveram o menor percentual de água remanescente, seguido de Glu + Glu e Gli + Cle, com os maiores percentuais de água pode-se destacar os tratamentos Cle + Hal, testemunha e Cle + Glu.

De modo geral, os tratamentos com menor percentual de água foram aqueles que utilizaram glufosinato de amônio. Esse herbicida atua inibindo a enzima glutamina sintetase, o que leva ao acúmulo de amônia nas células e à destruição das membranas celulares, promovendo necrose acelerada. Dessa forma, além de apresentar alta mortalidade visual, observou-se também uma baixa retenção de água, indicando uma forte correlação entre essas duas variáveis (DE Carvalho, 2013).

Vale destaque também associações com os graminicidas, Glu + Cle, Gli + Hal e Gli + Cle que apesar da alta mortalidade apresentaram alta retenção de água, os inibidores de ACCase apesar de terem efeito rápido na planta, possuem uma demora expressiva para apresentarem seus efeitos visuais, Cassol *et al.* (2019) observaram em trabalhos envolvendo controle de capim amargoso, que cletodim e haloxifope, quando aplicados isoladamente tiveram uma demora significativa para apresentar efeitos.

Salienta-se que tratamentos com alto controle como Glu + Glu e Glu + Gli, mostram-se tecnicamente eficazes no controle de *E. indica*, especialmente em estádios avançados da planta, onde o manejo é desafiador. No entanto, quando foi avaliado a viabilidade econômica, o custo elevado do glufosinato (R\$ 68,00 por dose) compromete o custo-benefício do tratamento, resultando em um ETR de 1,40 (Tabela 2).

Isso levanta a necessidade de ponderar a viabilidade prática desse tipo de aplicação em sistemas agrícolas de larga escala, principalmente quando se trata de áreas com infestações esporádicas ou em sistemas produtivos com baixa margem de lucro. Apesar de existirem produtos genéricos a marca Finale® (glufosinato de amônio) e serem mais baratos, a eficácia não é a mesma devido terem formulações diferentes, sendo assim desconsiderados.

Em situações onde o custo do insumo pode ser diluído, como em cultivos de alto valor agregado (hortaliças, sementes, produção de leite intensiva), ou em áreas com alta pressão de infestação por biótipos resistentes, tratamentos como Glu + Glu podem ser justificados tecnicamente. Além disso, seu efeito rápido e visualmente eficiente é benéfico para situações que requerem resposta imediata do manejo, especialmente em atrasos de semeadura, ou para substituir graminicidas que para plantio de espécies de folha estreita causam carência devido sua persistência no solo com efeito residual sementeiro.

O uso contínuo de graminicidas inibidores da ACCase como cletodim (Cle) e haloxifope (Hal) apresenta limitações. Os graminicidas quando aplicados isoladamente obtiveram baixa

eficácia de controle, mesmo com custo reduzido. A baixa eficiência está associada, em parte, à resistência já relatada de *Eleusine indica* a inibidores de ACCase (FAEP, 2024). Por ser uma classe de herbicidas relativamente barata, foi e continua sendo amplamente utilizada no cenário agrícola atual, pressionando a seleção de biótipos resistentes.

Estratégias como combinações de herbicidas com mecanismos diferentes, demonstraram boa eficácia com bom custo/benefício, sendo alternativas viáveis para retardar o avanço da resistência e manter a eficiência do controle químico.

Conclusões

A aplicação sequencial de herbicidas mostrou-se eficaz no controle do capim-pé-de-galinha em estágio reprodutivo.

O tratamento Glu + Glu obteve maior mortalidade (97,25%), porém com alto custo.

A combinação Gli + Cle apresentou o melhor custo-benefício de R\$ 46,63 ha⁻¹ com 91,25% de controle.

A ordem dos produtos influenciou significativamente os resultados.

Conclui-se que sequenciais com mecanismos de ação distintos são mais eficientes que repetições do mesmo herbicida.

Agradecimentos

Primeiramente, agradecemos a Deus pelo dom da vida, pela força e persistência que nos permitiram chegar até aqui.

Às nossas namoradas, pelo apoio constante, incentivo e companheirismo ao longo dessa jornada.

Às nossas famílias, por acreditarem em nós e por todo o suporte oferecido desde o início.

À nossa orientadora, professora Claudia Klein, pela dedicação, paciência e por nos guiar com sabedoria, sempre nos motivando a dar o nosso melhor.

E à Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc, pela estrutura, oportunidade e excelência no ensino, fundamentais para a realização deste trabalho e de nossa formação acadêmica.

