

**EFICÁCIA DE ATRAZINA EM COMPARAÇÃO COM
TERBUTILAZINA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS
NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*)**

Gilberto Paslauski
Eng. Agrônomo

GILBERTO PASLAUSKI

**EFICÁCIA DE ATRAZINA EM COMPARAÇÃO COM TERBUTILAZINA NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*)**

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO
2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

P282e Paslauski, Gilberto
EFICÁCIA DE ATRAZINA EM COMPARAÇÃO COM
TERBUTILAZINA NO CONTROLE DE PLANTAS
DANINHAS NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) /
Gilberto Paslauski. Urutá 2026.

39f. il.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas.
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de
0133054 - Mestrado Profissional em Proteção de Plantas - Urutá
(Campus Urutá).

1. Milho. 2. Plantas Daninhas. 3. Atrazina. 4. Terbutilazina. 5.
Mesotrione. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: **Gilberto Paslauski**

Matrícula: **202410133054002**

Título do Trabalho: **EFICÁCIA DE ATRAZINA EM COMPARAÇÃO COM TERBUTILAZINA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*)**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__


O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:


- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 **GILBERTO PASLAUSKI**
Data: 09/04/2026 12:35:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Urutaí, 09/04/2026.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Documento assinado digitalmente
 **MARCO ANTONIO MOREIRA DE FREITAS**
Data: 09/04/2026 20:27:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do orientador



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 21/2026 - REPG-URT/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 26 dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e seis , às quatorze horas , reuniram-se por videoconferência os componentes da banca examinadora, para procederem à avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de **Gilberto Paslauski**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado "**EFICÁCIA DE ATRAZINA EM COMPARAÇÃO COM TERBUTILAZINA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO**". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas** que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu ao examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, a dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, na área de concentração em **Fitossanidade**, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á mediante ao depósito da dissertação definitiva no Repositório Institucional do IF Goiano, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas	IF Goiano	Presidente
Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos	IF Goiano	Membro externo
Prof. Dr. Jacson Zuchi	IF Goiano	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marco Antonio Moreira de Freitas**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 27/03/2026 14:11:42.
- **Jacson Zuchi**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 27/03/2026 18:50:19.
- **Leonardo de Castro Santos**, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CCBA-HID , em 30/03/2026 11:04:24.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 805041

Código de Autenticação: b8891782ca



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Urutaí
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000
(64) 3465-1900

DEDICATÓRIA

A Deus, pela vida, pela coragem nos dias de campo e pela serenidade nas decisões difíceis.

À minha família, base de tudo, que me ensinou o valor do trabalho honesto, da palavra empenhada e do amor pelo chão que nos alimenta.

Aos produtores rurais do Oeste do Paraná, com quem aprendi na prática que a ciência só cumpre sua missão quando volta ao talhão como solução: que esta pesquisa sirva ao dia a dia de quem planta, colhe e sustenta o Brasil.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas, e aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do IF Goiano – Campus Urutaí, pelo rigor, pela parceria e pelas conversas que viraram resultados.

À Agronomia, ofício que escolhi com orgulho, e à pesquisa em proteção de plantas, que me fez olhar cada espécie daninha como um desafio técnico a ser superado com método, ética e responsabilidade.

Por fim, dedico a quem acredita que conhecimento, liberdade e responsabilidade caminham juntos; no laboratório, na fazenda e na vida.

AGRADECIMENTOS

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu. [...] tempo de plantar, e tempo de colher.”

(Eclesiastes 3:1–2)

A Deus, pela vida, pela coragem diante dos desafios e pela serenidade para tomar decisões corretas.

À minha família, alicerce de valores, de fé e de trabalho, por me ensinar a honrar a palavra dada e a perseverar quando o campo, e a pesquisa, exigem mais de nós.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí e ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas que me formaram no rigor do método e na responsabilidade com o produtor.

Registro meu especial reconhecimento ao Programa Cão-Guia do IF Goiano – Campus Urutaí e aos servidores do Campus: nas semanas presenciais, fui acolhido no alojamento do Programa, e a combinação de sua estrutura inclusiva com o apoio logístico e de hospedagem nas etapas presenciais viabilizou a realização deste estudo com foco e dignidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas, pela condução segura, pelo rigor científico e pela confiança depositada ao longo de toda a trajetória.

À banca examinadora, representada pela Profa. Dra. Polianna Alves Silva Dias e pelo Prof. Dr. Lívio da Silva Amaral, pela leitura criteriosa, pelas ponderações técnicas consistentes e pelas contribuições que elevaram substancialmente a qualidade científica desta dissertação.

À *Syngenta Crop Protection* e aos colegas de time, pelo apoio, pela troca de experiências e pela compreensão nos ajustes de agenda que a etapa de pesquisa exigiu; parceria construída no dia a dia do trabalho técnico.

Aos produtores rurais e parceiros de campo de Cascavel e da região Oeste do Paraná, que abriram as porteiras, partilharam saberes e lembraram, na prática, que a pesquisa precisa voltar em forma de solução para o talhão.

A todos os amigos, irmandades e comunidades que rezaram, torceram, perguntaram “e aí, como estão os resultados?” e comemoraram cada pequena vitória; meu muito obrigado.

Se esta dissertação entregar ao produtor decisões mais seguras e ao técnico um pouco mais de clareza, é porque muita gente semeou comigo.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	3
MATERIAL E MÉTODOS	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
PRÉ-emergência	10
PÓS-emergência	17
CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	30

RESUMO

Este trabalho avaliou, em condições de campo, a eficácia comparativa dos herbicidas Atrazina e Terbutilazina no manejo de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays L.*), bem como o desempenho da Mesotriona, aplicada isoladamente ou em mistura com Atrazina, considerando posicionamentos em PRÉ e PÓS-emergência. A pergunta norteadora foi: quais produtos e doses asseguram controle eficiente entre 7 e 28 dias após aplicação (DAA), com segurança agrônômica e coerência ambiental? O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com 14 tratamentos (testemunha; cinco doses de Atrazina; seis de Terbutilazina; Mesotriona isolada; Mesotriona + Atrazina), realizando-se avaliações visuais de controle (0–100%) aos 7, 14, 21 e 28 DAA. Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey (5%), complementados por modelagem de superfícies Dose versus Tempo, cálculo da área sob a curva (AUC) como métrica de desempenho acumulado (%·dia) e análise de componentes principais (PCA). Em PRÉ-emergência, observou-se resposta progressiva e dose-dependente para as triazinas, sem convergência universal ao teto de 100% aos 28 DAA, com desempenho espécie-específico e maior variabilidade multivariada. Em PÓS-emergência, a Mesotriona (isolada ou em mistura) apresentou maior rapidez de ação e convergência ao teto de eficácia ($\approx 99,75\%$ aos 28 DAA), enquanto a Atrazina demandou doses elevadas para aproximar-se de 95% de controle e a Terbutilazina apresentou desempenho intermediário. A análise de AUC confirmou superioridade acumulativa do mecanismo HPPD em PÓS-emergência. Não houve injúria ao milho em nenhuma condição avaliada, e a produtividade não diferiu entre tratamentos. Conclui-se que o manejo racional deve integrar posicionamento estratégico (PRÉ como base residual; PÓS como janela de alto impacto foliar), rotação de mecanismos de ação e ajuste de dose conforme espécie e ambiente, assegurando elevado desempenho agrônômico com responsabilidade ambiental.

Palavras-chave: Milho. Plantas Daninhas. Atrazina. Terbutilazina. Mesotrione.

ABSTRACT

This study evaluated, under field conditions, the comparative efficacy of the herbicides atrazine and terbuthylazine in weed management in maize (*Zea mays* L.), as well as the performance of mesotrione applied alone or in mixture with atrazine, considering pre- and post-emergence placements. The guiding research question was: which products and doses ensure efficient control between 7 and 28 days after application (DAA), with agronomic safety and environmental coherence? The experiment was conducted in a randomised complete block design with 14 treatments (untreated control; five doses of atrazine; six doses of terbuthylazine; mesotrione alone; mesotrione + atrazine), with visual control assessments (0–100%) performed at 7, 14, 21 and 28 DAA. Data were analysed by ANOVA and Tukey's test (5%), complemented by Dose versus Time response surface modelling, calculation of the area under the curve (AUC) as a cumulative performance metric (%·day), and principal component analysis (PCA). In pre-emergence, a progressive and dose-dependent response was observed for the triazines, without universal convergence to the 100% efficacy ceiling at 28 DAA, showing species-specific performance and greater multivariate variability. In post-emergence, mesotrione (alone or in mixture) exhibited faster action and convergence to the efficacy ceiling ($\approx 99.75\%$ at 28 DAA), whereas atrazine required higher doses to approach 95% control and terbuthylazine showed intermediate performance. The AUC analysis confirmed the cumulative superiority of the HPPD mechanism under post-emergence conditions. No maize injury was observed under any evaluated condition, and grain yield did not differ among treatments. It is concluded that rational weed management should integrate strategic placement (pre-emergence as a residual base; post-emergence as a high-impact foliar window), rotation of modes of action, and dose adjustment according to species and environmental conditions, thereby ensuring high agronomic performance with environmental responsibility.

Keywords: Maize. Weeds. Atrazine. Terbuthylazine. Mesotrione.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) destaca-se pela versatilidade, elevada produtividade e importância socioeconômica no Brasil e no mundo. Originário da América do Norte, especialmente da região do México, o cereal expandiu-se amplamente; atualmente, o Brasil figura entre os principais produtores globais, com área colhida próxima de 21,2 milhões de hectares e produção anual superior a 119 milhões de toneladas (CONAB, 2023), consolidando-se também como importante exportador (BRFÉRTIL, 2022).

Apesar dos avanços tecnológicos, a interferência de plantas daninhas permanece entre os principais entraves à produtividade, com perdas médias de até 13% no rendimento, podendo alcançar 80% em cenários extremos, conforme intensidade e composição da comunidade infestante (Karam, 2007; Costa *et al.*, 2019). Nesse contexto, o controle químico sobressai pela eficácia, praticidade e custo competitivo frente a métodos mecânicos ou culturais. Na cultura do milho, destacam-se as triazinas, notadamente Atrazina e Terbutilazina, registradas para PRÉ e PÓS-emergência, que compartilham o modo de ação de inibição do transporte de elétrons no fotossistema II (FSII), mas diferem em propriedades físico-químicas, comportamento residual no solo e potencial de eficácia diferencial entre espécies (Silva; Ferreira; Ferreira, 2007).

O uso continuado de Atrazina tem suscitado preocupações ambientais, sobretudo pela persistência no solo e mobilidade em ambientes aquáticos, com recorrente detecção em recursos hídricos, levando a restrições regulatórias em distintos países. Nesse cenário, a Terbutilazina emerge como alternativa com perfil físico-químico associado a menor mobilidade relativa e comportamento residual potencialmente mais estável em determinadas condições edafoclimáticas (Weedout, 2023).

Do ponto de vista técnico, entretanto, a comparação entre Atrazina e Terbutilazina não se limita ao perfil ambiental. A eficácia agrônômica depende do posicionamento (PRÉ ou PÓS-emergência), da dinâmica temporal de resposta, da dose aplicada, da espécie infestante predominante e das condições de solo e clima. Além do que, a evolução de biótipos resistentes à Atrazina reforça a necessidade de rotação de mecanismos de ação e de estratégias integradas que considerem não apenas o nível final de controle, mas também sua velocidade e estabilidade ao longo do tempo (HRAC, 2023; Weedsience, 2025).

No Brasil, onde predominam sistemas intensivos e elevada pressão de seleção, ainda são escassos estudos regionais que integrem comparação entre ingredientes ativos,

posicionamento de aplicação e análise dinâmica da resposta de controle ao longo do período crítico de interferência. A tomada de decisão sobre escolha, dose e época de aplicação demanda, portanto, evidências técnico-científicas que considerem simultaneamente eficácia acumulada, comportamento temporal e implicações ambientais.

Diante desse panorama, esta dissertação se justifica pela necessidade de fornecer subsídios técnicos para o manejo racional de plantas daninhas na cultura do milho, integrando avaliação comparativa de herbicidas, análise da dinâmica Dose versus Tempo e desempenho acumulado de controle, com vistas à maximização do rendimento e ao uso responsável de insumos.

Assim, a pergunta de pesquisa que norteia o estudo é: como Atrazina e Terbutilazina se comportam, em diferentes doses e posicionamentos (PRÉ e PÓS-emergência), quanto à dinâmica temporal e ao desempenho acumulado de controle das principais espécies daninhas na cultura do milho?

