

**INSTITUTO
FEDERAL**

Goiano

Campus
Urutaí

GIOVANI DOS SANTOS LIMA CANÊDO

HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES PARA CONTROLE DE
VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata* L.)
EM SOJA

URUTAÍ, GOIÁS

Outubro, 2024

GIOVANI DOS SANTOS LIMA CANÊDO

HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES PARA CONTROLE DE
VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata* L.)
EM SOJA

Trabalho de Curso apresentado ao IF Goiano
- Campus Urutaí como parte das exigências
do Curso de Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Paulo César Ribeiro da Cunha

URUTAÍ – GOIÁS
Outubro, 2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano

C225h Canêdo, Giovani dos Santos Lima.

Herbicidas pré-emergentes para controle de Vassourinha-de Botão

(*Spermacoce verticillata*L.) em soja [manuscrito] / Giovani dos Santos Lima
Canêdo. -- Urutaí, GO: IF Goiano, 2024.

33 fls.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Ribeiro da Cunha.

Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus
Urutaí, 2024.

1. Planta daninha. 2. Pré-emergência. 3. Borreria verticillata. I. Título. II. IF
Goiano - Campus Urutaí.

CDU 632.954:633.34

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, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, 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 (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Giovani dos Santos Lima Canêdo

Matrícula:

2020101200240128

Título do trabalho:

HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES PARA CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata* L.) EM SOJA

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;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, 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;
- Que 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
 GIOVANI DOS SANTOS LIMA CANEDO
Data: 24/10/2024 03:29:01-0300
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Urutai

Local

24 / 10 / 2024

Data

Documento assinado digitalmente
 PAULO CESAR RIBEIRO DA CUNHA
Data: 24/10/2024 06:25:29-0300
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



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

Ata nº 1/2024 - DG-URT/CMPURT/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) dezoito dias do mês de outubro de 2024, às quinze horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Paulo César Ribeiro da Cunha (orientador), Wellington José Pereira (membro)/ e Lincon Rafael da Silva (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES PARA CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata* L.) EM SOJA” do estudante Giovani dos Santos Lima Canêdo, Matrícula nº 2020101200240128 do Curso de Agronomia do IF Goiano - Campus Urutaí. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Paulo César Ribeiro da Cunha

Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br WELLINGTON JOSE PEREIRA
Data: 24/10/2024 05:37:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Wellington José Pereira

Membro

Documento assinado digitalmente
gov.br LINCON RAFAEL DA SILVA
Data: 24/10/2024 00:34:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lincon Rafael da Silva

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- Paulo Cesar Ribeiro da Cunha, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/10/2024 11:48:50.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/10/2024. 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: 645318
Código de Autenticação: d323f5571a



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Patrícia e Sergio, minha irmã Giovana e meu avô Vivaldino Canêdo, que estão comigo do início ao fim e, assim, sempre será.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela coragem, em 2017, de entrar em Urutaí sozinho no ensino técnico e ali ficar pelas inúmeras amizades e possibilidades acadêmicas até este presente ano de 2024.

Até aqui, só foi possível completar a graduação da forma como fiz, com seis estágios extracurriculares durante todas as férias e três trabalhos apresentados em congressos, por causa da boa base familiar que sempre tive e sempre vou ter: minha mãe, Patrícia Teresinha dos Santos Canêdo, meu pai, Sérgio de Lima Canêdo, minha irmã, Giovana dos Santos Canêdo, minha tia, Íris Pereira e avô, Vivaldino da Silva Canêdo (que sempre pagou nossa escola quando jovem).

Jamais vou me esquecer de cada oportunidade que tive até aqui para aprender a vivência no campo da forma como deveria ser: à empresa H2 Agrosociências (2018), proprietário Marcos Giovane Gonçalves, pela primeira safra rodando como estagiário. Ao produtor Arnaldo Paganelli e Guilherme Junqueira pela experiência de acompanhar a safrinha de 2019 dentro da fazenda, ainda como aluno do curso técnico em agropecuária.

Durante a graduação, após o primeiro ano de pandemia, agradecer à empresa AHL, especialmente ao consultor da época Cléber Duarte, que me levava para rodar mesmo não podendo devido às medidas de distanciamento do Covid-19, durante a safra 2021/2022.

Agradecer à empresa Irriger, atual Valley Irrigação (julho de 2022) de Goiânia, em especial aos consultores Murilo Ribeiro e Alberto Peixoto, que me ensinaram um grande diferencial de um engenheiro agrônomo: manejo de irrigação, andando por todo Norte de Goiás.

Agradecer à empresa Pontual Agronegócios de Orizona, em nome de toda equipe: Vinícius Caetano, Tiago Gomes, Henrique Mamede, pelo estágio durante a safra 2022/2023, pelo primeiro contato com a área comercial do nosso setor.

Agradecer à empresa AgroMeyer de Orizona (proprietário Cristiano Lutkemeyer), aos colaboradores Jeguinho, Ângelo Scolaro e João Paulo Cunha, por mostrar e ensinar um pouco sobre a área de horticultura que muito tem a crescer; durante a entressafra de 2023.

Agradecer especialmente à empresa Alfa Projetos e Consultoria, aos sócios Márcio Silvano, Guilherme Mesquita e Marcelo Faria e ao consultor Pedro Augusto Teodoro pela oportunidade de viver a rotina de uma consultoria referência na região da estrada de ferro há 30 anos, por todos os ensinamentos profissionais e pessoais da safra 2023/2024.

Ao último estágio ainda como aluno, agradecer grandiosamente à empresa NuAgro Consultoria, especialmente aos sócios Geraldo Gontijo e Fernando Marques, aos quais só conhecia pelo instagram e tive a oportunidade de rodar na safrinha de 2024, conhecendo regiões em Minas e divisa com Mato Grosso.

Agradecimento de coração ao padre Joel Gomes e Eliana Neves de Urutaí que durante todo esse período da graduação cederam a garagem para guardar a minha moto. Ao amigo Everaldo Moraes do Skinão Bar de Orizona por levar minha mudança em 2022 e em 2024 trazer junto comigo.

Aos meus amigos/irmãos, que estão comigo desde o curso técnico, quase 8 anos de convivência diária: João Victor Assunção de Faria (Ceará SóCoco), Emanuel Charles Cardoso (Baiano), Wanderson Fernandes Barros (Negão) e Rafael Danilo (Rafael da Landerlan). Sem vocês essa faculdade não teria sido tão fácil.

Aos professores (as): Paulo Cesar da Cunha, meu orientador, Érica Leão (sementes), Polianna Dias (fisiologia), Uirá do Amaral (fruticultura), Milton Lima (fitopatologia), Carmen Curvelo (culturas perenes), Flávio de Jesus (entomologia) e Gleina Costa (nematologia).

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	28
6. REFERÊNCIAS	29

RESUMO

CANÊDO, GIOVANI DOS SANTOS LIMA. **Herbicidas pré-emergentes para controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.) em soja.** Monografia (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí, GO, 33 p., 2024.

O manejo de herbicidas pré-emergentes em lavouras comerciais de soja oferece alternativa promissora para redução do banco de sementes de plantas daninhas de difícil controle, como é o caso da vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.). O objetivo deste trabalho será avaliar o desempenho dos melhores herbicidas pré-emergentes para cultura da soja como alternativa preventiva para controle de *S. verticillata*. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, no Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, com delineamento inteiramente ao acaso, sendo 17 tratamentos e 4 repetições, em vasos com capacidade para 8 litros de solo. Em cada vaso foi semeado 50 sementes de vassourinha-de-botão, sendo 200 sementes no total por tratamento, e, posteriormente, peneirado 3 cm de solo na superfície. À aplicação dos herbicidas aconteceu após 24 horas do plantio, com o solo úmido, pulverizador costal a CO₂. Com obtenção dos dados de emergência (ineficiência de controle) e controle (sem plântulas emergidas), avaliou-se através da escala visual aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação (DAA) e pesagem para aferir massa seca em estufa com câmara de circulação aos 35 DAA a 65°C por 72 horas. Todos os quatro tratamentos que continham o princípio ativo flumioxazina em mistura e duas misturas comerciais prontas à base de sulfentrazone obtiveram 100% de controle do banco de sementes até 35DAA.

Palavras-chaves: planta daninha; pré-emergência; *Borreria verticillata*.

ABSTRACT

CANÊDO, GIOVANI DOS SANTOS LIMA. **Pre-emergent herbicides for control of button broom (*Spermacoce verticillata* L.) in soybeans.** Monograph (Bachelor's Degree in Agronomy). Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano – Campus Urutaí, GO, 33 p., 2024.

The management of pre-emergent herbicides in commercial soybean crops offers a promising alternative for reducing the seed bank of difficult-to-control weeds, such as button broom (*Spermacoce verticillata* L.). The objective of this study is to evaluate the performance of the best pre-emergent herbicides for soybean crops as a preventive alternative for controlling *S. verticillata*. The experiment was conducted in a greenhouse at the Instituto Federal Goiano, Urutaí Campus, in a completely randomized design, with 17 treatments and 4 replicates, in pots with a capacity of 8 liters of soil. Fifty button broom seeds were sown in each pot, with 200 seeds in total per treatment, and subsequently 3 cm of soil was sieved on the surface. The herbicides were applied 24 hours after planting, with the soil moist, using a CO₂ backpack sprayer. After obtaining data on emergence (control inefficiency) and control (no emerged seedlings), they were assessed using a visual scale at 7, 14, 21, 28 and 35 days after application (DAA) and weighing to measure dry mass in an oven with a circulation chamber at 35 DAA at 65°C for 72 hours. All four treatments that contained the active ingredient flumioxazine in a mixture and two ready-made commercial mixtures based on sulfentrazone obtained 100% control of the seed bank up to 35 DAA.

Key words: weed; pre-emergency; *Borreria verticillata*.