OBRIGADO!

Referências

DE CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. Lages-SC: Edição pelo autor, 2013. 62 p. Disponível em:

https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro_herbicidas.pdf. Acesso em: 15 jun. 2025.

DA SILVA, A. F.; KARAM, D.; VARGAS, L.; ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; IKEDA, F. S.; CAVALIERI, S. D.; COSTA, A. G. F.; PERINA, F. J. **Monitoramento de plantas daninhas resistentes ao glifosato no Brasil**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 234. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 18 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1136521/1/BOL-234-Monitoramento-plantas-resistentes-glifosato.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2025.

CASSOL, M., MATTIUZZI, M. D., ALBRECHT, A. J. P., ALBRECHT, L. P., BACCIN, L. C. & SOUZA, C. N. Z. (2019). *Eficiência de herbicidas isolados e associados no controle de capim-amargoso resistente ao glyphosate*. **Planta daninha**, 37, e019190671. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/LQNBtGHPxGn5nnh483kNhXp/> Acesso em: 20 jun. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da Safra de Grãos: 7º levantamento, safra 2024/25**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/7o-levantamento-safra-2024-25/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 abr. 2025.

CORREIA, N. M.; RESENDE, I. **Resistência de Eleusine indica (capim-pé-de-galinha) a herbicidas inibidores da ACCase no município de Buritis**, MG. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2016. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 139, 20 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1060309/1/BPD139.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.

CORREIA, N. M.; STREK, H. J. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas: manejo e situação atual**. In: COSTA, L. L.; LEÃO-ARAÚJO, E. F. (org.). *Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias*. 2. ed. Morrinhos: Instituto Federal Goiano, 2023. p. 63–80. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1162178/1/PL-CPAC-21022024-CORREIA-2023a.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2025.

EMBRAPA. **Ervas daninhas**. Brasília-DF, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema#:~:text=As%20perdas%20estimadas%20ocasionadas%20pelas,15%25%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os>. Acesso em: 20 abr. 2025

ESTRELA, C. L. M. **Alternativas de controle químico convencionais para capim-amargoso (*Digitaria insularis*)**. 2023. 63 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2084/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20CAMILA%20L%C3%94RENA%20MONTEIRO%20ESTRELA%20PPGPP-convertido.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2025.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: Sistema de Análise de Variância**. Versão 5.8. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2024. Software estatístico. Disponível em:

<https://www.ufv.br/posgraduacao/sisvar/>. Acesso em: 07 jun. 2025.

FAEP – SISTEMA FAEP/SENAR-PR. **Plantas daninhas resistentes: biologia, identificação, ocorrência e controle**. Curitiba: FAEP, nov. 2024. 64 p. Disponível em: https://www.sistematicaep.org.br/wp-content/uploads/2024/11/Cartilha-Plantas-daninhas-Resistentes_web.pdf. Acesso em: 08 jul. 2025.

GOOGLE LLC. *Google Earth* [software]. Localização: 26°28'36.0"S, 53°30'38.2"W. Disponível em: https://earth.google.com/web/search/26%C2%B028%2736.0%22S+53%C2%B030%2738.2%22W/@-26.4766667,-53.5106111,716.11035124a,747.24801206d,35y,0h,0t,0r/data=CmMaNRIVGZ2XL9QGejrAlb-8W7RbwUrAKhsyNsKwMjgnMzYuMCJTIDUzwrAzMCczOC4yIlcYAiABliYKJAm_7wD7PdUzQBG97wD7PdUzwBlFc_slXa1IQCHcvEywWuNJwEICCAE6AwoBMEICCABKDQj_____8BEAA. Acesso em: 22 jun. 2025.

HRAC-Brasil. **Capim-pé-de-galinha: Saiba mais sobre essa planta daninha**. HRAC-Brasil, [S. I.], 2022. Disponível em: <https://www.hrac-br.org/post/capim-p%C3%A9-de-galinha-saiba-mais-sobre-essa-planta-daninha>. Acesso em: 20 abr. 2025.

LINS, H. A.; SANTOS, M. G.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MENDONÇA, V.; SILVA, D. V.; COELHO, E. S. Avaliação econômica e eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência no gergelim. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 3, p. 621–630, jul./set. 2021. DOI: 10.1590/1983-21252021v34n314rc. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/10146>. Acesso em: 22 jun. 2025.