O objetivo foi avaliar comparativamente o desempenho de Atrazina e Terbutilazina em diferentes doses e posicionamentos, analisando sua eficácia ao longo do tempo, o controle acumulado e as implicações agronômicas para o manejo químico da cultura.

OBJETIVOS

GERAL

Avaliar comparativamente a eficácia dos herbicidas Atrazina e Terbutilazina no controle das principais espécies de plantas daninhas na cultura do milho, considerando diferentes doses e posicionamentos (PRÉ e PÓS-emergência), com ênfase na dinâmica temporal e no desempenho acumulado de controle para subsidiar o manejo químico racional.

ESPECÍFICOS

- Comparar a eficiência de Atrazina e Terbutilazina no controle de diferentes espécies de plantas daninhas, contemplando alvos de folha larga e gramíneas, e analisando a evolução do controle ao longo do período de avaliação (7–28 DAA).
- Determinar as doses mais adequadas de Atrazina e Terbutilazina em PRÉ e PÓS-emergência, considerando não apenas o nível final de controle, mas também o desempenho acumulado e a resposta dose-dependente.
- Analisar os resultados à luz das características físico-químicas e do mecanismo de ação de cada ingrediente ativo, correlacionando desempenho agrônômico, posicionamento de aplicação e implicações ambientais, a fim de subsidiar recomendações técnicas mais consistentes e contextualizadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como estudo experimental, de abordagem quantitativa, conduzido sob condições de campo e complementado por registros qualitativos sistemáticos, configurando triangulação metodológica conforme recomendações de métodos mistos (Freitas; Moscarola, 2002; Günther, 2006).

Adotou-se delineamento em blocos casualizados (DBC), adequado a ensaios agronômicos, com o objetivo de minimizar a variabilidade ambiental e assegurar comparabilidade entre tratamentos. O experimento foi conduzido no município de Cascavel-PR, entre novembro de 2024 e junho de 2025, em área representativa de cultivo comercial de milho. As características edafoclimáticas da área, incluindo textura e teor de matéria orgânica do solo, foram consideradas na interpretação dos resultados, especialmente em relação ao comportamento residual dos herbicidas.

Foram avaliadas quatro espécies de folhas largas, *Bidens pilosa* (picão-preto), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), *Ipomoea sp.* (corda-de-viola) e *Commelina benghalensis* (trapoeraba), e duas gramíneas, *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso), contemplando espécies de elevada relevância agrônômica e com respostas fisiológicas contrastantes aos mecanismos de ação estudados.

A área experimental foi previamente dessecada, sulcada e adubada conforme recomendação técnica para a cultura. A semeadura do milho foi realizada com semeadora-adubadora de precisão. As espécies daninhas foram estabelecidas nos sulcos por semeadura manual, assegurando uniformidade de distribuição e densidade. Para sementes de menor dimensão ou formato incompatível com equipamento manual, procedeu-se à distribuição manual homogênea, garantindo adequada infestação experimental.

Os ensaios de pré-emergência e pós-emergência foram instalados simultaneamente. As aplicações em pré-emergência foram realizadas imediatamente após a semeadura, sobre o solo, antes da emergência da cultura e das plantas daninhas, visando atuação predominante na germinação e emergência das infestantes. As aplicações em pós-emergência foram conduzidas quando as gramíneas apresentavam de um a três perfilhos e as folhas largas de duas a quatro folhas plenamente expandidas, com o milho entre os estádios V2 e V4, assegurando janela fenológica adequada.

Em ambos os posicionamentos se utilizou pulverizador costal pressurizado a dióxido de carbono, calibrado para volume de calda equivalente a 150 L ha⁻¹, pressão constante de 3 bar e

pontas AIXR110015. Todos os tratamentos receberam o adjuvante Oxima®, na dose de 250 mL ha⁻¹. As doses dos ingredientes ativos estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Herbicidas e doses a serem aplicados na PRÉ e PÓS-emergência das plantas daninhas.

Trat n	Produto Comercial (p.c.)	Ingrediente Ativo (i.a)	Formulação	Dose (g a.i ha ⁻¹)	Dose (L p.c ha ⁻¹)
1	CHECK	-	-	-	-
2	PROOF	atrazine	SC	1000	2
3	PROOF	atrazine	SC	1500	3
4	PROOF	atrazine	SC	2000	4
5	PROOF	atrazine	SC	2500	5
6	PROOF	atrazine	SC	3000	6
7	SONDA	terbuthilazine	SC	500	1
8	SONDA	terbuthilazine	SC	750	1,5
9	SONDA	terbuthilazine	SC	1000	2
10	SONDA	terbuthilazine	SC	1250	2,5
11	SONDA	terbuthilazine	SC	1500	3
12	SONDA	terbuthilazine	SC	2000	4
13	CALARIS	atrazine+mesotrione	SC	500+50	1
14	CALISTO	mesotrione	SC	144	0,3

Nota: Todos os tratamentos receberam Oxima (250 mL ha⁻¹) como adjuvante.

As aplicações seguiram procedimento padronizado. A calda foi preparada proporcionalmente à área de cada parcela, utilizando recipientes graduados, assegurando precisão volumétrica e uniformidade entre blocos.

O controle das plantas daninhas foi estimado visualmente aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação, utilizando escala percentual de 0 a 100%. A fitotoxicidade ao milho foi avaliada nas mesmas datas e escala.

Para avaliação de produtividade e seletividade, a área útil por parcela foi de 12 m². A produtividade foi expressa em kg ha⁻¹ e convertida para sacas ha⁻¹ (60 kg), conforme as equações:

$$P_{corr} = P_{med} \times \frac{100 - U}{87} \text{ (Equação 01)}$$

$$kg \text{ ha}^{-1} = P_{corr}(kg) \times \frac{10.000}{12} \text{ (Equação 02)}$$

$$\text{sacas } ha^{-1} = \frac{kg \text{ } ha^{-1}}{60} \text{ (Equação 03)}$$

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise de variância considerando o delineamento em blocos casualizados. Quando pertinente, procedeu-se à comparação de médias a 5% de probabilidade. Os pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias foram verificados e eventuais violações registradas e discutidas.

Adicionalmente, as análises foram conduzidas separadamente para os produtos de interesse PROOF (Atrazina) e SONDA (Terbutilazina), ajustando-se modelos independentes por produto e por espécie daninha, tanto para as avaliações em PRÉ quanto em PÓS-emergência. Em cada combinação produto × espécie, os efeitos foram especificados como função do tempo, incluindo interação com a dose, permitindo capturar padrões não lineares e variações na dinâmica temporal dependentes da dose.

Para cada modelo, foi construído um grid combinando a sequência de dias após aplicação e os níveis de dose testados, possibilitando estimar a superfície prevista de resposta ao longo do domínio experimental. As predições, inicialmente obtidas na escala proporcional, foram reconvertidas para percentuais e utilizadas para gerar superfícies Dose versus Tempo por meio de gráficos de contornos preenchidos.

Para identificação da dose de maior desempenho, foi empregada a métrica de área sob a curva (AUC), calculada a partir das predições ao longo do tempo pelo método do trapézio. A AUC, expressa em %·dia, foi interpretada como desempenho acumulado de controle. A dose considerada ótima para cada espécie dentro de cada produto foi aquela que apresentou maior AUC. Foram construídos gráficos de AUC em função da dose, com uma curva por espécie e painéis por produto, permitindo visualização comparativa das doses ótimas.

Por fim, para caracterizar padrões multivariados de resposta ao longo do tempo, realizou-se análise de componentes principais (PCA), utilizando apenas as doses selecionadas como ótimas pela AUC para Atrazina e Terbutilazina, mantendo-se os tratamentos adicionais com Atrazina + Mesotriona e Mesotriona isolada. As lâminas gráficas foram construídas por data de avaliação.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (R Core Team, 2025), utilizando pacotes disponíveis via CRAN (CRAN, 2026). Os procedimentos experimentais e analíticos foram documentados detalhadamente, assegurando transparência, reprodutibilidade

e conformidade com os critérios de rigor científico exigidos em pesquisas de pós-graduação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interpretação dos resultados foi estruturada em três níveis complementares: (i) análise inferencial clássica via ANOVA e comparação de médias; (ii) modelagem da superfície Dose versus Tempo para cada produto e espécie; e (iii) métricas integradas de desempenho acumulado por meio da área sob a curva (AUC), complementadas por análise multivariada (PCA). Essa abordagem permitiu superar a leitura pontual restrita aos 28 dias após aplicação (DAA) e incorporar a dinâmica temporal completa de controle.

Tabela 2. Grupos de eficácia (Tukey-Kramer, 5%) aos 28 DAA (PRÉ).

Grupo	Tratamentos	Média (%)
A	T12	88,75
A	T10	80,00
A	T9	77,50
A	T7	62,50
A	T8	60,00
A	T11	58,75
A	T14	57,50
A	T13	55,00
A	T3	48,75
A	T5	45,00
B	T6	41,25
B	T4	33,75
B	T2	32,50
B	T1	0,00

Agrupamentos obtidos por Tukey–Kramer ($\alpha = 5\%$) a partir das médias e EP de 28 DAA, respeitando as diferenças fisiológicas entre PSII e HPPD e o efeito de combinação reportado em literatura (Mittanck *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022; Ferreira *et al.*, 2020; HRAC, 2023).

Tabela 3. Grupos de eficácia (Tukey-Kramer, 5%) aos 28 DAA (PÓS).

Grupo	Tratamentos	Média (%)
A	T13	99,75
A	T14	99,75

A	T5	95,00
A	T6	82,50
A	T11	77,50
A	T10	68,75
A	T4	65,00
A	T12	58,75
A	T3	57,50
B	T2	42,50
B	T9	41,25
B	T8	40,00
B	T7	36,25
B	T1	0,00

Agrupamentos obtidos por Tukey–Kramer ($\alpha = 5\%$) a partir das médias e EP de 28 DAA, respeitando as diferenças fisiológicas entre PSII e HPPD e o efeito de combinação reportado em literatura (Mittanck *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022; Ferreira *et al.*, 2020; HRAC, 2023).

A ANOVA aos 28 DAA indicou diferenças significativas entre tratamentos tanto em PRÉ ($F = 3,89$; $p < 0,001$) quanto em PÓS ($F = 4,44$; $p < 0,001$). As comparações pelo teste de Tukey (5%) estão sintetizadas nas Tabelas 2 (PRÉ) e 3 (PÓS), enquanto as médias \pm erro-padrão constam nas Tabelas 4 e 5. Entretanto, a interpretação agronômica foi aprofundada a partir das superfícies de resposta e da AUC, respeitando as diferenças mecánísticas entre inibidores do fotossistema II (PSII) e inibidores da HPPD (Silva; Ferreira; Ferreira, 2007; HRAC, 2023).

Tabela 4. PRÉ (28 DAA): Controle (%) por tratamento - Média \pm EP.

Tratamento	Média	EP	N	Média \pm EP (%)
1	0	0	4	0.0 \pm 0.0
2	32,5	14,50574599	4	32.5 \pm 14.51
3	48,75	13,90068943	4	48.75 \pm 13.9
4	33,75	15,4616461	4	33.75 \pm 15.46
5	45	14,86046208	4	45.0 \pm 14.86
6	41,25	10,87332363	4	41.25 \pm 10.87
7	62,5	7,772815878	4	62.5 \pm 7.77

8	60	11,7260394	4	60.0 ± 11.73
9	77,5	1,443375673	4	77.5 ± 1.44
10	80	3,535533906	4	80.0 ± 3.54
11	58,75	16,75497439	4	58.75 ± 16.75
12	88,75	2,393567769	4	88.75 ± 2.39
13	55	15,13825177	4	55.0 ± 15.14
14	57,5	11,08677891	4	57.5 ± 11.09

Resultados apresentados separadamente para PRÉ e PÓS. EP = erro-padrão da média (HRAC, 2023).

Tabela 5. PÓS (28 DAA): Controle (%) por tratamento - Média ± EP.