1. INTRODUÇÃO

A produção de grãos na safra 2023/2024 se encerra estimada em 298,41 milhões de toneladas, mostrando redução de 21,4 milhões de toneladas em relação ao volume obtido no ciclo anterior de cultivo. Dentre as culturas afetadas pelo clima adverso evidenciado, destaque para a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cujo volume total colhido na safra 2023/2024 é estimado em 147,38 milhões de toneladas, redução de 7,23 milhões de toneladas em relação ao período 2022/2023 (CONAB, 2024).

A soja é uma cultura que tem como centro de origem o continente asiático e só é conhecida atualmente porque resulta da evolução de sucessivos processos de melhoramento de genótipos ancestrais. Esse processo iniciou-se naturalmente entre espécies selvagens que logo após o homem passou a direcionar melhoramento genético visando obter as características mais desejadas (EMBRAPA, 2003, NEHRING, 2022).

Foi no Brasil onde a cultura da soja encontrou condições favoráveis para uma rápida expansão. No final da década de 60, o olhar brasileiro em um novo produto comercial agarra a oportunidade que mudou o cenário mundial de produção do grão. Em 1966, a produção da soja alcançava 500 mil toneladas no País (EMBRAPA, 2003). Com o crescimento exponencial do interesse na cultura da soja, há necessidade de buscar meios de aumentar a produção e reduzir as perdas no processo do cultivo. São as plantas daninhas, especialmente aquelas de difícil controle com desenvolvimento em alta incidência, que mesmo com aplicações no tempo e momento correto, elas estão entre os principais pontos de preocupação dos sojicultores devido sua dificuldade de controle (PACHECO et al., 2016).

A espécie *Spermacoce verticillata* L. (sin.: *Borreria verticillata* [L.] G. Mey) é uma espécie nativa e amplamente distribuídas nas unidades fitoecológicas do Brasil (Nepomuceno et al., 2018). É popularmente conhecida por vassourinha-de-botão ou simplesmente vassourinha, pertencente à família Rubiaceae, a quarta maior família em número de espécies dentre as fanerógamas, com características herbáceas, perene, com reprodução por sementes (DELPRETE, 1999). Com ciclo de desenvolvimento perene, reproduzindo-se exclusivamente por sementes, apresenta porte herbáceo, caule ramificado e raiz pivotante que pode alcançar grande profundidade no solo. Considerada muito rústica e tolera solos ácidos e pobres em nutrientes. Planta semiprostrada ou ereta, podendo atingir 80 cm de altura (KISSMANN; GROTH, 2000).

De acordo com Castilho, Forti, Monquero (2022), analisaram comparativamente *S. densiflora* e *S. verticillata* quanto seu potencial de germinação em melhores condições e constataram a validação de 20 a 30 °C de temperatura para ambas espécies, onde *S. verticillata* não variou estatisticamente na presença ou ausência de luz (fotoblástica neutra), diferente de *S. densiflora* que melhor germinou quando exigiu luminosidade (fotoblástica positiva).

A ocorrência da vassourinha-de-botão vem crescendo consideravelmente em principal nas áreas com cultivo da cultura da soja, pela alta taxa de reprodução e dispersão da mesma planta daninha que já possui características de sobreviver em condições adversas, como o estresse hídrico (BFG, 2018). A sua tolerância ao herbicida glifosato é outro fator central que colabora para proliferação dessa planta infestante em território brasileiro (MINOZZI, 2022). Diversos conceitos frente ao termo plantas daninhas direcionam para a perspectiva de organismos que emergem nos agroecossistemas,

acarretando interferências expressivas na produtividade das plantas cultivadas (Canuto et al. 2021).

A problemática de interferência de plantas infestantes pode ter efeitos drásticos sobre os indicadores econômicos da soja (Rizzardi e Silva, 2014). O levantamento de plantas daninhas em lavouras comerciais para controle em pré-emergência pode ser uma ferramenta hábil para analisar o impacto dessas no que tange as práticas agrícolas referêntes a dinâmica de comunidades infestantes (CARDOSO et al., 2013).

As plantas daninhas, desde os primeiros cultivos de soja, representam grande desafio a ser superado, por poderem resultar na redução de até 82% no rendimento da cultura, dependendo de fatores ambientais, fisiológicos e nutricionais (LIMA et al., 2022). Ainda considera que a produção em massa e desordenada de sementes destas infestantes é um ponto crucial, pois a prevenção eficaz é fundamental para conter o aumento do banco de sementes no solo. Neste viés, Mendonça et al. (2023), reforçam que levantamentos florísticos das plantas daninhas da área cultivada, desempenham papel fundamental no desenvolvimento de métodos de controle mais eficazes.

A Revista Cultivar (2024) em parceria com a Universidade Estadual de Maringá, apresentaram informações a cerca dos prejuízos iminentes tendo a convivência de três plantas de vassourinha-de-botão por metro quadrado, após trinta dias da semeadura da soja, causando redução na altura das plantas e redução de vagens da soja. Assim sendo, com a presença de seis plantas por metro quadrado, do início até a colheita, há percas de até 24% da produção, isto é, média de 15 sacos de 60kg de soja (900kg).

O potencial de dano causado por *S. verticillata*, de acordo com Lourenço (2018), a cada planta de vassourinha-de-botão em competição com a cultura da soja durante todo seu ciclo estabelece uma relação capaz de reduzir entre 1,3 a 4,2%. Campos (2022), seguindo o mesmo raciocínio, conclui que a produtividade do sorgo diminui expressivamente com o aumento da densidade da vassourinha-de-botão por metro quadrado, com uma planta daninha reduzindo 29% da produção de grãos. Logo, serão causados problemas em todas as culturas cultivadas em áreas com histórico da vassourinha-de-botão, sendo a cultura da soja a mais afetada se comparado ao tamanho da área cultivada e importância econômica.

Dentre os posicionamentos recomendados para aplicação de defensivos agrícolas em lavouras, o manejo antecipado de plantas daninhas em pré-semeadura da soja pode resultar em menor infestação durante a safra, facilitando o seu controle e reduzindo riscos de aplicações sequenciais de herbicidas, como glifosato na mesma pós-semeadura, relatam FIALHO et al. (2011). Comumente nas propriedades rurais, o uso de glifosato representa 60% do mercado mundial de herbicidas não seletivos, o que tem corroborado com o aumento e aparecimento de plantas daninhas resistentes aos demais modos de ação presentes no mercado agrícola (ORCARAY et al. 2012; SAMMONS e GAINES, 2014).

O que pode otimizar o controle químico de plantas daninhas, que se constata como método imprescindível para grandes culturas, dada sua performance, conveniência e custos relativos seria o emprego da agricultura de precisão (AP) como ferramenta importante no monitoramento pré-emergente dessas plantas infestantes de difícil controle (GREGO et al., 2020).

Por essas e por outras, a performance de herbicidas pode variar conforme alguns fatores, principalmente referindo-se a época de aplicação em pré-emergência, o mais

recomendado por validação de controle, o histórico de infestação, aspectos edafoclimáticos e ambientais (NORSWORTHY et al., 2012).

Segundo Monquero e Silva (2005), as informações sobre os bancos de sementes de plantas daninhas no solo são ferramentas a serem trabalhadas no momento do planejamento da safra e posterior tomada de decisão sobre quais práticas de controle de manejo integrado serão utilizadas, uma vez que o objetivo é minimizar sua presença a fim de poder controlar o seu fluxo emergente e atenuar a infestação da área.

O manejo em pré-emergência tem como vantagem principal o controle das plantas daninhas antes que essas possam competir com a cultura e provocar redução do rendimento (VARGAS; ROMAN, 2006). Apesar de ainda não haver muitos estudos da aplicação de herbicidas em pré-emergência na espécie *S. verticillata*, Santos et al., (2018) desenvolveram sua tese visando o controle da *Spermacoce latifolia* e, utilizando uma quantidade considerável de herbicidas para controle da *Borreria densiflora* DC, Martins (2008) também analisou a resposta dessa espécie à ação pré-emergente. A perda de eficiência de controle dos herbicidas de acordo com o estágio fenológico da vassourinha-de-botão foi relatada por Takano et al. (2013) e afirmaram a maior suscetibilidade em estádios de até duas folhas.

Nesse viés, atualmente, do baixo nível tecnológico do produtor rural diante a uma rápida e eficaz tecnologia de aplicação, estar monitorando todas as áreas infestadas e realizar o controle das plantas de vassourinha-de-botão em estádios iniciais de desenvolvimento para garantir-se o controle, não é uma opção de manejo viável para qualquer agricultor devido à baixa eficiência dos maquinários que podem ser encontrados. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é, portanto, avaliar o desempenho dos melhores herbicidas pré-emergentes para cultura da soja como alternativa preventiva para controle de *Spermacoce verticillata*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta dicotiledônia da família das leguminosas. Com origem na Ásia, a cultura chegou ao Brasil em 1882, mas somente a partir de 1960 iniciaram as lavouras comerciais, que se integraram no sistema de rotação com milho e sua sucessão (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

Mesmo sendo a soja a cultura de maior interesse econômico dentro das grandes culturas, ainda assim, as plantas daninhas, especialmente aquelas de difícil controle, estão entre os principais pontos de preocupação dos sojicultores devido sua dificuldade de controle (PACHECO et al., 2016).

O PIB do agronegócio brasileiro foi de R\$ 2,45 trilhões em 2024, sendo 1,65 trilhão só no ramo agrícola. Estima-se que a participação do setor na economia fique próxima de 21,5% em 2024, abaixo dos 24% registrados em 2023. Nesse sentido, em 2022, o PIB total da cadeia produtiva alcançou expressivos R\$ 673,7 bilhões. Já em em 2023, o valor exportado pela cadeia produtiva somou US\$ 67,6 bilhões, ficando 10,24% acima do registrado em 2022. Com isso, entre 2022 e 2023, o crescimento do PIB foi de 39,2% para a soja. Portanto, considerando o período entre 2010 e 2022, sua participação no PIB do agronegócio nacional aumentou de 9,0 para 27,0%; enquanto o agronegócio e a economia do país, neste mesmo período, tiveram incremento de 8,0% e 12,0% respectivamente. Tal foi essa desenvoltura na agricultura brasileira devido, principalmente, pelo retorno econômico e versatilidade do grão, que pode ser utilizado pela indústria, como fonte de proteína para a criação animal, produção de óleo vegetal e produção de biocombustíveis (CEPEA 2024).