MARTÍNEZ, C.; LÓPEZ, A.; PÉREZ, J. Herbicidas pós-emergentes para o controle do capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) em agricultura. **Revista Colombiana de Ciencias Agrícolas**, Bogotá, v. 1, n. 1, p. 20–35, 2024. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262024000100004. Acesso em: 15 jun. 2025.

MODEL, N. S.; FAVRETO, R. Comparação de custos de tratamentos de controle de plantas daninhas em abacaxizeiro cultivado no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 16, n. 1/2, p. 45–50, 2010. Disponível em: <https://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/170>. Acesso em: 22 jun. 2025.

MONQUERO, P. A. **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos, SP: RIMA, 2014. xx, 400 p. Disponível em: <http://www.monquerop.a.org>. Acesso em: 08 jun. 2025.

NOVAIS, G. T. **Climas do Brasil: classificação climática e aplicações**. Porto Alegre-RS: Editora, totalbooks, 2023. 340 p. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/51/o/Livro_dos_Climas_do_Brasil_-_final.pdf acesso em: 16 jun. 2025.

NUNES, J. J.; MOREIRA DE FREITAS, M. A.; PEREIRA DE SOUZA, T. P.; LESSA SILVA, W. L.; RIBEIRO DA CUNHA, P. C. Eficácia de glifosato + haloxifope-p-metílico em associação com outros herbicidas no controle de capim-amargoso. **Revista Cultivando o Saber**, v. 13, n. 3, p. 250–260, 2020. Disponível em: <https://cientifica.dracena.unesp.br/index.php/cientifica/article/view/1320/851> Acesso em: 19 jun. 2025.

PEREIRA, M.R.R.; SOUZA, G.S.F.; MARTINS, D.; MELHORANÇA FILHO, A.L. e KLAR, A.E. Respostas de plantas de *Eleusine indica* sob diferentes condições hídricas a herbicidas inibidores da ACCase. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 397–404, 2011. DOI: 10.1590/S0100-83582011000200017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/4Rv7PHscmkpCR9JMg65ryNt/?lang=pt> Acesso em: 08 jun. 2025.

REVISTA CULTIVAR. Como lidar com a resistência de capim-pé-de-galinha. 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/como-lidar-com-a-resistencia-de-capim-pe-de-galinha>. Acesso em: 20 abr. 2025.

REVISTA CULTIVAR. *Eleusine indica*. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/fitossanidade/eleusine-indica>. Acesso em: 22 jun. 2025.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina, PR: Ed. do Autor, 2011. VIII, 697 p.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A.; HALL, L.; BECKIE, H.; WOLF, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2005. 152 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355291/12492345/Como+funcionam+os+herbicidas/954b0416-031d-4764-a703-14d9b28b178e?version=1.0>. Acesso em: 03 jun. 2025.

SHANER, D. L. **Herbicide handbook**. 10. ed. Champaign: Weed Science Society of America, 2014. Disponível em: <https://wssa.net/wp-content/uploads/Christian-Willenborg-herbicide-handbook-2014.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2025.

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

SOUZA, B. B. de. Impactos do capim-pé-de-galinha na cultura da soja e a importância do manejo integrado. **Revista Cultivar**, 13 maio 2024. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/impactos-do-capim-pe-de-galinha-na-cultura-da-soja-e-a-importancia-do-manejo-integrado>. Acesso em: 20 abr. 2025.

TAKANO, H. K.; BEFFA, R.; PRESTON, C.; WESTRA, P.; DAYAN, F. E. **Glufosinate-ammonium: a review of the current state of knowledge**. *Pest Management Science*, v. 76, n. 12, p. 3911–3925, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ps.5965>. Acesso em: 07 jul. 2025.

TAKANO, H. K.; BEFFA, R.; PRESTON, C.; WESTRA, P.; DAYAN, F. E. **Reactive oxygen species trigger the fast action of glufosinate**. *Planta*, v. 249, n. 6, p. 1837–1849,

jun. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03124-3>. Acesso em: 07 jul. 2025.

ZANATTA, J. F; PROCÓPIO, S.O.; MANICA, R.; PAULETTO, E.A.; CARGNELUTTI FILHO, A.; VARGAS, L.; SGANZERLA, D.C.; ROSENTHAL, M.D'.A.; e PINTO, J.J.O. Teores de água no solo e eficácia do herbicida fomesafen no controle de *Amaranthus hybridus*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 143–155, 2008. DOI: 10.1590/S0100-83582008000100015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/W8TpHNGhgFrFg3NnwSGkgMH/> Acesso em: 08 jun. 2025.