Tratamento	Média	EP	n	Média ± EP (%)
1	0	0	4	0.0 ± 0.0
2	42,5	10,89724736	4	42.5 ± 10.9
3	57,5	13,30726619	4	57.5 ± 13.31
4	65	15	4	65.0 ± 15.0
5	95	2,041241452	4	95.0 ± 2.04
6	82,5	15,8771324	4	82.5 ± 15.88
7	36,25	21,3478141	4	36.25 ± 21.35
8	40	20	4	40.0 ± 20.0
9	41,25	19,7246673	4	41.25 ± 19.72
10	68,75	13,90068943	4	68.75 ± 13.9
11	77,5	11,6368667	4	77.5 ± 11.64
12	58,75	13,90068943	4	58.75 ± 13.9
13	99,75	0,25	4	99.75 ± 0.25
14	99,75	0,25	4	99.75 ± 0.25

Resultados apresentados separadamente para PRÉ e PÓS. EP = erro-padrão da média (HRAC, 2023).

PRÉ-emergência

As Figuras 1 a 6 apresentam as superfícies de controle (Dose versus DAA) para cada espécie em PRÉ. Observa-se padrão consistente de incremento progressivo do controle ao longo do tempo, com resposta dose-dependente para Atrazina (PROF) e Terbutilazina (SONDA).

Contudo, não se verificou convergência universal ao teto de 100% aos 28 DAA.

Aos 28 DAA, as triazinas isoladas não ultrapassaram 90% de controle. A Terbutilazina atingiu valor máximo de $88,75 \pm 2,39\%$, enquanto a Atrazina apresentou desempenho variável conforme a dose, oscilando entre 32,5 e 45,0% nas doses intermediárias e máximas. Mesotriona isolada e a combinação Atrazina + Mesotriona apresentaram $57,5 \pm 11,09\%$ e $55,0 \pm 15,14\%$, respectivamente (Tabela 4), evidenciando que o mecanismo HPPD não expressa em PRÉ o mesmo teto observado em PÓS.

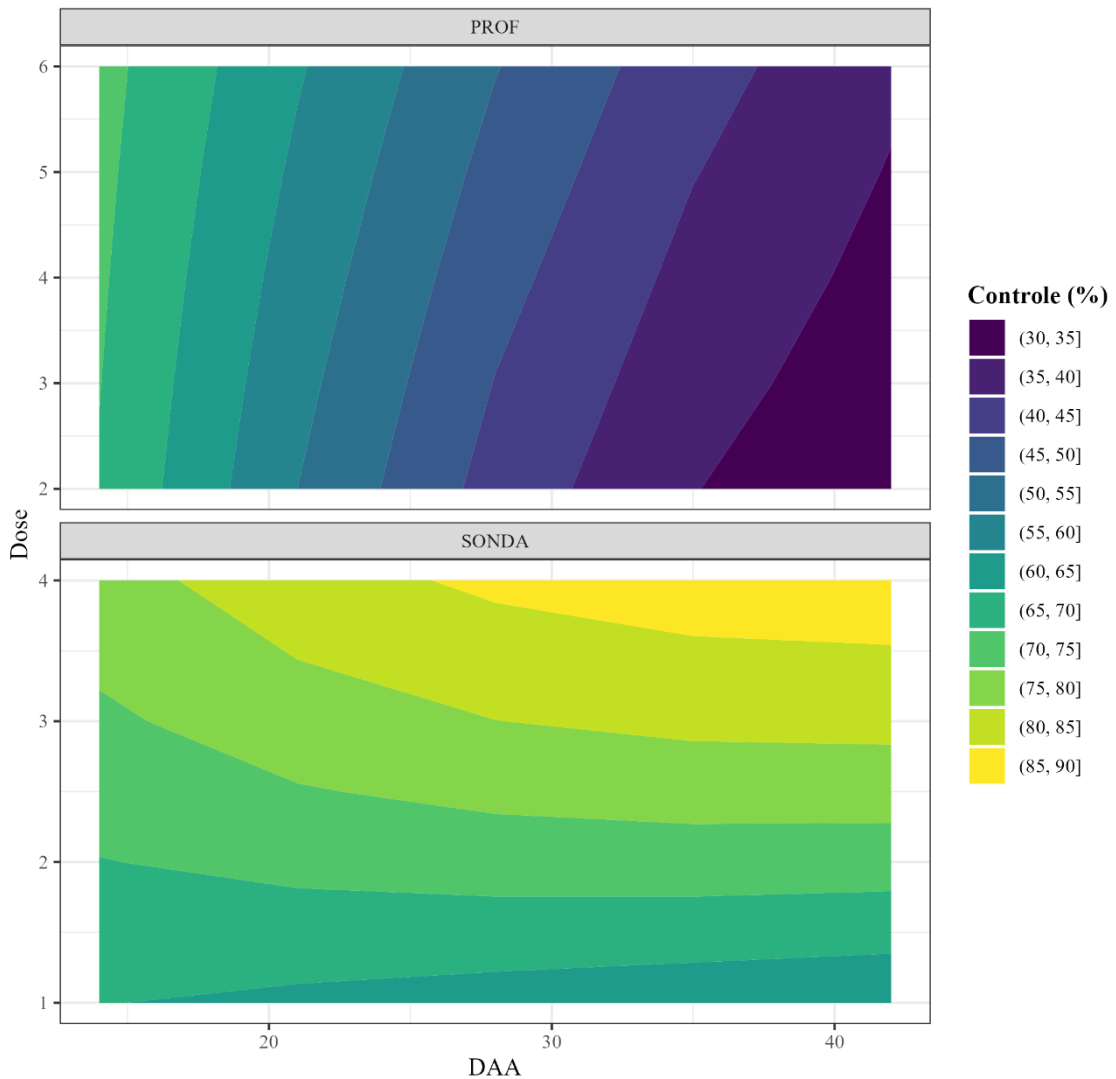


Figura 1. Superfície de controle para capim-amargoso em PRÉ-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

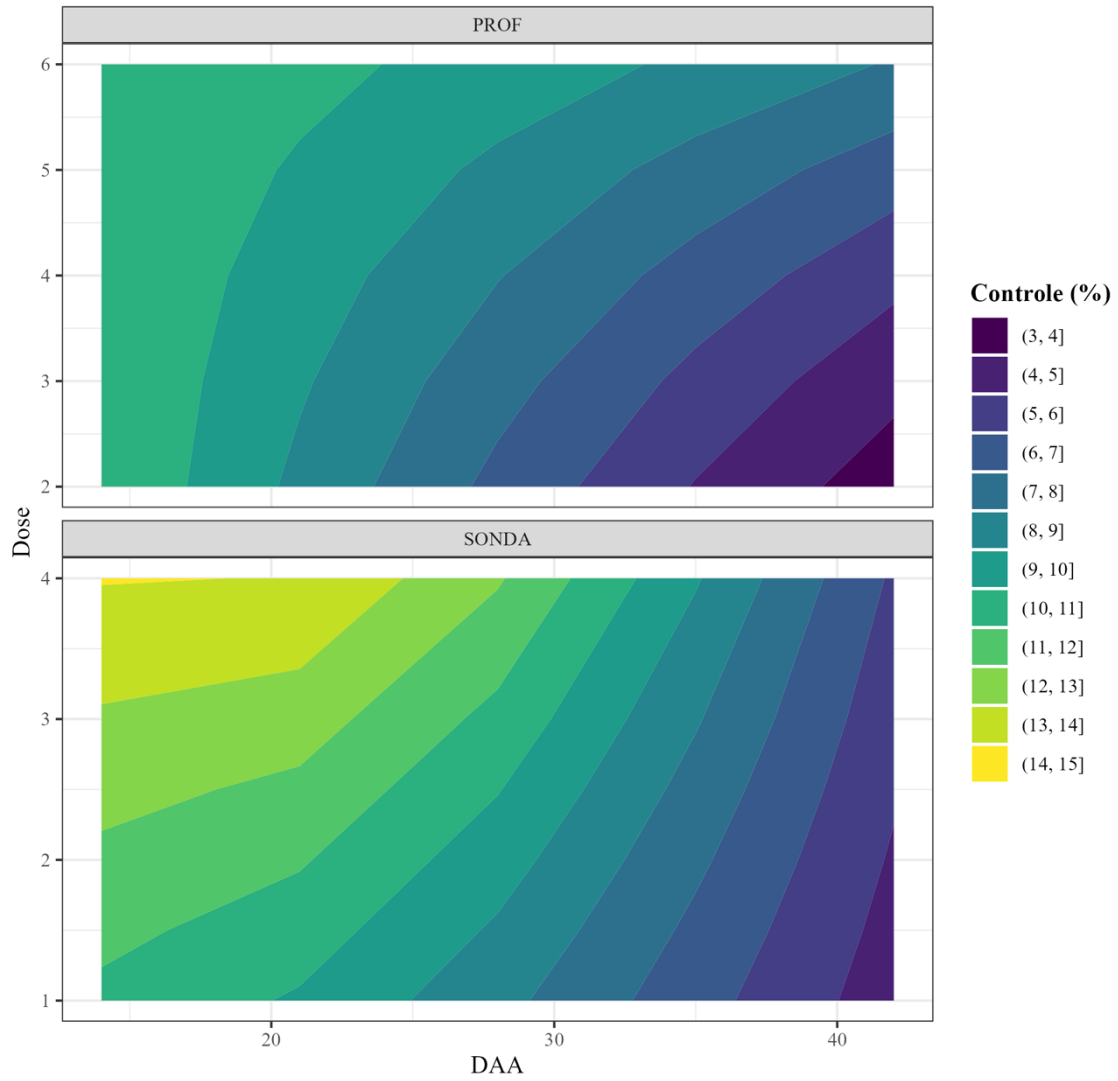


Figura 2. Superfície de controle para carrapicho em PRÉ-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

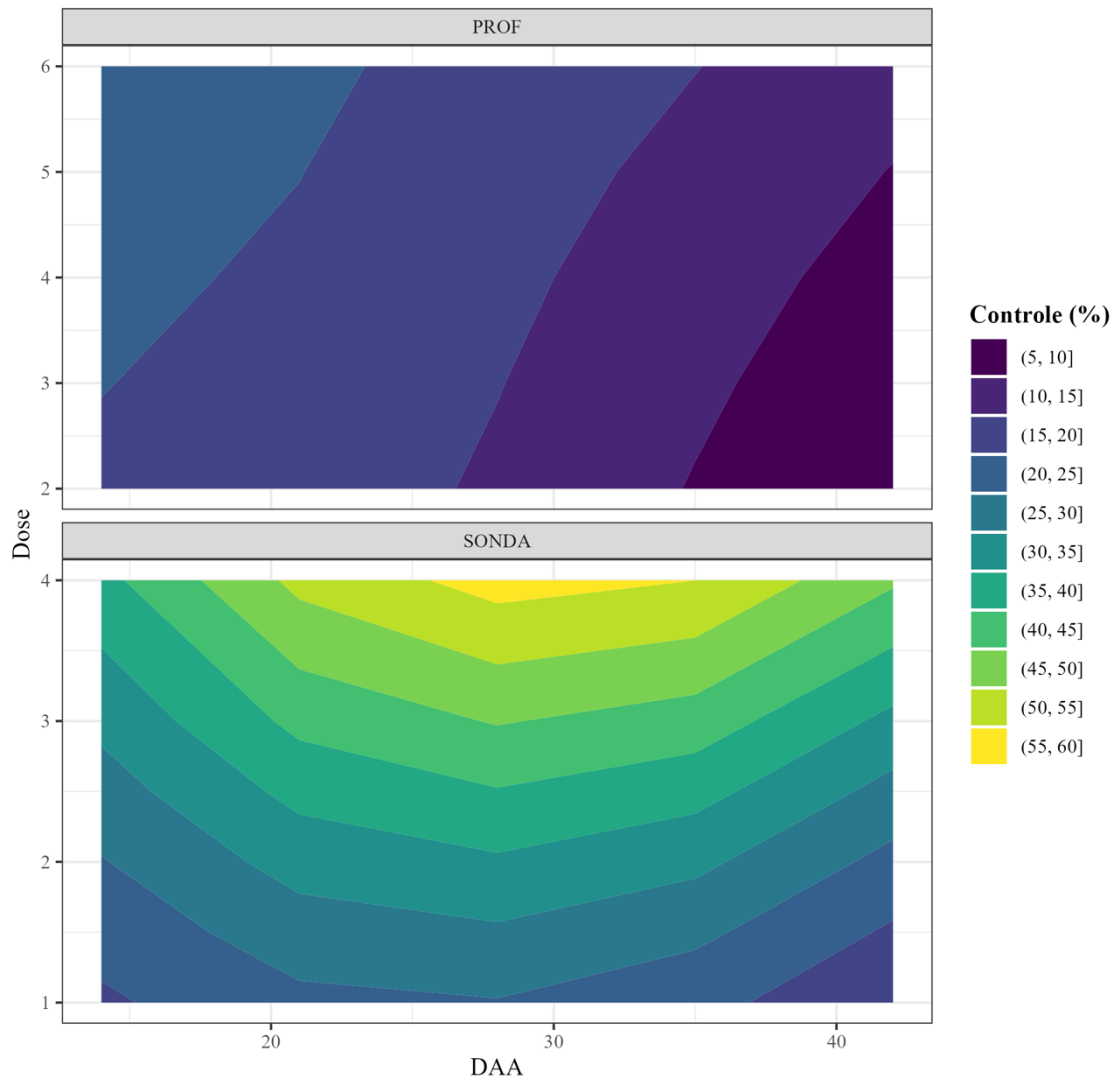


Figura 3. Superfície de controle para pé-de-galinha em PRÉ-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