Segundo Silva et al. (2007), tratando do conceito de plantas daninhas, em um conceito mais amplo, essa planta só pode ser considerada daninha se estiver, direta ou indiretamente, prejudicando determinada atividade humana. Por isso, pode-se notar que qualquer planta, de qualquer espécie, pode ser caracterizada planta daninha se estiver ocorrendo em um local de atividade humana e se estiver afetando de maneira negativa, em algum momento ou durante todo o tempo, essa atividade. Uma planta que cresce espontaneamente em meio a uma cultura de interesse e que apresenta características especiais que permitam sua sobrevivência no ambiente é denominada de planta daninha verdadeira (Silva et al., 2007).

Dentre as plantas daninhas de grande importância no Brasil, a vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.) é considerada uma planta rústica, pois se desenvolve mesmo em solos ácidos e pobres, como encontrado nos solos brasileiros (KISSMANN; GROTH, 2000). Interfere culturas agrícolas de maneira significativa por apresentar a característica fisiológica de uma planta do tipo C4, que forma rapidamente seu sistema radicular (CERQUEIRA et al., 2013).

Spermacoce é um gênero que apresenta mais de 150 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais. De acordo com o Grupo Brasil Flora (2018), a vassourinha-de-botão possui essa ampla distribuição no território brasileiro e tornou-se ainda mais recorrente em áreas cultivadas por toda região agrícola, e, ainda assim, falta conhecimento aprofundado sobre essa espécie.

A presença de plantas espontâneas em sistemas de produção agrícola causam inúmeros danos econômico por sua alta permanência no meio de cultivo por gerarem menores médias de produção, devido a redução da própria produtividade e do menor valor da terra cultivada, perda da qualidade do produto agrícola, disseminação de pragas e

doenças pelo abrigo físico encontrado, aumento de custos do manejo químico, maior dificuldade no manejo cultural de rotação de culturas e toxicidade em animais de sistemas integrados (AGOSTINETTO et al., 2008; CARVALHO et al., 2014; DEUBER, 1992; KOZLOWSK, 2002).

As plantas daninhas sendo indesejadas, sua agressividade se explica por diversas características. Dentre as características mais relevantes do ponto de vista agrônomo englobam: a capacidade de matocompetição por recursos, a elevada capacidade de produção de propágulos, a viabilidade de germinar e emergir a partir de grandes profundidades no perfil do solo, propágulos em condições desfavoráveis e viáveis, presença de mecanismos alternativos de reprodução, facilidade de dispersar meios de propagação, crescimento e desenvolvimento inicial eficazes e desuniformidade do processo germinativo (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011).

Alinhado com Oliveira Junior et al. (2011), outro aspecto favorável à infestação de uma área agrícola ocorre quando as plantas daninhas são controladas, quer seja no momento pré ou pós-emergente, e após seu efetivo manejo, a cobertura vegetal proporciona a redução do aquecimento da superfície pela incidência de raios solares, colaborando para a retenção de umidade no solo, e, assim, reduzindo a germinação de novas plantas daninhas do iminente banco de sementes do solo devido seu efeito físico e ação alelopática.

De acordo com SILVA et al. (2014) é importante para o agricultor o conhecimento sobre o período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI), para evitar tal competição com sua cultura de interesse. O PAI constata-se ao período que a espécie cultivada pode conviver com as plantas daninhas sem que tenha prejuízos; PTPI é o tempo após ao plantio ou da emergência, em que a cultura deve permanecer livre das plantas daninhas para que não causem redução na produtividade; PCPI é o período que se estende do final do PAI até o final do PTPI, em que a convivência das plantas daninhas com a cultura de interesse pode causar perdas significativas.

Orzari et al. (2013) argumentam que entender o princípio biológico das plantas daninhas é fundamental para fornecer a base necessária do desenvolvimento alternativo de manejo para efetivação do seu controle. Essas plantas infestantes são consideradas pioneiras uma vez que englobam as espécies cultivadas locais onde, por qualquer motivo, planejado ou não conhecido, perderam sua cobertura natural e o solo tornou-se total ou parcialmente exposto (PITELLI, 1987).

No caso da *S. verticillata*, as falhas em relação ao seu controle efetivo são explicadas devido a não existência na literatura sobre trabalhos relacionados a biologia básica da espécie, como sua caracterização foliar, o que pode fomentar manejos específicos (PASSOS; MENDONÇA, 2006).

O que já consta na literatura são informações relatando que as sementes de *S. verticillata* são pequenas (1,0 a 4,0 mm), classificadas como sementes ortodoxas, ou seja, tolerantes à dessecação. Guimarães et al. (2006) relatam que a dessecação para posterior plantio da espécie desejada consiste em uma prática de baixos danos ao metabolismo das sementes de vassourinha-de-botão. Por se tratarem de sementes ortodoxas, perdem a tolerância à dessecação nas fases iniciais da germinação.

O desenvolvimento inicial da cultura se torna mais rápido e vigoroso quando há o controle do banco de sementes da planta daninha predominante da área (CONSTANTIN

et al., 2009). A eliminação das plantas daninhas antes da semeadura da cultura é dependente da ação eficiente dos herbicidas pré-emergentes posicionados dentro do programa de aplicação (OSIPE et al., 2011).

No Brasil, poucos são os trabalhos que estudam o controle de vassourinha-de-botão, principalmente em relação ao estágio de aplicação (CALDEIRA et al., 2014; FONTES, 2007). LOPES (2023) constatou que a mistura de herbicidas em pré-emergência como o pendimetalim com fomesafem, bentazona com imazamox ou atrazina se mostra eficiente para controle de vassourinha-de-botão tão quanto a aplicação de herbicidas pré-emergentes isolados, se comparando com herbicidas em pós-emergência.

A umidade do solo tem efeito direto na ação dos herbicidas pré-emergentes, pois em condições de solo seco, a alta solubilidade dos herbicidas pré-emergentes é importante em sua eficiência (OSBORNE et al., 1995; RIZZI, 2003; SWANTEK et al., 1998).

A utilização de herbicidas pré-emergentes como o diclosulan, clomazone, pendimethalin, s-metolachlor, sulfentrazone, metribuzin e imazaquin foi eficiente para o controle de vassourinha-de-botão (Martin e Christoffoletti, 2014). Entretanto, a todos herbicidas pré-emergentes, existe uma dependência das características do solo, principalmente, as relacionadas à textura, matéria orgânica e pH (MONQUERO, 2008; CHRISTOFFOLETI et al., 2008; SHANER, 2014).

Os herbicidas do mecanismo de ação PROTOX possuem a maior eficiência de controle em plantas de *S. verticillata*, incluem uma diversidade de herbicidas comercializados como o saflufenacil, carfentrazone, flumicloraque, fomesafen, lactofen, sulfentrazone e flumioxazina. Os herbicidas desse mecanismo interagem na planta inibindo a ação da enzima PROTOX, responsável pela oxidação de precursores da clorofila. Com a inibição da PROTOX, o protofirinogênio é acumulado, resultando na oxidação não-enzimática e peroxidação de proteínas e lipídeos, ocasionando em perda da clorofila, carotenoides e no rompimento das membranas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento conduzido aconteceu em casa-de-vegetação, no Instituto Federal Goiano (IF GOIANO) Campus Urutaí, no período de 01 de fevereiro a 31 de abril de 2024. A unidade experimental está localizada nas coordenadas geográficas 17° 29' 10'' S de latitude e 48° 12' 38'' O de longitude, à 697 metros de altitude. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o tropical de altitude, caracterizando-se pelo inverno seco e o verão chuvoso. A temperatura média do local varia de 23°C a 26°C podendo ocorrer precipitação média entre 1000 e 1.500 milímetros (mm).

Delineamento inteiramente casualizado, com 17 tratamentos e 4 repetições, com cada unidade experimental composta por um vaso com capacidade para 8 litros de solo (Figura 1). Em cada vaso foram semeadas 50 sementes de *Spermacoce verticillata*, sendo, assim, total de 200 sementes por tratamento, e posteriormente peneirado 3 cm de solo na superfície. Com o solo umedecido, com 500 mL de água por vaso, aplicou-se todos os herbicidas com pulverizador costal pressurizado a CO₂, com barra equipada com duas pontas de pulverização tipo leque (XR 110.02) a uma pressão constante de 200 kPa, vazão de 0,65 L min⁻¹, trabalhando a uma altura de 50 cm dos vasos e velocidade de 3,6 ms⁻¹, proporcionando um volume de calda de 100 L ha⁻¹, logo após 24 horas, uma parcela com as quatro repetições por vez. O sistema de irrigação foi ajustado para realizar duas aplicações por dia de 2,5 mm a cada 12 horas. As sementes de vassourinha-de-botão foram adquiridas da safra 22/23, do centro de pesquisa PEDIF – Silvânia (GO).

Os dados referentes a contagem de plantas foram submetidos a análise de deviance a partir de um modelo linear generalizado Poisson para cada uma das épocas avaliadas e os dados referentes a massa fresca e massa seca foram submetidos a análise de variância (Anova). Os tratamentos foram comparados a partir de um intervalo de confiança de 95%. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 4.3.3 (R Core Team, 2024).

O controle em pré-emergência das plantas infestantes de *S. verticillata* foi avaliado através da escala visual com contagem de população emergida em cada vaso semanalmente. As avaliações aconteceram aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação (DAA) e pesagem para aferir massa seca em estufa com câmara de circulação aos 35 DAA, a 65°C, por 72 horas.

Figura 2. Localização da coleta das sementes de vassourinha-de-botão usadas no trabalho.

