

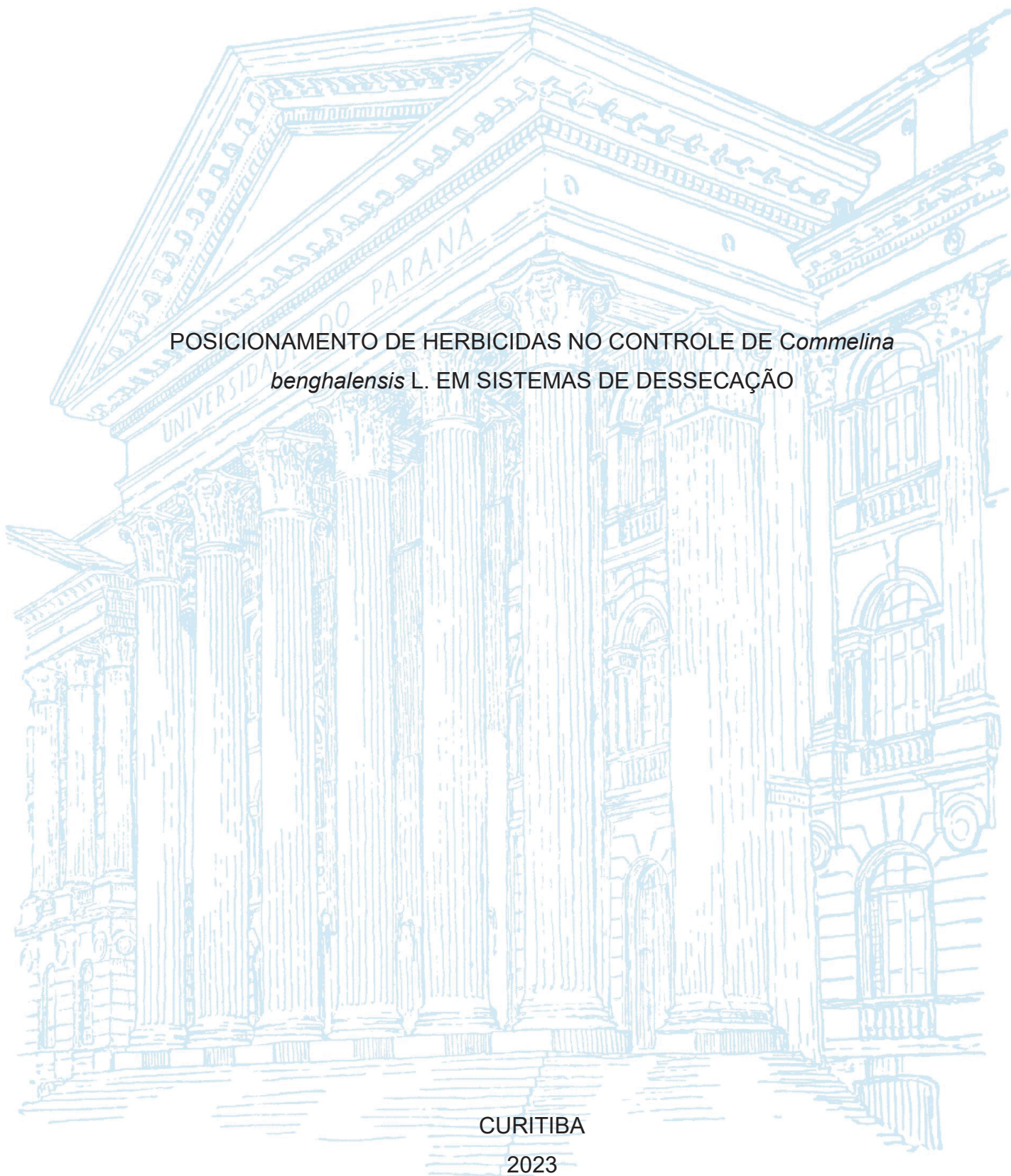
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WILLIAN FELIPE LARINI

POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE *Commelina
benghalensis* L. EM SISTEMAS DE DESSECAÇÃO

CURITIBA

2023



WILLIAN FELIPE LARINI

POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS NO MANEJO DE *Commelina benghalensis* L.
EM SISTEMAS DE DESSECAÇÃO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas e Segurança Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Junior Paiola Albrecht

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht

CURITIBA

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Larini, Willian Felipe

Posicionamento de herbicidas no manejo de *Commelina benghalensis* L. em sistemas de dessecação / Willian Felipe Larini . – Curitiba, 2023.