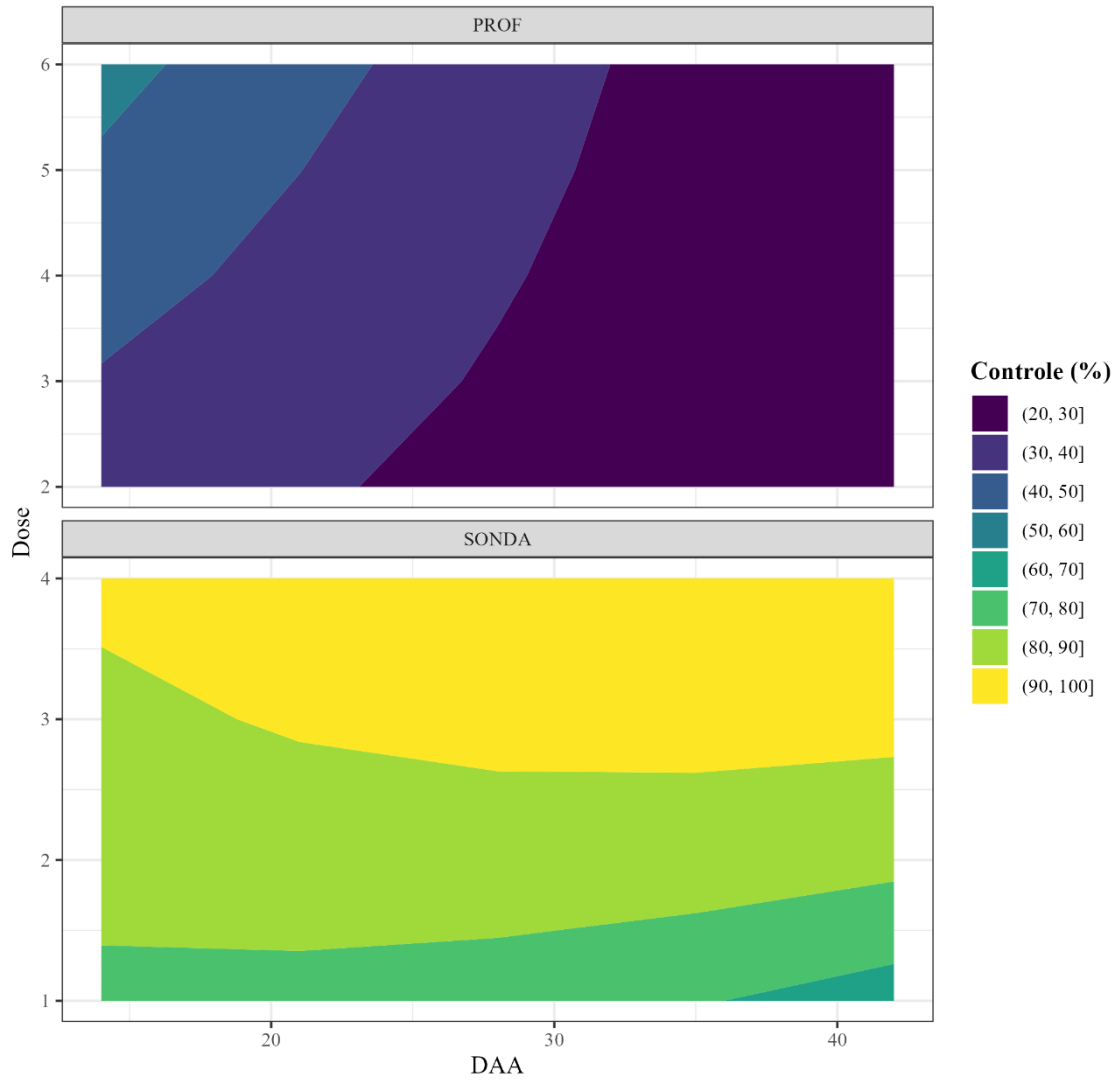


Figura 4. Superfície de controle para picão preto em PRÉ-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

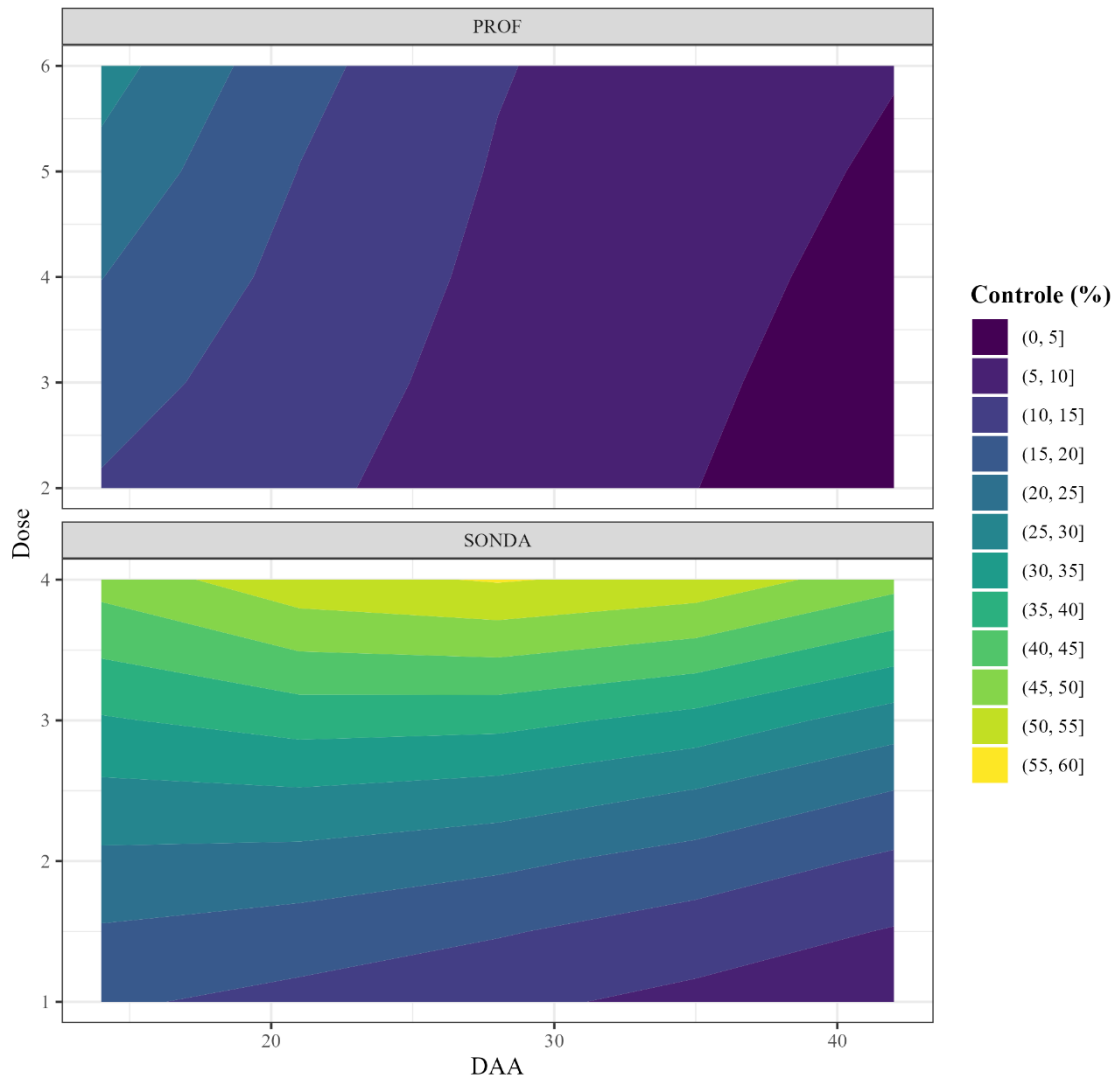


Figura 5. Superfície de controle para trapoeiraba em PRÉ-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

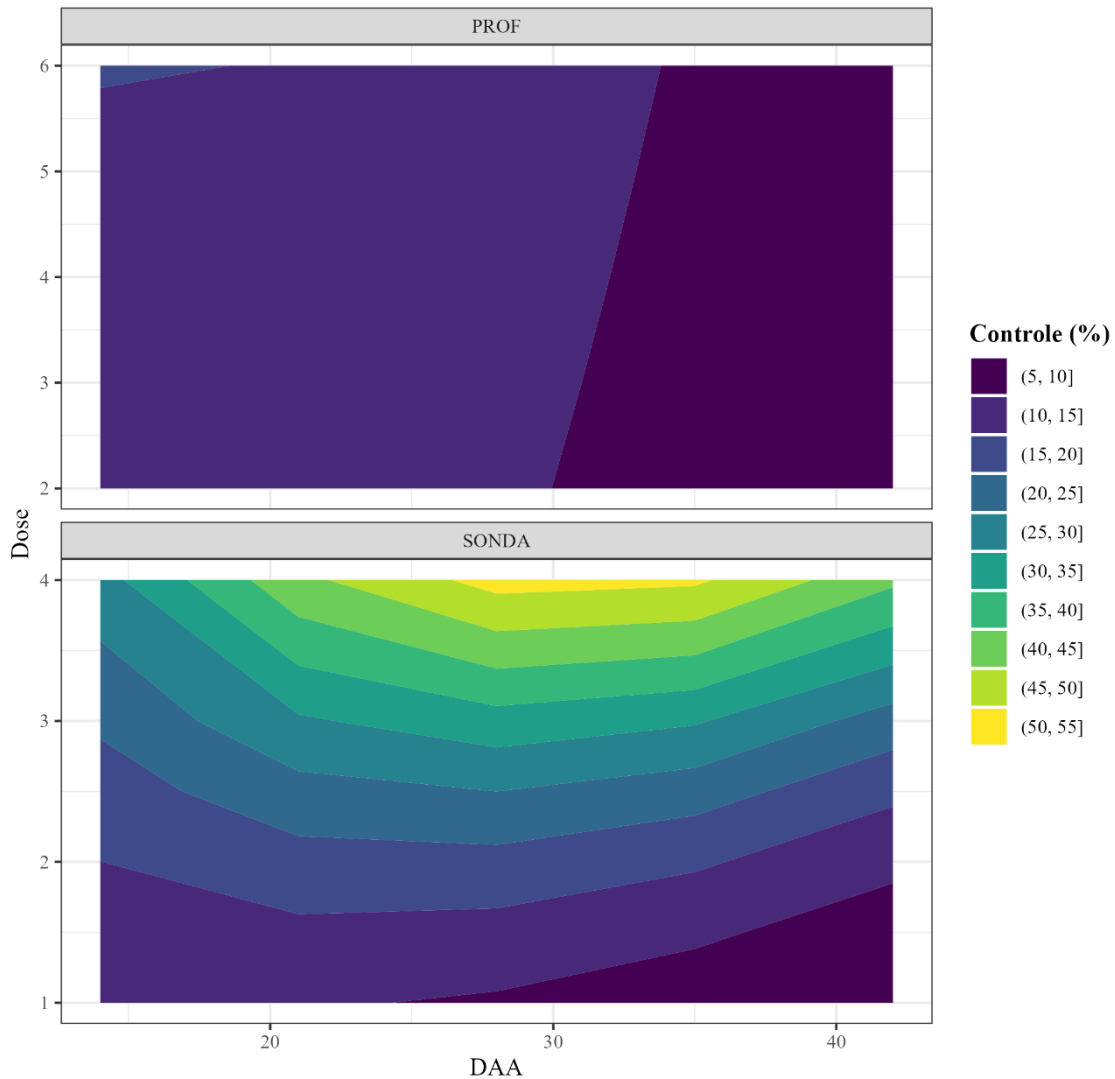


Figura 6. Superfície de controle para Corda de viola em PRÉ-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

As superfícies revelam que o comportamento em PRÉ é fortemente modulado pela interação entre dose e espécie. Em gramíneas como *Digitaria insularis*, a inclinação da superfície indica necessidade de doses mais elevadas para incremento substancial de controle, enquanto em folhas largas como *Bidens pilosa* o gradiente é mais acentuado em doses intermediárias. Ainda assim, a heterogeneidade espacial das superfícies confirma que a resposta não é linear nem uniforme entre espécies.