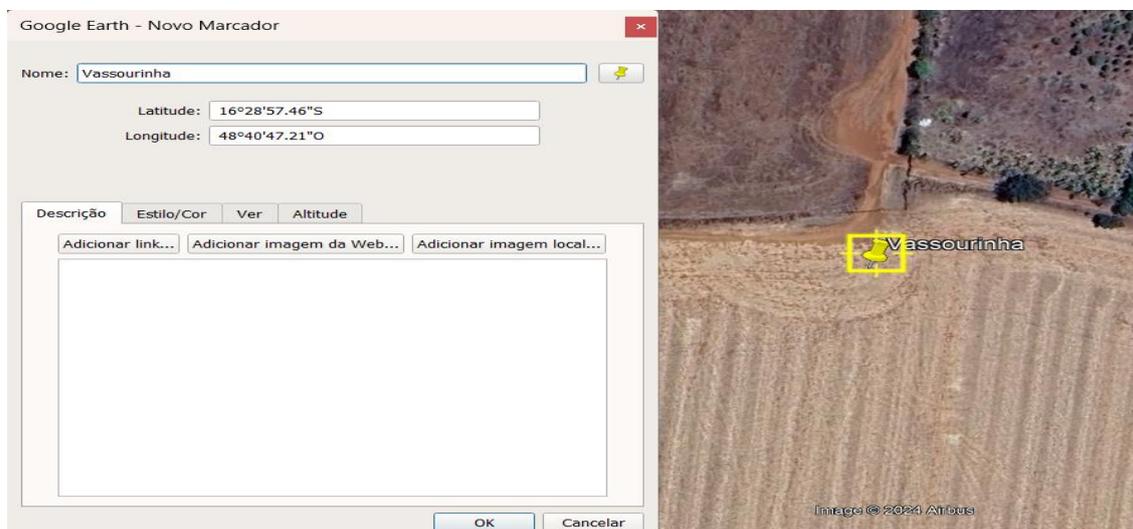


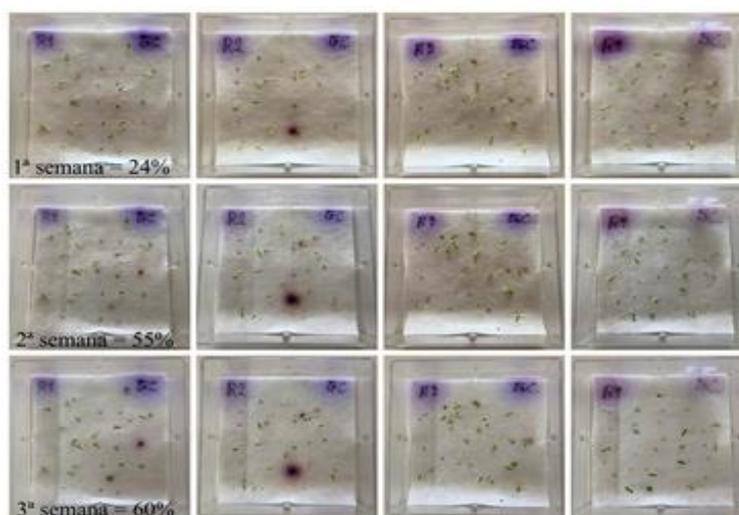
Tabela 3. Tratamentos dos herbicidas utilizados e respectivas doses aplicadas em pré-emergência para controle de *Spermacoce verticillata*.

Tratamento	Princípio Ativo (g/L)	Dose (g e.a. ha⁻¹)
1	Flumioxazina (42) + S-metolaclo-ro (840)	63 + 1.260
2	Cletodim (140) + Fluroxipir-meptílico (288)	210 + 432
3	Glufosinato Sal de Amônio (200) + S-metolaclo-ro (600)	500 + 1.500
4	Sulfentrazona (500)	600
5	Flumioxazina (300) + Piroxasulfona (300)	120 + 120
6	Fomesafen (113,85) + S-metolaclo-ro (517,83)	284,62 + 1.294,57
7	Flumioxazina (100) + Imazetapir (200)	60 + 120
8	Flumioxazina (500) + Chorimuron (250)	50 + 25
9	Diclosulam (840) + S-metolaclo-ro (960)	35,28 + 1.920
10	Saflufenacil (700)	49
11	Diclosulam (580) + Halauxifeno (110,33)	31,9 + 6,06
12	Sulfentrazona (300) + Imazetapir (80)	360 + 96
13	Clomazona (360)	1.008
14	Sulfentrazona (100) + Clomazona (250)	200 + 500
15	Sulfentrazona (175) + Diuron (350)	245 + 490
16	Metribuzin (480) + Clomazona (360)	480 + 1.008
17	Testemunha	-

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *S. verticillata* tanto em casa de vegetação (Tabela 2) como também em ambiente controlado (Figura 3) apresentaram média de 60% de germinação, mostrando congruência de resultados independente da profundidade de semeadura, confrontando o trabalho de TAKAHASHI et al. (2022) onde afirmaram a relação com maiores índices de emergência e crescimento inicial quando as sementes de vassourinha-de-botão são semeada na superfície do solo a 0,5 cm de profundidade, sendo este trabalho semeado a 3 cm padronizado em todos tratamentos (Tabela 3).

Figura 3. Teste de germinação em embalagem plástica tipo gerbox por quatro semanas.



	<i>Nasceram</i>	<i>Morreram</i>	<i>Sobreviveram</i>
T1	0	0	0
T2	42	13	29
T3	43	40	3
T4	1	1	0
T5	0	0	0
T6	4	4	0
T7	0	0	0
T8	0	0	0
T9	46	14	32
T10	2	0	2
T11	51	17	34
T12	0	0	0
T13	63	13	50
T14	0	0	0
T15	1	1	0
T16	27	27	0
T17	121	23	98
%	60,50	11,50	49

Tabela 2. Número de plantas emergidas e respectiva sobrevivência de cada tratamento da primeira à última avaliação aos 35 DAA e porcentagem da parcela testemunha.

A eficácia do melhor controle de *Spermacoce verticillata* em pré-emergência variou em função de quatro grupos químicos, sendo o principal grupo, o qual os outros três estão em mistura a este, os inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), especialmente referindo-se ao princípio ativo flumioxazina. Resultado congruente com o trabalho de ALBRECHT et al. (2022), evidenciando a eficácia desse grupo para controle de *S. verticillata*. Assim sendo, os melhores tratamentos pertencem aos grupos: Inibidores da Protox (E) + Divisão Celular: Parte Aérea (K3)(Flumioxazina e S-metolacloro, Piroxasulfona), Inibidores da Protox (E) + Inibição da Acetolactato Sintase (ALS) (B)(Flumioxazina, Sulfentrazona e Imazetapir, Clorimuron) e Inibidores da Protox (E) + Inibidores da Biosíntese de Carotenoides (F)(Sulfentrazona e Clomazona).

Aos 7 DAA (Figura 3), a testemunha apresentou diferença estatística até mesmo do tratamento 13 (Clomazona), que apresentou maior emergência de plantas dos demais produtos formulados. Esse, já diferenciou estatisticamente dos demais tratamentos T11 (Diclosulam + Halauxifeno), T9 (S-metolacloro + Diclosulam), T3 (S-metolacloro + Glufosinato) e T2 (Cletodim + Fluroxipir), sendo eles, portanto, iguais estatisticamente e diferentes do tratamento 16 (Metribuzin + Clomazona).

Em 14 DAA (Figura 3), na ordem com maior proximidade com a testemunha pareada, observou-se T11 (Diclosulam + Halauxifeno-metílico), 13 (Clomazona) e T2 (Cletodim + Fluroxipir) com grande nível de semelhança estatística, e os tratamentos T9 (S-metolacloro + Diclosulam), T3 (S-metolacloro + Glufosinato) e T6 (Fomesafen + S-metolacloro) com começo de diferença estatística aos produtos de melhor controle.

Com 21 DAA (Figura 3), notou-se, submetidos a mesma ordem de proximidade com tratamento testemunha, tratamento 13 (Clomazona), T11 (Diclosulam + Halauxifeno), T9 (S-metolacloro + Diclosulam), T2 (Cletodim + Fluroxipir) e T3 (S-metolacloro + Glufosinato) com igualdade estatística e T4 (Sulfentrazona) e T10 (Saflufenacil) começando a se diferenciar estatisticamente.

Para 28 DAA (Figura 3), evidencia-se a permanência dos tratamentos 13 (Clomazona), T11 (Diclosulam + Halauxifeno), T9 (S-metolacloro + Diclosulam), T2 (Cletodim + Fluroxipir) ainda apresentando igualdade estatística e diferentes da testemunha, fato comprovado até mesmo na avaliação de matéria seca (Figura 4 e 5). Ademais, o tratamento T3 (S-metolacloro + Glufosinato) e T10 (Saflufenacil) permanecem sendo os últimos tratamentos expressando diferença estatística dos melhores resultados junto aos melhores tratamentos: T1 (Flumioxazina + S-metolacloro), T5 (Piroxasulfona + Flumioxazina), T7 (Imazetapir + Flumioxazina), T8 (Flumioxazina + Chorimuron Étílico), T12 (Sulfentrazona + Imazetapir), T14 (Sulfentrazona + Clomazona) e T15 (Sulfentrazona + Diuron).

O trabalho teve os resultados estabilizados, não diferido estatisticamente, tanto com população de plantas por vaso como também em residual aos 35 DAA.

Tabela 1. Resumo da análise de deviance e análise de variância.