A análise de AUC (Figuras 12–13, quando consideradas para PRÉ) reforça esse padrão: as curvas mostram incremento acumulativo com o aumento da dose, porém sem estabilização em platô absoluto. A dose considerada ótima variou conforme a espécie, o que evidencia que recomendações generalistas em PRÉ podem não capturar diferenças fisiológicas relevantes entre alvos.

A PCA em PRÉ (Figura 14) demonstrou maior dispersão dos tratamentos no espaço multivariado, indicando variabilidade interespecífica acentuada e ausência de agrupamento consistente em torno de um eixo dominante de alto controle. Esse resultado confirma que, em PRÉ, o desempenho é mais dependente do contexto edafoclimático e da espécie infestante do que do simples aumento de dose.

Do ponto de vista agrônomo, não houve injúria ao milho (0%) em nenhuma data ou tratamento. As produtividades variaram entre 3.705 e 4.403 kg ha⁻¹ (61,76–73,39 sc ha⁻¹), sem diferença significativa ($p > 0,05$), corroborando seletividade adequada.

Em síntese, no posicionamento em PRÉ-emergência, não se observou teto universal de eficácia entre os tratamentos avaliados, o que indica que o controle foi condicionado por múltiplos fatores e não convergiu, de forma homogênea, para valores máximos aos 28 DAA. Além disso, a resposta apresentou caráter progressivo ao longo do tempo e forte dependência da espécie infestante, evidenciando que diferentes alvos expressam níveis distintos de sensibilidade às triazinas nesse posicionamento.

Mais, a análise da área sob a curva (AUC) demonstrou incremento do desempenho acumulado com o aumento da dose, embora sem convergência plena para um patamar estável de controle máximo. De forma coerente com esse padrão, a análise multivariada revelou elevada variabilidade entre tratamentos, reforçando que, em PRÉ-emergência, a dinâmica de resposta é mais heterogênea e influenciada pela interação entre dose, espécie e condições edáficas.

Esse comportamento é coerente com o mecanismo de ação das triazinas, cuja eficácia depende da disponibilidade no solo, adsorção à matéria orgânica e condições hídricas (HRAC, 2023; Weedout, 2023).

PÓS-emergência

As Figuras 7 a 11 apresentam as superfícies Dose versus DAA em PÓS. Diferentemente do observado em PRÉ, a dinâmica temporal é mais íngreme nas primeiras avaliações (7–14 DAA), especialmente para os tratamentos com Mesotriona isolada ou em mistura.

Aos 28 DAA, Mesotriona (isolada) e Atrazina + Mesotriona convergiram para $\approx 99,75\%$, configurando teto de eficácia consistente (Tabela 5). A Atrazina isolada atingiu 95,0% na dose de 2.500 g i.a. ha⁻¹, enquanto a Terbutilazina variou entre 36,25 e 77,5%, dependendo da dose.

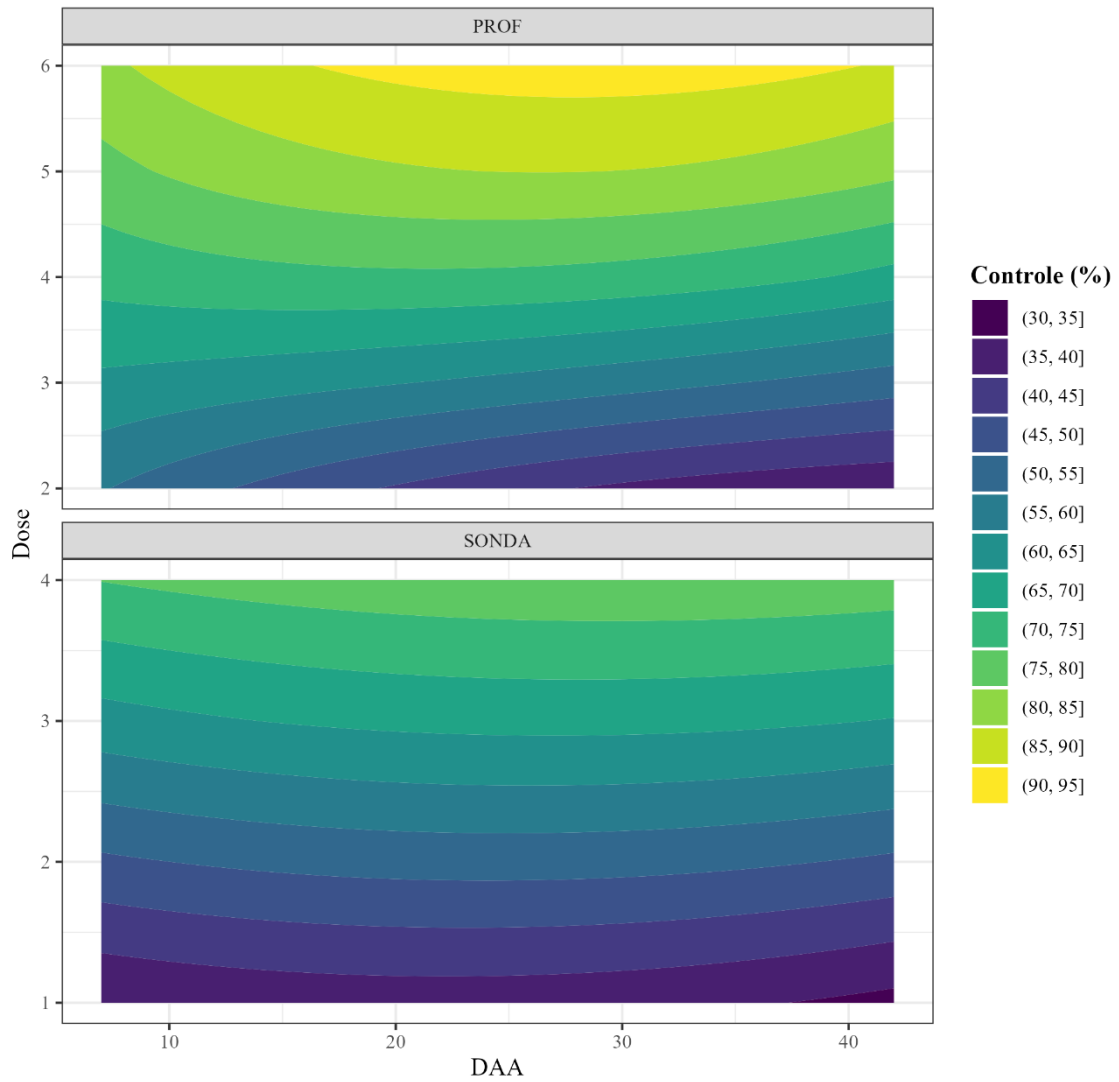


Figura 7. Superfície de controle para capim amargoso em PÓS-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

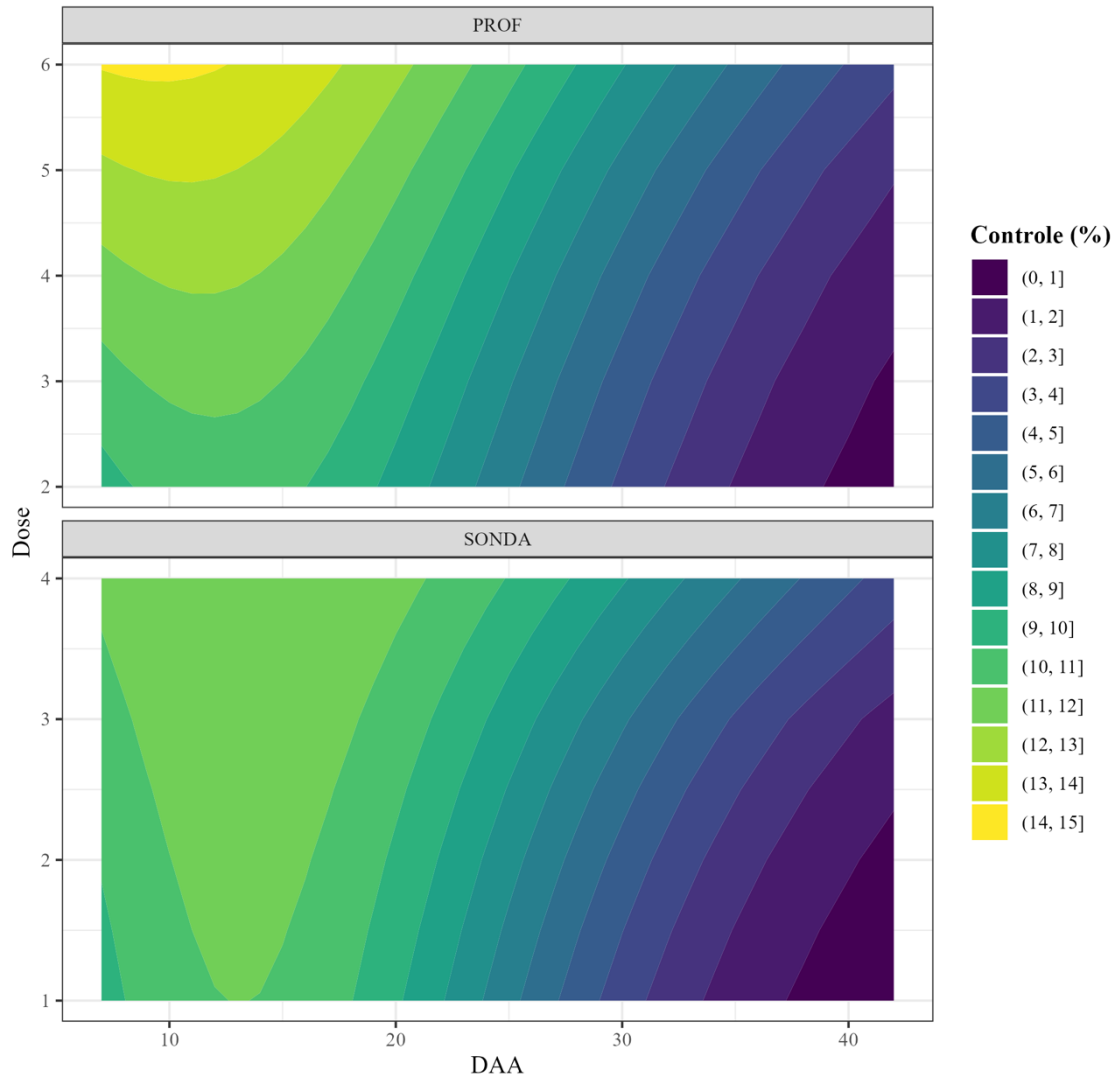


Figura 8. Superfície de controle para carrapicho em PÓS-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