Variável	Análise de deviance (contagem de plantas)					Análise de variância			
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	Massa fresca (g.vaso ⁻¹)	Massa fresca (g.planta ⁻¹)	Massa seca (g.vaso ⁻¹)	Massa seca (g.planta ⁻¹)
p-valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,104	0,350	0,082	0,604

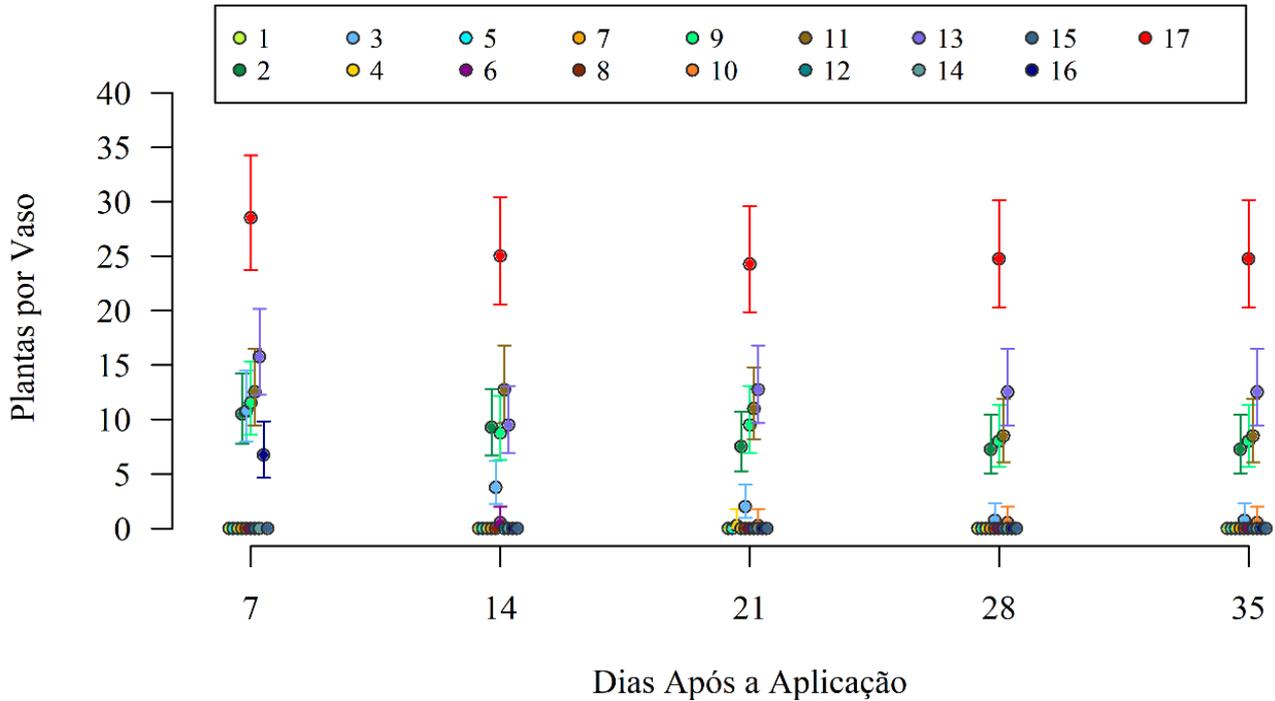


Figura 3. Intervalos de 95% de confiança de plantas por vaso em cinco épocas de avaliação. As médias referentes aos tratamentos 1, 5, 7, 8, 12, 14 e 15 não foram representadas graficamente pois não apresentaram plantas durante as avaliações.

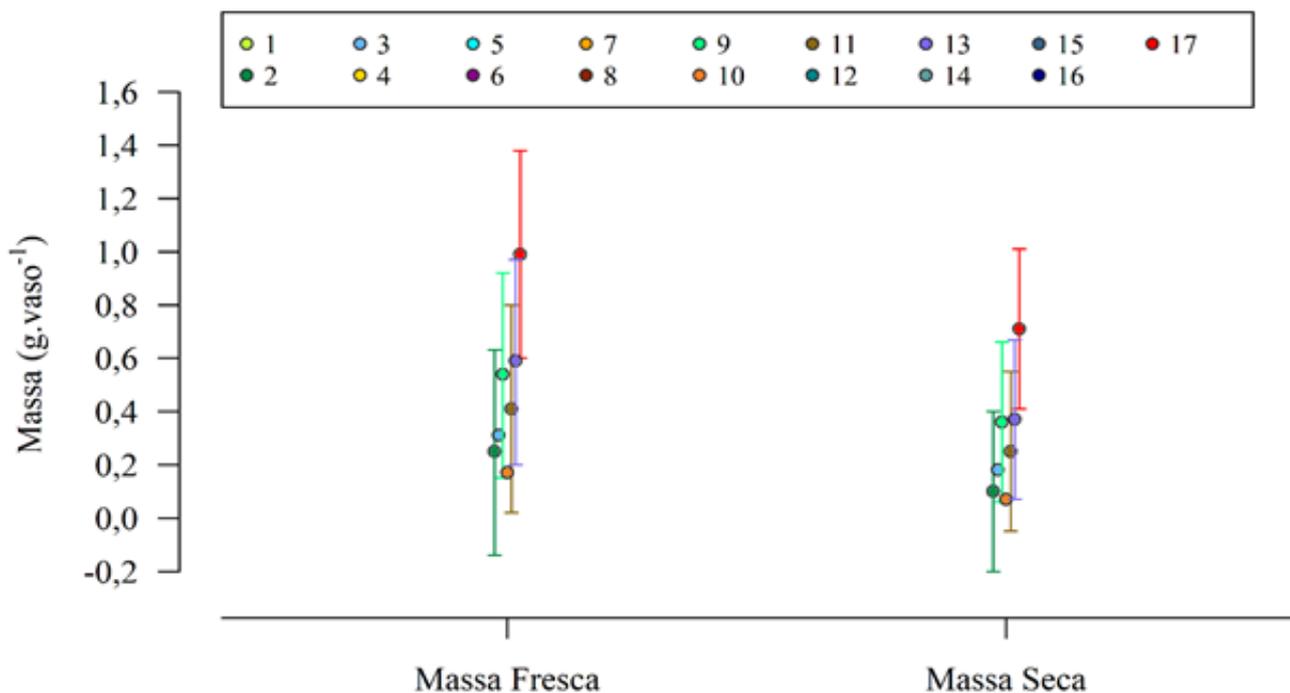


Figura 4. Intervalos de 95% de confiança de massa fresca e massa seca por vaso. Os valores referentes aos tratamentos 3 e 10 representados graficamente não formam intervalos de confiança devido à ausência de variação (apenas existiam plantas em uma repetição).

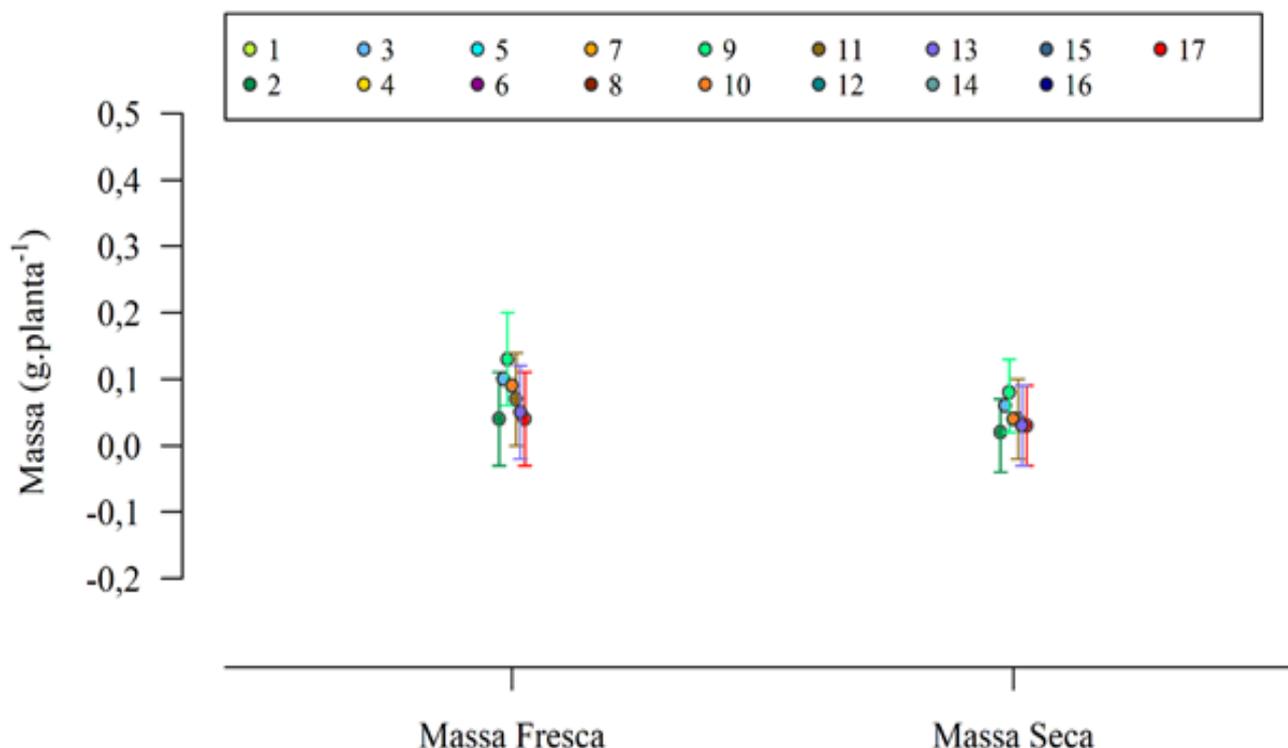


Figura 5. Intervalos de 95% de confiança de massa fresca e massa seca por planta. Os valores referentes aos tratamentos 3 e 10 representados graficamente não formam intervalos de confiança devido à ausência de variação (apenas existiam plantas em uma repetição).

Observando-se a massa seca acumulada pelas plantas após a aplicação dos herbicidas aos 35 DAA, nota-se que as aplicações herbicidas que mais reduziram a massa por vaso (Figura 4) foram os herbicidas: Clomazona e Diclosulam com S-metolaclo, Diclosulam com Halauxifeno, Glufosinato de Amônio com S-metolaclo, Cletodim com Fluroxipir-meptílico e Saflufenacil, respectivamente por ordem decrescente. Já a massa seca por plantas (Figura 5) tiveram os representantes: Diclosulam com S-metolaclo, Glufosinato de Amônio com S-metolaclo, Saflufenacil, Diclosulam com Halauxifeno, Clomazona e Cletodim com Fluroxipir-meptílico, respectivamente.

Portanto, dividindo os tratamentos quanto seus respectivos residuais no solo (Figura 6), temos o maior residual de 35 DAA com Flumioxazina + S-metolaclo, Piroxasulfona + Flumioxazina, Imazetapir + Flumioxazina, Flumioxazina + Chorimurom-étílico, Sulfentrazone + Imazetapir e Sulfentrazone + Clomazona, sendo 100% de controle do banco de sementes. Aqueles que mostraram controle ineficiente em pré-emergência de *S. verticillata* (Figura 8) foram T2 (Cletodim + Fluroxipir), T3 (S-metolaclo + Glufosinato), T9 (S-metolaclo + Diclosulam), T11 (Diclosulam + Halauxifeno), T13 (Clomazona).