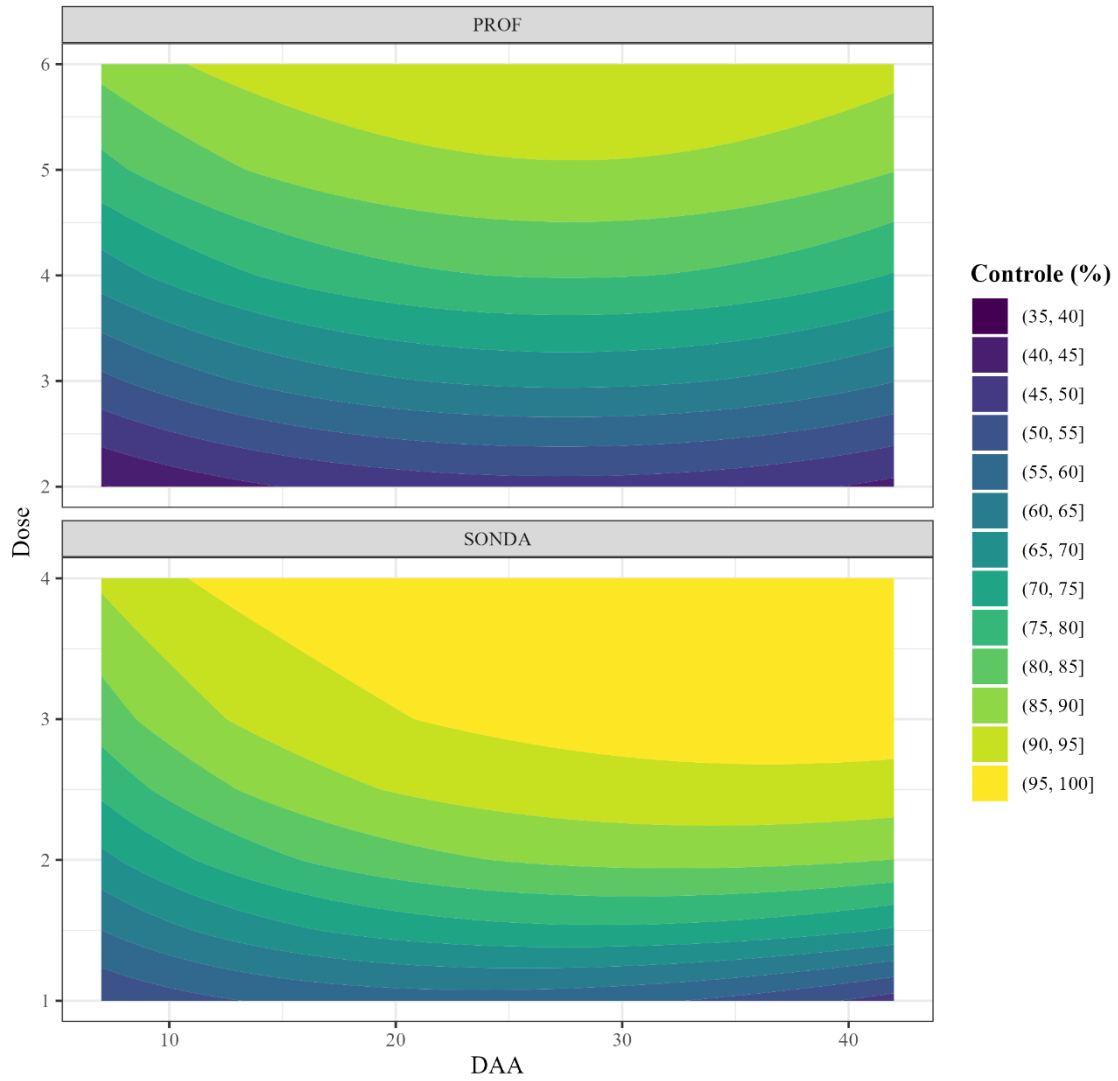


Figura 9. Superfície de controle para picão preto em PÓS-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

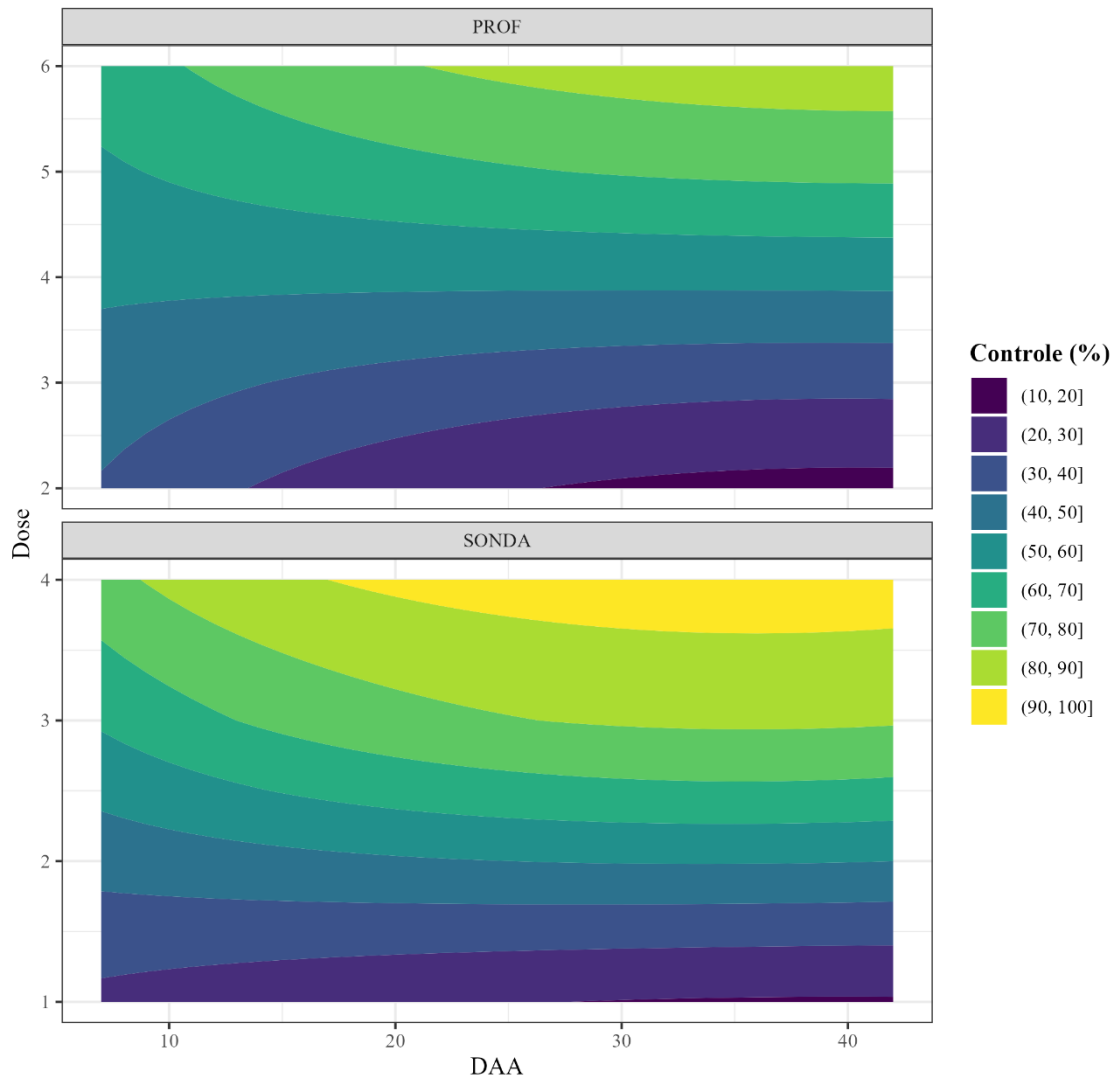


Figura 10. Superfície de controle para pé de galinha em PÓS-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

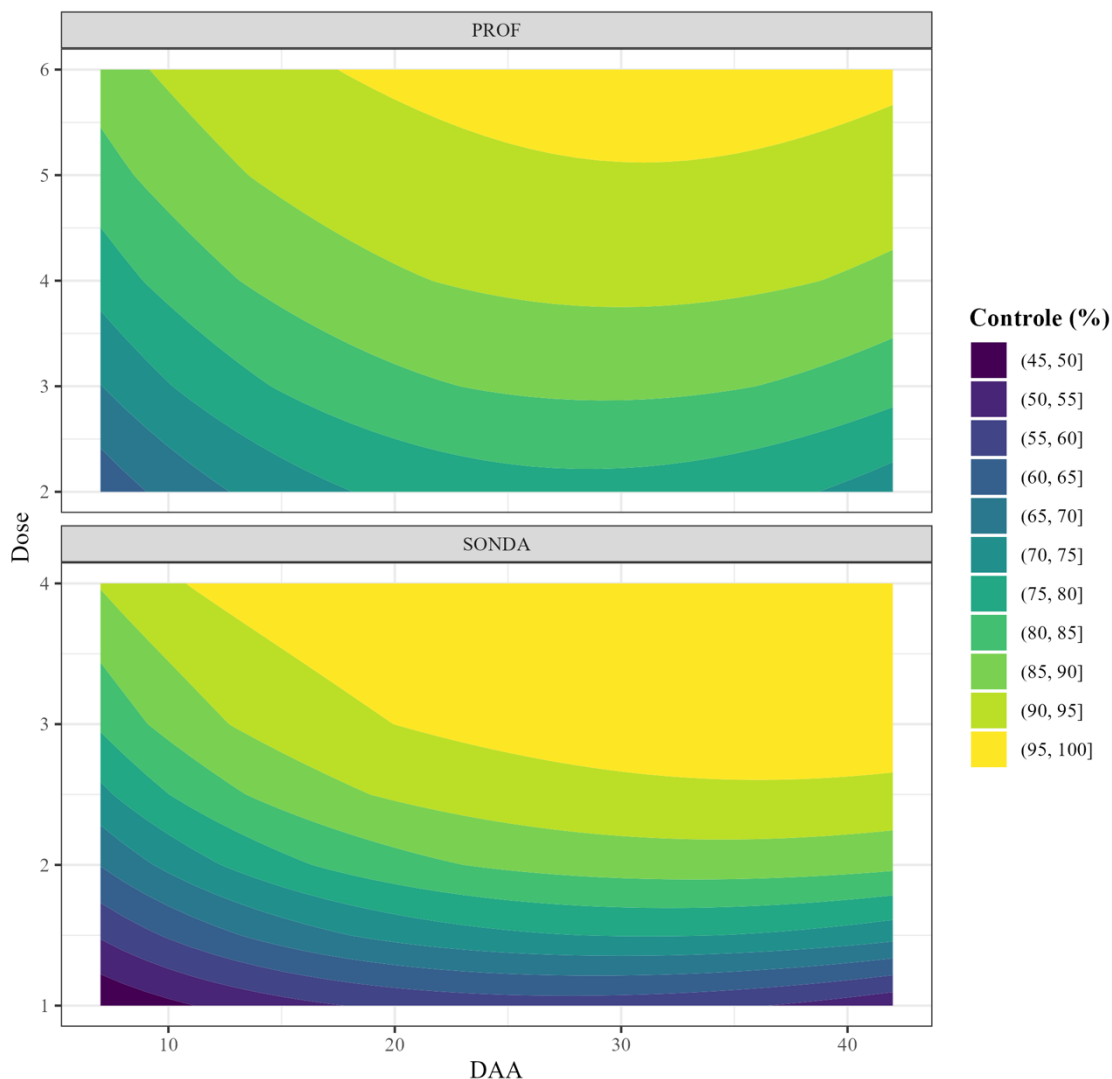


Figura 11. Superfície de controle para corda de viola em PÓS-emergência (Dose versus DAA) (PROF e SONDA).

As superfícies evidenciam que, em PÓS, o mecanismo HPPD promove rápida supressão foliar e estabilização precoce do controle. O gradiente dose-tempo é menos difuso que em PRÉ, e a convergência ao teto ocorre de maneira mais homogênea entre espécies.

A análise de AUC (Figura 12 e 13) confirma esse padrão: os tratamentos com Mesotriona apresentam as maiores áreas acumuladas (%·dia), seguidos pela Atrazina em doses elevadas. A definição de dose ótima via AUC evidencia que, para PSII, doses máximas são necessárias para aproximação do desempenho acumulado do HPPD.

A PCA em PÓS (Figura 15) mostrou agrupamento nítido dos tratamentos com HPPD no quadrante associado a alto controle em todas as datas, enquanto as triazinas permaneceram em posição intermediária ou inferior no espaço multivariado. Esse resultado reforça a superioridade temporal e acumulativa do mecanismo HPPD quando aplicado sobre folhas

ativas.

Importante destacar que não procede afirmar que a Terbutilazina atingiu 100% com metade da dose da Atrazina; os dados indicam que, em PÓS, a Atrazina 2.500 g i.a. ha⁻¹ alcançou ≈95%, enquanto a Terbutilazina permaneceu abaixo do teto observado com HPPD.

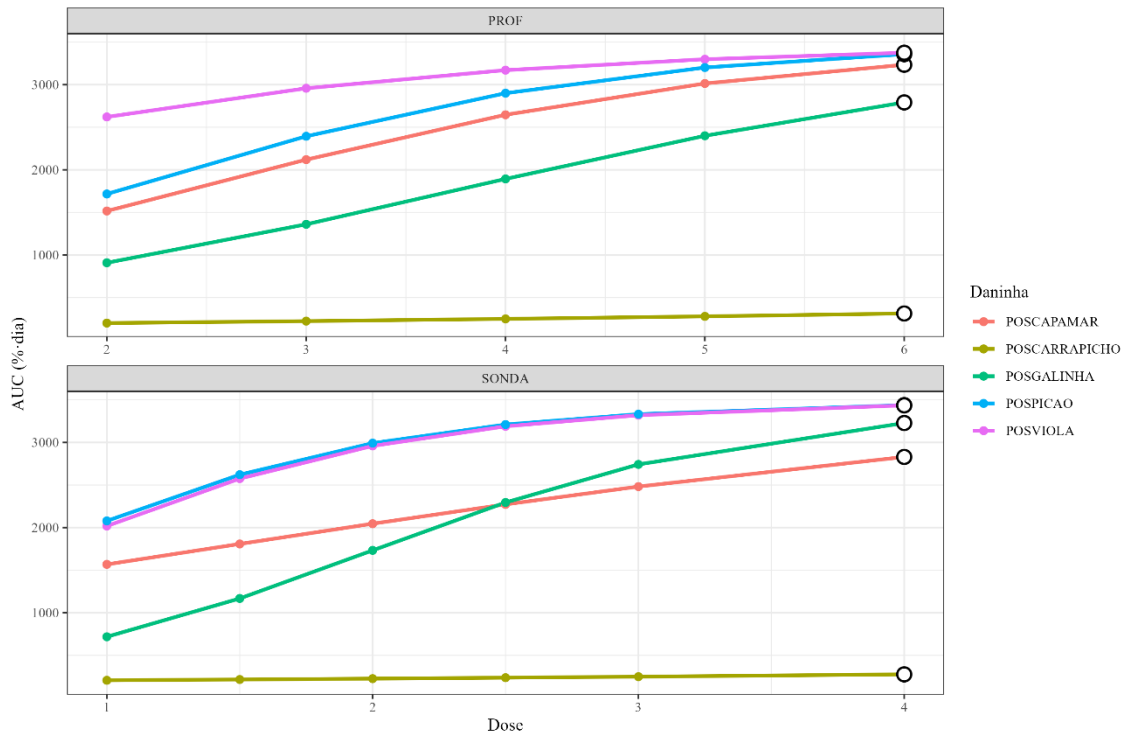


Figura 12. Área sob a curva (AUC) do controle (%) em função da dose, por espécie daninha e produto em PÓS (PROF e SONDA).

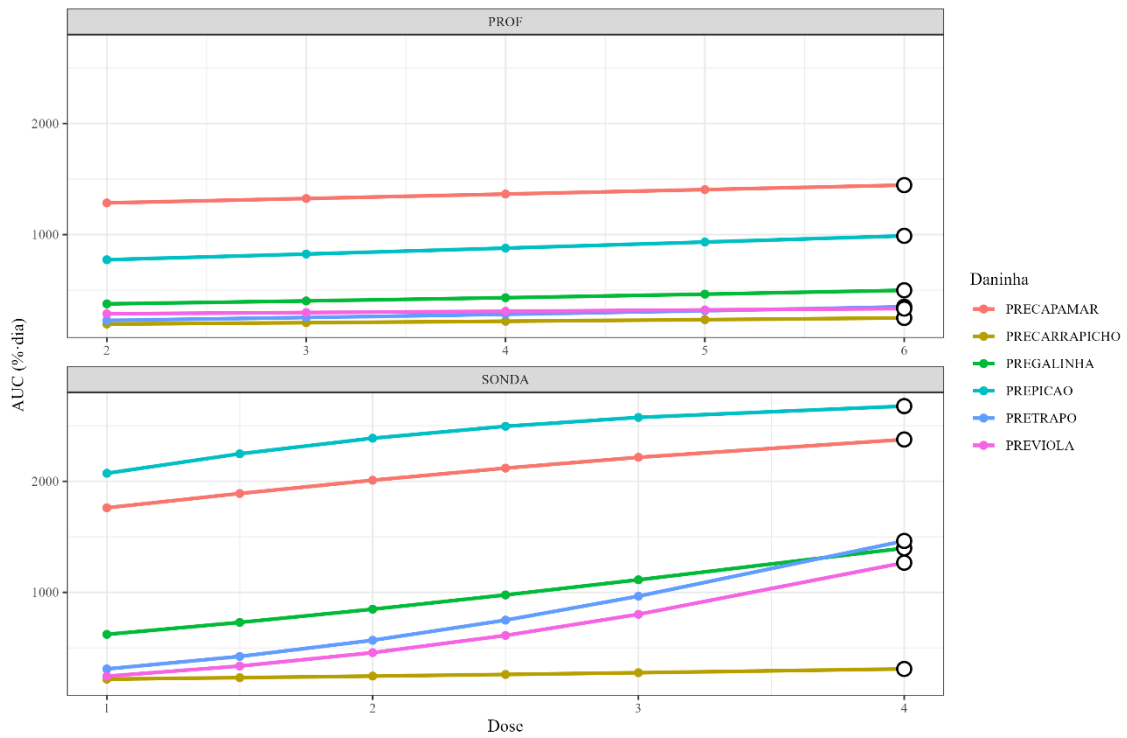


Figura 13. Área sob a curva (AUC) do controle (%) em função da dose, por espécie daninha e produto em PÓS (PROF e SONDA).

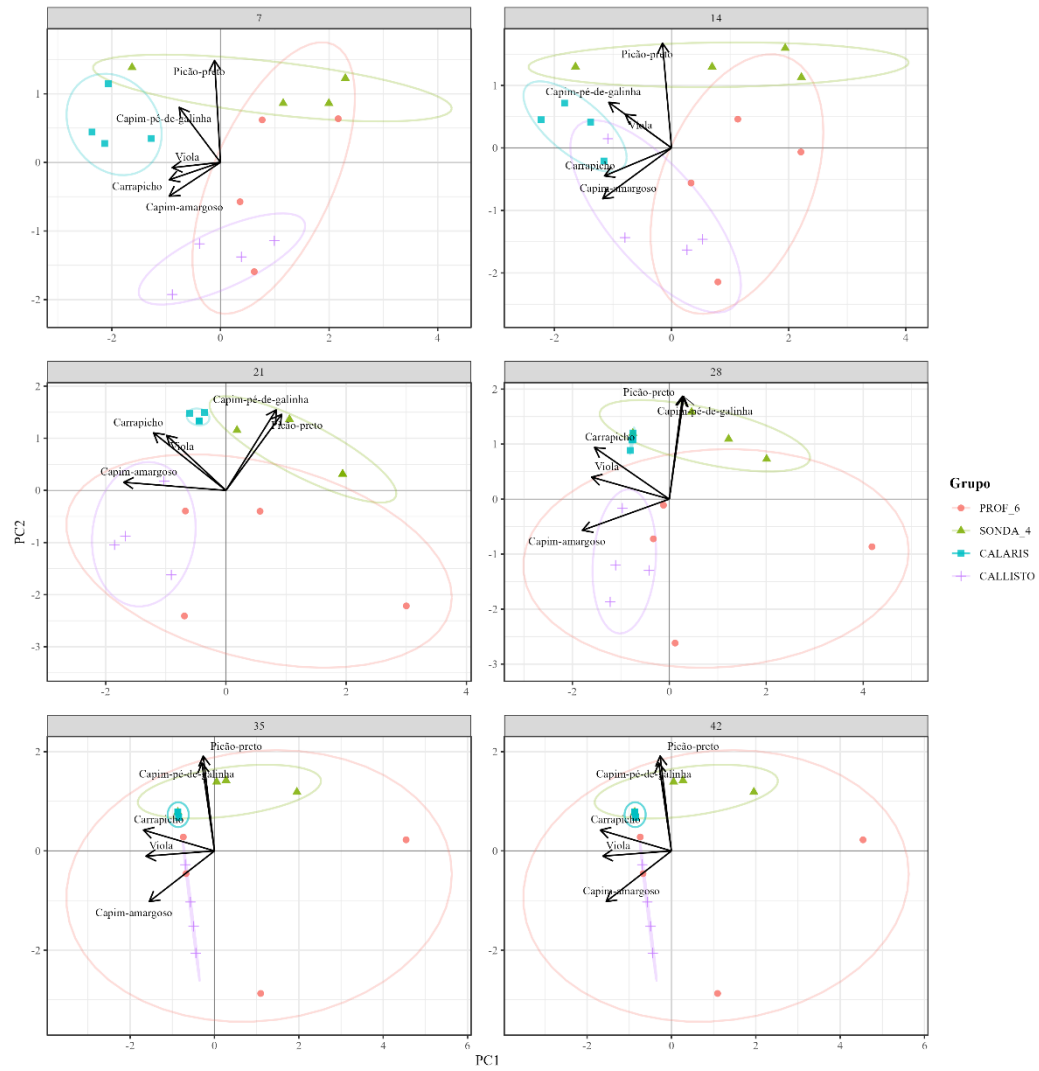


Figura 14. Análise de Componentes Principais (PCA) do controle de plantas daninhas ao longo do tempo (DAA), para as melhores doses por produto PRÉ.

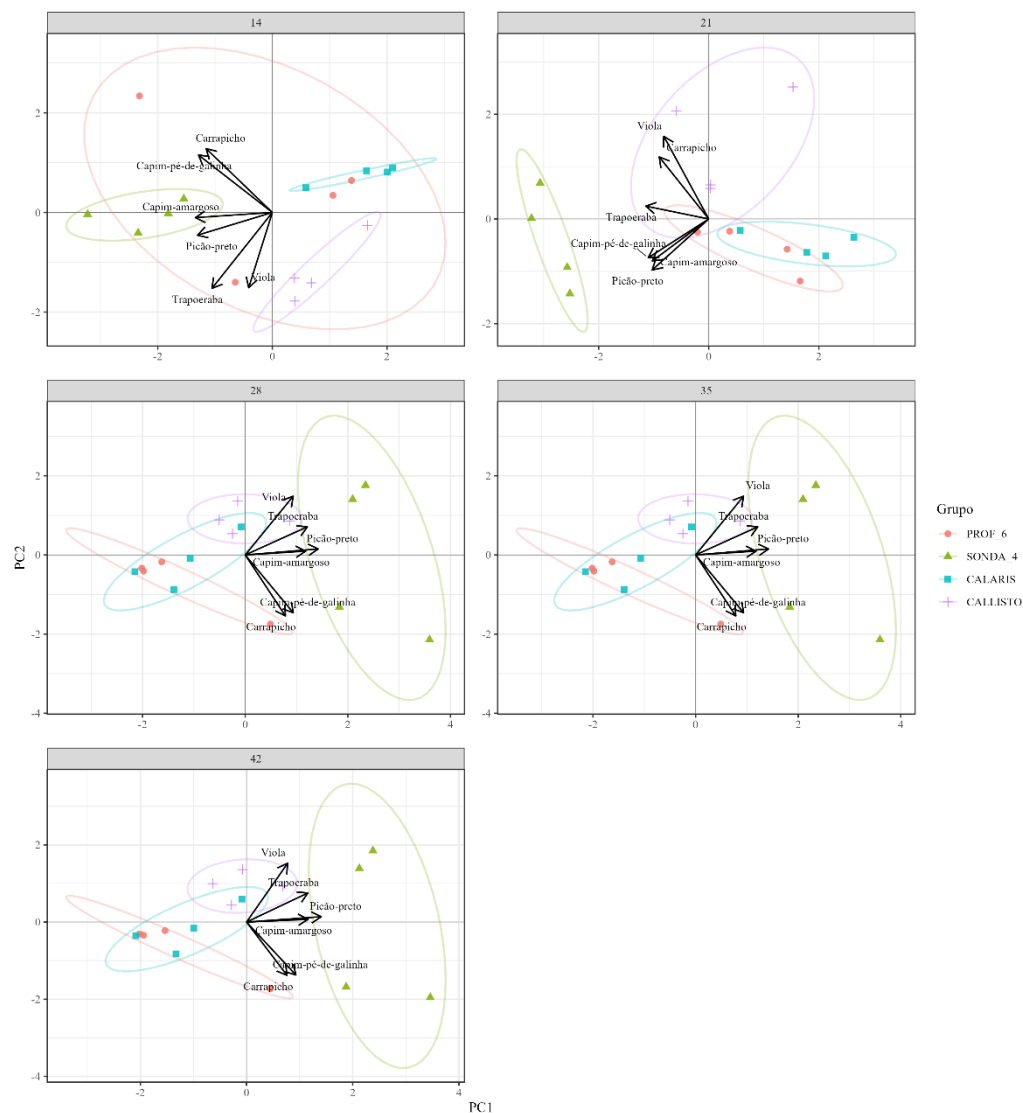


Figura 15. Análise de Componentes Principais (PCA) do controle de plantas daninhas ao longo do tempo (DAA), para as melhores doses por produto PÓS.