Figura 6. Testemunha pareada (T17) na primeira coluna seguido dos herbicidas que apresentaram controle eficiente de *Spermocoe verticillata* após 35DAA.

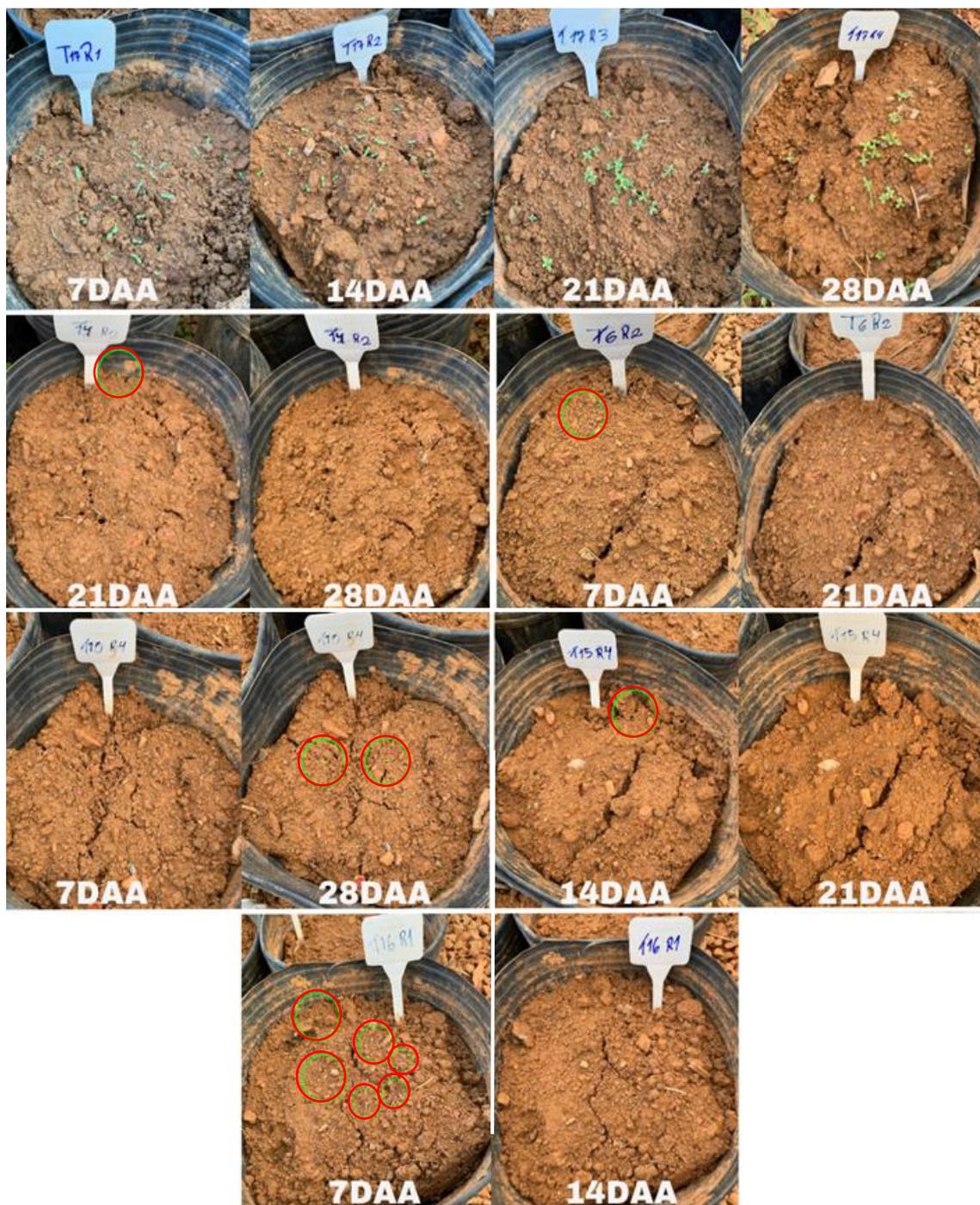


Figura 8. Testemunha pareada (T17) na primeira coluna seguido dos herbicidas que apresentaram controle insatisfatório de *Spermacoce verticillata* após 35DAA.

De acordo com a Figura 7, temos o tratamento 16 (Metribuzin + Clomazona) não apresentou residual inicialmente em 7 dias, mas suas plantulas morreram em 14 DAA. O tratamento 15 (Sulfentrazone + Diuron) obteve residual de 14 dias e morte da população em 21 DAA. O tratamento 4 (Sulfentrazone) mostrou residual de 21 dias e morte aos 28 DAA. O tratamento 6 (Fomesafen + S-metolacloro) não apresentou residual inicialmente, mas morte das plantas com 21 DAA. Aos tratamentos Cletodim + Fluroxipir-meptílico, S-metolacloro + Glufosinato de Amônio, S-metolacloro + Diclosulam, Diclosulam +

Halauxifeno-metílico e Clomazona não apresentaram residual do início ao fim das avaliações.

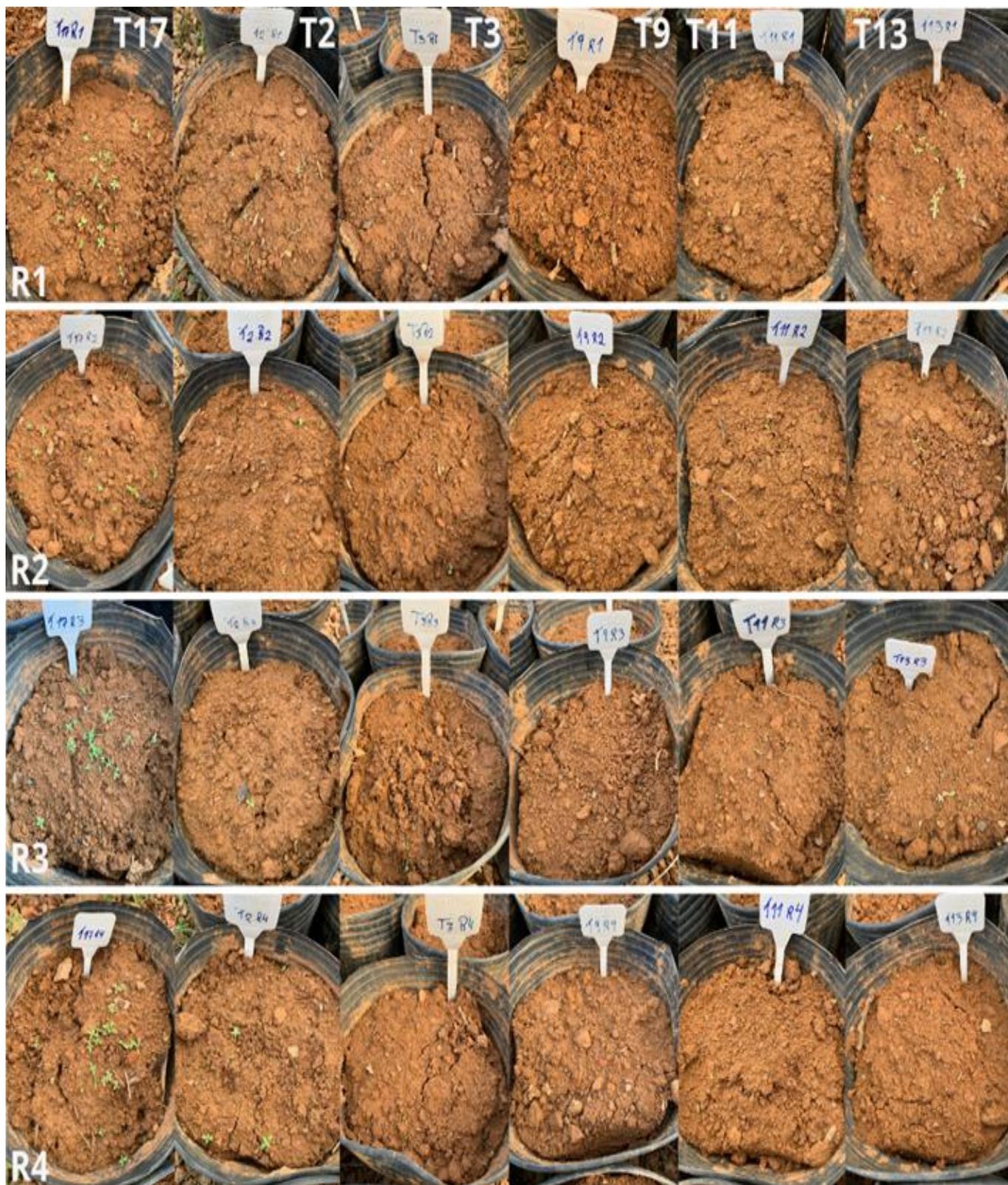


Figura 7. Testemunha pareada (T17) na primeira coluna seguido dos herbicidas que apresentaram controle mediano de *Spermacoce verticillata* após 35DAA.

De acordo com a descrição do nível de controle (Figura 3), como esperado, observou-se que o tratamento controle apresentou o pior resultado diante a presença do banco de sementes de vassourinha-de-botão, com 60,5% de germinação (Tabela 2). O presente trabalho comprovou a eficiência do grupo dos inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) para controle de *S. verticillata*, uma vez que avaliou-se oito grupos químicos, em misturas, e ele foi o que mais apareceu (quatro vezes, dos seis melhores tratamentos) dentro dos resultados de controle 100% para essa planta daninha de difícil controle, resultado congruente com o trabalho de ALBRECHT et al. (2022), evidenciando essa mesma eficácia do grupo para vassourinha-de-botão.

Tendo flumioxazina como ingrediente ativo em que todas as suas quatro misturas obtiveram 100% de controle nas cinco avaliações até 35 DAA, sendo elas flumioxazina (60 g e.a. ha⁻¹) + imazetapir (120 g e.a. ha⁻¹), flumioxazina (120 g e.a. ha⁻¹) + piroxasulfona (120 g e.a. ha⁻¹), flumioxazina (63 g e.a. ha⁻¹) + s-metolaclor (1.260 g e.a. ha⁻¹) e flumioxazina (50 g e.a. ha⁻¹) + clorimuron etílico (25 g e.a. ha⁻¹), conclui-se que é o principal ativo para controle em pré-emergência de *S. verticillata* L., resultado congruente ao trabalho de controle químico de FADIN (2017) nesta mesma espécie daninha e também de LIMA (2023), onde foi testado e validado a eficiência das mesmas três primeiras misturas comerciais de flumioxazina (50 g e.a. ha⁻¹) + imazetapir (100 g e.a. ha⁻¹), flumioxazina (50 g e.a. ha⁻¹) + piroxasulfona (50 g e.a. ha⁻¹), flumioxazina (75 g e.a. ha⁻¹) + s-metolaclor (864 g e.a. ha⁻¹), avaliando ainda a seletividade da soja e sua não presença de fototoxicidade a esses herbicidas. Não obstante, Albrecht (2022) relata a mesma experiência com a efetividade de flumioxazina para controle de *Spermacoce verticillata* mas em lavouras de milho, trazendo ainda saflufenacil como opção a ser levada em consideração. Aqui, neste presente trabalho, observou-se residual de apenas 28 dias após aplicação de saflufenacil.

O tratamento isolado com clomazona (1.008 g e.a. ha⁻¹) apresentou o segundo pior controle da planta daninha, com 31,5% de germinação logo aos 7 DAA e 25% de sobrevivência após 35 DAA, similar à ausência de controle. Entretanto, notou-se 100% de controle em pré-emergência quando aplicado a mistura comercial de clomazona (500 g e.a. ha⁻¹) + sulfentrazone (200 g e.a. ha⁻¹) e controle médio para mistura de clomazona (1.008 g e.a. ha⁻¹) + metribuzin (480 g e.a. ha⁻¹). Esse resultado divergencia com o trabalho de Martins e Christoffoletti (2014) em sua pesquisa para controle da mesma daninha em também pré-emergência, onde afirmaram controle satisfatório apenas com a aplicação de clomazona nessa mesma concentração. Segundo MERVOSH et. al (1995) clomazona é eficiente até 30 dias em áreas arenosas podendo permanecer com esse controle até 90 DAA em solo argiloso para gramíneas e controle médio para eudicotiledôneas, com o nível de controle diminuindo significativamente.

Resultado semelhante aconteceu com o tratamento 4 tendo aplicação isolada de sulfentrazone (600 g e.a. ha⁻¹), apresentando controle médio para bom e resultado eficiente para as duas misturas comerciais à base de sulfentrazone (360 g e.a. ha⁻¹) + imazetapir (96 g e.a. ha⁻¹) e sulfentrazone (200 g e.a. ha⁻¹) + clomazona (500 g e.a. ha⁻¹), sendo a mistura sulfentrazone (245 g e.a. ha⁻¹) + diuron (490 g e.a. ha⁻¹) com controle mediano. Resultado semelhante é encontrado com Rodrigues & Almeida (2018) relatando a performance do ativo sulfentrazone quando aplicado em mistura, tendo um espectro de ação sobre infestantes tanto eudicotiledôneas como também em algumas gramíneas. Resultado esse desconexo com o trabalho de Martins e Christoffoletti (2014), que encontraram controle eficiente com utilização isolada de sulfentrazone (600 g e.a. ha⁻¹).

O princípio ativo isolado saflufenacil apresentou controle médio semelhante com sulfentrazone, sendo eles, dentro do grupo PROTOX, com segundo melhor controle para banco de sementes de *S. verticillata*. A literatura não apresenta trabalhos referentes ao efeito pré-emergente desse recente ativo para essa planta daninha, a vasta informação a seu respeito é em posicionamento pós-emergente e suas propriedades sinérgicas em associação com herbicidas sistêmicos, que permitem sua mobilidade via floema para bom controle de buva (*Conyza bonariensis*), segundo Dalazen et al. (2015).

Diante do ativo s-metolaclor (1.920 g e.a. ha⁻¹), o único controle eficiente observado é em mistura com flumioxazina (63 g e.a. ha⁻¹), sendo comprovado controle ineficiente desse ativo nas misturas comerciais: s-metolaclor (1.500 g e.a. ha⁻¹) + glufosinato de amônio (500 g e.a. ha⁻¹), s-metolaclor (1.294,57 g e.a. ha⁻¹) + fomesafen (284,62 g e.a. ha⁻¹) e mistura de tanque com s-metolaclor (1.920 g e.a. ha⁻¹) + diclosulam (35,28 g e.a. ha⁻¹). LIMA (2023) em sua dissertação de mestrado comprovou a ineficácia da aplicação isolada em pré-emergência da molécula s-metolaclor após 21 DAA e obtendo o pior resultado dentre todos tratamentos após 35 DAA.

Controle insatisfatório foi encontrado em uma mistura comercial de diclosulam (31,9 g e.a. ha⁻¹) + halauxifeno (6,06 g e.a. ha⁻¹) e em mistura de tanque de diclosulam (35,28 g e.a. ha⁻¹) + s-metolaclor (1.920 g e.a. ha⁻¹), todas seguindo dose padrão comercial, observou-se resultados negativos desde a primeira avaliação aos 7 DAA quanto ao residual do banco de sementes da mesma planta daninha, uma vez que a primeira mistura contou com 25,5% de emergência e 17% de sobrevivência até 35 DAA e a segunda mistura com 23% e 16%, sendo, respectivamente, o segundo e terceiro pior resultado nesse critério. O mesmo foi analisado no trabalho de LIMA (2023) com o tratamento isolado de diclosulam (29,4 g e.a. ha⁻¹)

Na mesma linha de raciocínio, recentemente o mercado agrícola resgatou o antigo princípio ativo metribuzin (480 g e.a. ha⁻¹) como alternativa para somar em manejos específicos de daninhas de difícil controle (Revista Cultivar, 2024). Sua associação dentro da mistura de tanque com clomazona (1.008 g e.a. ha⁻¹), aos 7 DAA teve 13,5% de emergência do banco de sementes, com plântula pequenas e na cor amarelo clorótico, e 100% de mortalidade das 27 plântulas aos 14 DAA e permanência desse residual do solo até a última avaliação, aos 35 DAA, sendo o único tratamento com essa característica. Nesse viés, mesmo em casos da aplicação sozinha desse ativo nessa concentração, esse mesmo resultado é observado no trabalho de Martins e Christoffoletti (2014) com controle de sementeira após sua emergência.

5. CONCLUSÃO

Seis tratamentos obtiveram 100% de controle de vassourinha-de-botão em pré-emergência após 35 dias de avaliação, sendo quatro tratamentos que continham o princípio ativo flumioxazina em misturas com S-metolacoloro, piroxasulfona, imazethapir e clorimurrom-etílico, sendo o ativo flumioxazina mais eficiente repetido dentre as 17 moléculas avaliadas, e duas misturas comerciais prontas à base de sulfentrazone com clomazona e imazethapir.

6. REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 11 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 132).
- AGOSTINETTO, D., RIGOLI, R. P., SCHAEGLER, C. E., TIRONI, S. P., SANTOS, L. ALBRECHT, Alfredo J. P.; Lorenzetti, Juliano B.; Albrecht, Leandro P.; Danilussi, Maikon T. Y.; Barroso, Arthur A. M.; Silva, André F. M. Eficácia de herbicidas no controle *Spermacoce verticillata* e seletividade para as plantas de milho. *Weed Control J*, v. 21, e202200769, dez. 2022.
- ASADUZZAMAN, MD; KOETZ, Eric; RAHMAN, Azizur. Fatores que afetam a germinação e emergência de sementes de capim-botão (*Dactyloctenium radulans*) (R. Br.) P. Beauv. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, v. 19, n. 3, pág. 85-92, 2019.
- BFG - The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.
- CABRAL, E.L.; MIGUEL, L.M.; SALAS, R.M. Dos especies nuevas de Borreria (Rubiaceae), sinopsis y clave de las especies para Bahia, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 25, n. 2, p. 255-276, 2011.
- CALDEIRA, D. S. A. Amaral; V. N.; Casadei, R. A.; Barros, L. V.; Figueiredo, Z. N. Controle de plantas daninhas em pastagem usando doses e misturas de herbicidas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 1.052-1.060, 2014.
- CAMPOS, D. D. A. **Matocompetição e controle químico da vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) na cultura do sorgo**. 2022. TCC (Graduação em Bacharel em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2022.
- CANUTO, R.C. & D. Canuto. 2021. Composição florística e distribuição espacial de plantas daninhas em pré-semeadura de soja em Uberlândia - MG. *Enciclopedia Biosfera*, 18(37). Disponível em <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5307>. Acesso em 08 set. 2024
- CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; BARBOSA, R. P.; TEIXEIRA, P. R. G.; JÚNIOR, N. D. S. C.; FOGAÇA, J. J. N. L. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da mandioca em Vitória da Conquista, Bahia. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, 2013.
- CARVALHO, N. D., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000.
- CASTILHO J, Forti VA, Monquero PA. Biologia e manejo não químico de *Spermacoce verticillata* e *Spermacoce densiflora*. *Agricultura renovável e sistemas alimentares*. 2022;37(2):103-112. doi:10.1017/S1742170521000375
- CASTILHO, Juliana. Biologia e manejo cultural das plantas daninhas *Spermacoce densiflora* DC. e *Spermacoce verticillata* L. (Rubiaceae). 2020.
- CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) e ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais). Cadeia da soja e do biodiesel: PIB, empregos

e comércio exterior – Primeiros Resultados e metodologia. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-da-cadeia-de-soja.aspx>. Acesso em 08 set. 2024.