A ausência de injúria ao milho em todos os tratamentos confirma seletividade adequada nas janelas fenológicas adotadas. Na soja residual, observou-se ausência de efeito em três períodos (P1–P3) e efeito significativo apenas em P4, indicando que o comportamento residual das triazinas deve ser interpretado em função do intervalo entre aplicação e sucessão cultural.

Do ponto de vista ambiental, persistem diferenças de mobilidade e potencial de lixiviação entre Atrazina e Terbutilazina, exigindo recomendação contextualizada conforme textura e teor de matéria orgânica do solo (HRAC, 2023; Weedout, 2023; Bento *et al.*, 2025).

A integração entre as superfícies de resposta, a métrica de área sob a curva (AUC) e a análise de componentes principais (PCA) permite uma interpretação mais abrangente e

consistente do comportamento dos herbicidas avaliados. Em primeiro lugar, observa-se que, em PRÉ-emergência, o controle apresentou padrão progressivo ao longo do tempo, com clara dependência da dose aplicada e forte influência da espécie infestante, não se verificando, contudo, um teto universal de eficácia. Tal resultado reforça que, nesse posicionamento, a dinâmica solo-herbicida e as características fisiológicas das plantas daninhas condicionam a magnitude do controle.

Por outro lado, em pós-emergência, o mecanismo de ação inibidor da HPPD destacou-se pela maior rapidez de resposta e pela convergência mais consistente ao teto de eficácia, especialmente nas avaliações finais. Esse comportamento evidencia que, quando aplicado sobre folhas ativas, o HPPD expressa superioridade temporal e acumulativa em comparação aos inibidores do fotossistema II.

Mais, a AUC demonstrou que o desempenho acumulado ao longo do período experimental discrimina os tratamentos de maneira mais robusta do que a leitura isolada aos 28 DAA, uma vez que incorpora simultaneamente velocidade, intensidade e estabilidade do controle. De forma convergente, a PCA confirmou maior homogeneidade entre os tratamentos de alto desempenho em pós-emergência, enquanto, em PRÉ-emergência, evidenciou maior dispersão multivariada, refletindo variabilidade espécie-específica mais acentuada. Diante desse conjunto de evidências, torna-se claro que a substituição direta entre triazinas não deve ser realizada de maneira simplificada ou automática, pois o posicionamento da aplicação e o mecanismo de ação assumem papel determinante na expressão da eficácia.

Assim, o manejo racional das plantas daninhas na cultura do milho deve integrar posicionamento estratégico, compreendendo a PRÉ-emergência como base residual e a PÓS-emergência como janela de maior impacto foliar, rotação de mecanismos de ação, ajuste de dose conforme espécie-alvo e condições ambientais, além da consideração dos aspectos relacionados à mobilidade e ao potencial ambiental das moléculas utilizadas.

CONCLUSÕES

Com base na análise integrada das superfícies de resposta (Dose versus DAA), da área sob a curva (AUC) e da análise de componentes principais (PCA), conclui-se que o desempenho dos herbicidas avaliados é fortemente dependente do posicionamento (PRÉ ou PÓS-emergência), da dose empregada e da espécie infestante predominante.

Em PRÉ-emergência, observou-se resposta progressiva e dose-dependente para Atrazina e Terbutilazina, porém sem convergência universal ao teto de 100% aos 28 DAA. O controle foi espécie-específico e condicionado à dinâmica solo-herbicida, refletindo a influência de fatores edáficos na disponibilidade e persistência das triazinas. A análise de AUC evidenciou incremento acumulativo com o aumento da dose, mas sem estabilização absoluta do desempenho, e a PCA demonstrou maior dispersão dos tratamentos, confirmando variabilidade interespecífica mais acentuada nesse posicionamento.

Em PÓS-emergência, o mecanismo HPPD (Mesotriona isolada ou em mistura com Atrazina) apresentou maior rapidez de ação e convergência ao teto de eficácia ($\approx 99,75\%$ aos 28 DAA), com desempenho acumulado superior nas curvas de AUC e agrupamento consistente no eixo de alto controle na PCA. A Atrazina isolada demandou doses elevadas ($2.500 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) para aproximar-se de 95% de controle, enquanto a Terbutilazina apresentou resposta intermediária, inferior ao teto observado com HPPD. A definição de doses ótimas via AUC demonstrou que a avaliação acumulada ao longo do tempo fornece interpretação agrônômica mais robusta do que a leitura pontual aos 28 DAA, permitindo discriminar desempenho real entre produtos e doses.

Não houve injúria ao milho em nenhuma condição avaliada, confirmando seletividade adequada nas janelas fenológicas adotadas. A produtividade do milho não diferiu entre tratamentos, indicando ausência de penalidade de rendimento nas faixas testadas. Quanto ao efeito residual em soja, a resposta foi dependente do período avaliado, reforçando que o comportamento residual das triazinas deve ser contextualizado pelo intervalo entre aplicação e sucessão cultural.

Do ponto de vista técnico-agronômico, os resultados indicam que o posicionamento da aplicação é elemento determinante para a expressão da eficácia. Em pré-emergência, o herbicida atua predominantemente como base residual, tendo seu desempenho modulado pelas características do solo e pela espécie infestante predominante; em contrapartida, em pós-emergência, observa-se maximização da eficiência do mecanismo HPPD quando aplicado sobre

folhas ativas, condição na qual a resposta é mais rápida e consistente.

Nesse contexto, o mecanismo HPPD configura-se como o principal vetor de alto desempenho em pós-emergência, sobretudo quando considerado o controle acumulado ao longo do tempo. Ainda que as triazinas mantenham papel relevante como base residual e componham programas integrados de manejo, sua eficácia isolada, nas condições avaliadas, mostrou-se inferior ao teto observado com HPPD em pós-emergência, especialmente no que se refere à velocidade e à convergência ao controle máximo.

Além disso, a definição de dose não deve ser conduzida de forma genérica, pois depende da espécie-alvo, da textura e teor de matéria orgânica do solo, bem como do histórico de manejo da área, fatores que influenciam tanto a disponibilidade do ingrediente ativo quanto a sensibilidade das populações infestantes. Conseqüentemente, a integração entre rotação de mecanismos de ação, ajuste criterioso de dose e posicionamento estratégico da aplicação constitui condição essencial para sustentar elevada eficácia agrônômica no médio e longo prazo, ao mesmo tempo em que contribui para a mitigação do risco ambiental e da pressão de seleção por resistência.

Sob a perspectiva ambiental, as diferenças de mobilidade e potencial de lixiviação entre Atrazina e Terbutilazina exigem recomendação contextualizada conforme teor de matéria orgânica, textura do solo e risco hídrico local. A escolha da molécula deve, portanto, equilibrar eficácia, persistência e responsabilidade ambiental.

Conclui-se, portanto, que o manejo racional de plantas daninhas na cultura do milho deve ser orientado por evidências dinâmicas de resposta (superfícies e AUC), priorizando posicionamento adequado, combinação de mecanismos de ação e ajuste fino de dose conforme o sistema produtivo, assegurando alto desempenho agrônômico com sustentabilidade operacional e ambiental.

REFERÊNCIAS

BENTO, T. C.; SORNA, G. M.; MOURA, J. G. M.; CANUTO, R. S. O. Herbicidas pré e pós-emergentes para o manejo de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Foco**, v. 18, n. 9, e9671, p. 01–12, 2025. DOI: 10.54751/revistafoco.v18n9-094.

BIANCHETTO, R.; FONTANIVE, D. E.; CEZIMBRA, J. C. G.; KRYNSKI, ÂNGELO M.; RAMIRES, M. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; SOUZA, E. L. Desempenho agrônômico de milho crioulo em diferentes níveis de adubação no Sul do Brasil. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 3, p. 528-545, 20 dez. 2017.

BRFétil. **Brasil no ranking dos principais produtores de milho**. BRFétil, 2022. Disponível em: <https://brfertil.com.br/brasil-no-ranking-dos-principais-produtores-de-milho/>. Acesso em 30 de setembro de 2023.

COMMODITIE Brasileiras: **Milho**. Caep Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.caep.com.br/commodities-brasileiras-milho/#:~:text=Alguns%20dos%20mais%20conhecidos%20no,vendidos%20diretamente%20ao%20consumidor%20final>. Acesso em 30 de setembro de 2023.

CONAB. **Produção de grãos é estimada em 320,1 milhões de toneladas com ganhos de área e produtividade**. Conab, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5116-producao-de-graos-e-estimada-em-320-1-milhoes-de-toneladas-com-ganhos-de-area-e-productividade>. Acesso em 30 de setembro de 2023.

COSTA, T. P. D., PARANATINGA, I. L. D., PEREIRA, R. J. B., SANTOS, F. C., & CROPLIFE BRASIL. **Milho, a evolução de uma cultura milenar**. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/milho-a-evolucao-de-uma-cultura-milenar/>. Acesso em: 27 de outubro de 2023.

CULTIVAR, Revista. **Medidas de controle de plantas daninhas em milho, 2020**. Disponível em <https://revistacultivar.com.br/noticias/medidas-de-controle-de-plantas-daninhas-em-milho>. Acesso em 15 de outubro de 2023.

DUARTE, J. de O, GARCIA, J. C. **Importância Socioeconômica**. Embrapa 50 anos, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica#:~:text=Nos%20%C3%BAltimos%2031%20anos%2C%20a,praticamente%20todo%20o%20territ%C3%B3rio%20nacional>. Acesso em 30 de setembro de 2023.

FREITAS, H.; MOSCAROLA, J. Da observação à decisão: métodos de pesquisa e de análise quantitativa e qualitativa de dados. **RAE-eletrônica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-28, jan./jun. 2002.

FREITAS, I. L. J.; FREITAS, S. P.; LOCATELLI, T.; FREITAS JUNIOR, S. P.; FREITAS, S. J.; LOCATELLI, T. P.; MAROTTO, J. V. S.. Efeitos fisiológicos dos herbicidas mesotrione e atrazina em híbridos de milho. **Revista Científica Intelletto**, Venda Nova do Imigrante, v. 10, n. 1, p. 23–34, 2025. ISSN 2525-9075 (on-line).

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, mai./ago. 2006.

HRAC. Comitê de Ação a Resistência dos Herbicidas. Mecanismos de Ação dos Herbicidas. Disponível em: <https://www.hrac-br.org/mecanismosdeacao>. Acesso em: 27 de outubro de 2023.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A.L. **Plantas daninhas**. In: CRUZ, J.C. Cultivo do milho 5.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

OLIVEIRA, P. C. (2019). **Avaliação do crescimento de plantas jovens de milho cultivadas em diferentes tipos de solo** Evaluation of the growth of young corn plants grown in different types of soil.

R Core Team. (2026). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RIBEIRO, N. M. **Impactos de herbicidas no desenvolvimento de espécies consorciadas e dinâmica fitossociológica em sistemas de produção de soja e milho**. 2025. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) — Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2025. Orientador: Leonardo Bianco de Carvalho.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. **Herbicidas: Classificação e mecanismos de ação**. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). Tópicos em manejo de plantas daninhas. 1. ed. Viçosa: UFV, 2007. p. 83–148. Disponível em <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/23171/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso 10 de outubro de 2023.

SITHOLE, B. P. P. **Avaliação dos herbicidas Auxo e Bullet no controlo de infestantes na cultura do milho (Zea mays L.)**. 2025. Projeto final (Licenciatura em Engenharia Agronómica) — Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Departamento de Protecção Vegetal, Maputo, 2025.

VEASEY, E. A.; PIOTTO, F. A.; NASCIMENTO, W. F.; RODRIGUES, J. F.; MEZETTE, T. F.; BORGES, A.; BIGUZZI, F. A.; SANTOS, F. R. C.; SOBIERAJSKI, G. R.; RECCHIA, G. H.; MISTRO, J. C. Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. *Ciência Rural*, v. 41, n. 7, p. 1218-1228, 2011.

WEEDOUT. Terbutilazina. Disponível em: <https://weedout.com.br/terbutilazina/>. Acesso em: 27 de Outubro de 2023.