CERQUEIRA, F. B. et al. Competição inicial entre cultivares de arroz de terras altas tolerantes à seca e plantas daninhas sob condições de estresse hídrico. **Planta Daninha**, v. 31, p. 291-302, 2013.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2024). Acompanhamento de safra brasileira: grãos: safra 2023/24, último levantamento, setembro de 2024. Brasília, DF: Conab, 2024.

CONSERVA, Lúcia; FERREIRA, Jesus. Espécies de Borreria e Spermaceae (Rubiaceae): Uma revisão de suas propriedades etnomedicinais, constituintes químicos e atividades biológicas. **Revisões de farmacognosia**, v. 6, n. 11, pág. 46, 2012.

CONSTANTIN, J.; Oliveira Júnior, R. S.; Contiero, R. L. 2009. Manejo antecipado é estratégia para inibir plantas daninhas. *Visão Agrícola*, Piracicaba, v. 50, n. 9, p. 119-122.

DALAZEN G. et al. **Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva.** *Pesqui Agropecu Trop.* 2015; 45: 249-256.

DEUBER, R. Ciência das plantas daninhas 1: Fundamentos. Legis Luma Ltda, Jaboticabal. **438p**, 1992.

EMBRAPA. **Sistemas de Produção**, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 04 de jun. de 2023.

FIALHO, C. M. T.; SANTOS, J. B.; FREITAS, M. A. M.; FRANÇA, A. C.; SILVA, A. A.; SANTOS, E. A. Fitossociologia da comunidade de plantas daninhas na cultura da soja transgênica sob dois sistemas de preparo do solo. **Scientia Agraria**, v. 12, n. 1, p. 9-17, 2011.

FONTES, J. R. A. **Manejo de plantas daninhas em seringais de cultivo na Amazônia.** Manaus: Embrapa-CPAA, 2007. 6 p. (Embrapa- CPAA. Circular Técnica, 6).

GREGO, C. R.; SPERANZA, E.A.; RODRIGUES, G.C.; LUCHIARI, A.J.; VENDRUSCULO, L.G.; RODRIGUES, C.A.G.; INAMASU, R.Y.; VAZ, C.M.P.; RABELLO L.M.; JORGE, L.A.C.; ZOLIN, C.A.; SANTOS, J.C.F.; RONQUIM, C.C. Tecnologias desenvolvidas em Agricultura de Precisão. Embrapa Instrumentação- **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas.** Brasília, DF: Embrapa, cap. 7, p. 166- 191, 2020.

GUIMARÃES, C. C., FARIA, J. M. R., OLIVEIRA, J. M., SILVA, E. A. A. D. Avaliação da perda da tolerância à dessecação e da quantidade de DNA nuclear em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert durante e após a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, p. 207-215, 2011.

JUNIOR, Rubem Silvério de Oliveira; BIFFE, Denis Fernando; CONSTANTIN, Jamil; ACCETTI, João Matheus Stempniak; WITTER, Ana Paula Werkhausen; SANCHES, Ana Karoline Silva. Para controlar a vassourinha-de-botão. **Revista Cultivar, Cultivar**

Grandes Culturas 299, p. 23-25. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/revistas/grandes-culturas/299>. Acesso em: 20 set. 2024.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. Ed. São Paulo: BASF, 2000. T. 3. 722p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**: Tomo III. 2.ed. São Paulo: Basf. 2000. 722p.

LIMA, C.C. et al. Estágios fenológicos associados ao controle químico no manejo de *Spermacocea densiflora* originada de sementes e rebrota. **Rev. Bras.Herbicidas**, v.18, n.3, p.1-7, 2019.

LIMA, M.E.C., B.C. Kruk, G.E. Ferrão, E.I.B. Almeida & R.C.A Araújo. 2022. Introdução à ciência das plantas daninhas. In: ALMEIDA, E. I. B, FERRÃO, G. E. (Org) Fundamentos em biologia e manejo de plantas daninhas. São Luís, EDUFMA, 2022.

LIMA, Vinícius Pedroso de. **Eficiência de herbicidas pré-emergentes no controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.) em pré-semeadura da soja**. 2023. 41 f. Dissertação (Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2023.

LOPES, JOSÉ VITOR PERES. **Manejo da vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*)**. Monografia (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal Goiano de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, GO, 26 p., 2023.

LOURENÇO, M. F. D. C. **Manejo químico de vassourinha-de-botão (*Spermacoce sp.*) na cultura da soja**. 2018. 58 f. Dissertação (Graduação em Mestrado Profissional em Proteção de Plantas) – Instituto Federal Goiano, Câmpus Urutaí, 2018.

MARTINS, B. A. B. **Biologia e manejo da planta daninha *Borreria densiflora* DC**. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

MARTINS, B. A. B.; Christoffoleti, P. J. **Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre- and post-emergence conditions**. *Planta Daninha*, v. 32, n. 4, p. 817-825, 2014.

MARTINS, B.A.B.J. et al. Germinação de *Borreria densiflora* var. *latifolia* sob condições controladas de luz e temperatura. *Planta Daninha*, v.28, n.2, p.301-307, 2010.

MENDONÇA, D.A., D.O Reis & J.R. Fabricante. 2023. Plantas daninhas de culturas agrícolas de importância econômica no Município de Itabaiana, SE. *Canoas*, v. 17, n. 1.

MERVOSH, T. L.; SIMMS, G. K.; STOLLER, E. W. Clomazone fate as affected by microbial activity, temperature, and soil moisture. **J. Agric. Food Chem.**, v. 43, p. 537-543, 1995.

MINOZZI, G. B. **Eficácia, absorção e translocação de glifosato e 2,4-D em *Spermacoce verticillata* (L.)**. 2022. 81 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2022.

MONQUERO, P. A.; SILVA, A. C. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção, 2005.

MUNDSTOCK, C. M.; Thomas, A. L. 2005. Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de plantas de lavouras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf.

NEHRING, R. The Brazilian Green Revolution. *Political geography*, v. 95, p. 102574, 2022. NUNES, A.L.; TREZZI, M.M.; DEBASTIANI, C. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. **Bragantia**, v.69, p 299-304, 2010.

NEPOMUCENO, Francisco Álvaro Almeida et al. O gênero Borreria (Spermacoaceae, Rubiaceae) no estado do Ceará, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, p. 715-731, 2018.

NOOR-ZIARAT, Reza et al. Estudos sobre biologia, distribuição e controle químico de sementes de melão-cheiroso (*Cucumis melo* var. *agrestis* Naudin): uma planta invasora. **Tecnologia de ervas daninhas**, v. 33, n. 1, pág. 202-209, 2019.

NORSWORTHY, J.K.; WARD, S.M; SHAW, D.R.; LEWELLYN, R.S.; NICHOLS, R.L.; WEBSTER, T.M.; BRADLEY, K. W.; FRISVOLD, G.; POWLES, S.B.; BURGOS, N, L.; WITT, W.W.; BARRETT, M. Reducing the risks of herbicide resistance: Best management practices and recommendations. **Weed Science: Special Issue** v.60, sp.1, p.31-62, 2012.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, p. 59-64, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. **Mecanismos de Ação de Herbicidas**. In: Oliveira Júnior R.S., Constantin, J., Inoue M.H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax Editora, 2011. p.141-192.

ORCARAY, L.; ZULET, A.; ZABALZA, A.; ROYUELA, M. Impairment of carbon metabolism induced by the herbicide glyphosate. **Journal of plant physiology**, v. 169, n. 1, p. 27-33, 2012.

OSBORNE, B. T.; SHAW, D. R.; RATLIFF, R. L. Soybean (*Glycine-max*) cultivar tolerance to san 582H and metolachlor as influenced by soil-moisture. **Weed Science**.v. 43, n. 2, p. 288-292, 1995.

OSIPE, J. B.; Teixeira, E. S.; Sanos, G.; Osipe, R.; Ferreira, C.; Osipe, P. B. 2011. Sistemas de manejo de plantas daninhas na pré-semeadura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas, Londrina**, v. 10, n. 2, p. 64-73.

PACHECO L.P. et al. 2016. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. *Rev Ciên Agron.*, 47: 500-508.

PASSOS, M. A. B.; MENDONÇA, M. S. Epiderme dos segmentos foliares de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) em três fases de desenvolvimento. **Acta Amazonica**, v. 36, p. 431-436, 2006.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série técnica IPEF*, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.

PITELLI, R. A., DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. **ROSSELLO, RD Siembra directa en el cono sur. Montevideo: PROCISUR**, p. 203-210, 2001.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. Manejo de plantas daninhas eudicotiledôneas na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v. 32, p. 683-697, 2014.

RODRIGUES, B. N., & Almeida, F. S. (2018) **Guia de Herbicidas**. (7a ed.), Produção Independente. 764p.

SAMMONS, R.D.; GAINES, T.A. Glyphosate resistance: state of knowledge. **Pest management science**, v. 70, n. 9, p. 1367-1377, 2014.

SANTOS, S. M. S.; GUSMÃO, M. S.; OLIVEIRA, L. S.; CARVALHO, F. D.; TEIXEIRA, E. C.; SILVA, R. A. Controle do complexo de plantas daninhas com herbicidas pré-emergentes na cultura do algodão. **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, p. 69 - 80, 2018.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. UFV: Viçosa, 2007. 367p.

SILVA, C.; SILVA, A.F.D.; VALE, W.G.D.; GALON, L.; PETTER, F.A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, n 73, p 438-445, 2014.

TAKAHASHI, Camila Naemi; NEGRAO, Bruno Wismeck; FIRMANI, José Flávio; OLIVEIRA, Guilherme Mendes Pio de; DALAZEN, Giliardi. Emergência e Crescimento Inicial de Vassourinha-de-Botão em Diferentes Profundidades de Semeadura e Texturas de Solo. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, [S. l.]**, v. 26, n. 3, p. 314–320, 2022. DOI: 10.17921/1415-6938.2022v26n3p314-327.

VOLL, E., GAZZIERO, D. L. P., BRIGHENTI, A. M., ADEGAS, F. S., GAUDÊNCIO, C. A., VOLL, C. E. A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo. Londrina: Embrapa Soja, (Documentos, 260). 2005.