1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Junior Paiola Albrecht

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht

1. Dicamba. 2. Ervas daninhas. 3. Herbicidas. I. Albrecht, Alfredo Junior Paiola. II. Albrecht, Leandro Paiola. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal). IV. Título.

Bibliotecária: Telma Terezinha Stresser de Assis CRB-9/944



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **WILLIAN FELIPE LARINI** intitulada: **POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. EM SISTEMAS DE DESSECAÇÃO**, sob orientação do Prof. Dr. ALFREDO JUNIOR PAIOLA ALBRECHT, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 23 de Fevereiro de 2023.

Assinatura Eletrônica

23/02/2023 10:55:01.0

ALFREDO JUNIOR PAIOLA ALBRECHT

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

28/02/2023 15:02:19.0

PAULO VINICIUS DA SILVA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS)

Assinatura Eletrônica

23/02/2023 13:40:25.0

ANA LÍGIA GIRALDELI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA)

Rua dos Funcionários, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80035-050 - Tel: (41) 3350-5601 - E-mail: pgapv@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 258195

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 258195

A Deus, que conhece o íntimo do meu ser, e guiou-me até aqui.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo bom pensamento que me inspira, pela coragem e fé em meu coração.

Aos meus Pais, Luiz Cezar Larini e Marli Nardi Larini, pelo companheirismo e dedicação, pelo exemplo de humildade e por serem grandes mestres na escola da vida.

Aos meus queridos Avós, Avelino Larini e Erminia Larini, Eraci Nardi (*In memorian*) e Romildo Nardi (*In memorian*), e aos meus Padrinhos Vivian Formighieri e Antônio Ayrton Nardi.

À minha namorada, Debora Cristine Neuberger, que sempre dou muito de si para me dar forças para seguir quando eu já não as tinha. Por participar deste trabalho, mesmo quando ele era apenas uma hipótese, pelos longos, cansativos, mas valiosos dias de preparação, aplicação e infinitas avaliações. Pelo companheirismo, paciência, dedicação e amor. Obrigado por caminhar ao meu lado.

Ao meu orientador, e hoje amigo, Dr. Alfredo Junior Paiola Albrecht, por fazer parte dessa importante etapa em minha vida. Pelas lições, conselhos, conversas e oportunidades. Pelo exemplo profissional e pessoal dos quais sempre me lembrarei.

Aos grandes professores e tutores, Dr. Laercio Augusto Pivetta e Dr. Leandro Paiola Albrecht. Agradeço pela oportunidade de aprender e trabalhar ao lado de vocês desde a graduação.

Ao professor Dr. Arthur Arrobas Martins Barroso, pela ajuda e consideração em contribuir com este estudo.

Aos professores Dr. Paulo Vinicius da Silva e Dra. Ana Lígia Giraldeli pelas contribuições para o aprimoramento deste estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal (PGAPV) da Universidade Federal do Paraná.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade e apoio financeiro.

Ao Grupo de Pesquisa e hoje Empresa Junior, SUPRA Pesquisa, minha segunda casa desde o segundo semestre de 2015.

Aos meus grandes amigos e parceiros de trabalho, graduação, pós graduação e infância.

Agradeço de forma geral, com muito estimo, a todos os professores, técnicos e colaboradores, que de alguma forma contribuem com a Universidade Federal do Paraná, e deste modo, foram responsáveis pela caminhada até aqui, tenho certeza que levo comigo parte de vocês, e espero ter deixado o melhor de mim.

... the history of weeds is the history of man.

Anderson, 1954.

RESUMO

Os herbicidas mimetizadores de auxina são utilizados há mais de 70 anos e sua classe é hoje a 3ª mais utilizada, após EPSPs e ALS. Porém, há poucas informações relacionadas à eficácia em trapoeraba em estágio avançado de desenvolvimento e em misturas com outros mecanismos de ação. Acredita-se que existam níveis diferenciais de controle de trapoeraba entre os herbicidas mimetizadores de auxinas e que, a associação de outros mecanismos de ação em aplicações sequenciais pode melhorar a eficácia de controle. Deste modo, foram avaliados e comparados a eficácia de herbicidas mimetizadores de auxina, sua associação com diferentes mecanismos de ação em aplicações sequenciais com herbicidas associados e isolados em diferentes momentos no controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). Seis estudos de controle foram conduzidos em 2021, em Palotina, Oeste do Paraná, Brasil, em área experimental com infestação natural de trapoeraba em estágio avançado de desenvolvimento. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas por parcelas medindo 5 x 3 metros. O controle de plantas daninhas foi avaliado de 1 a 8 semanas após a aplicação (SAA) dos tratamentos. Em geral, não houve acréscimos significativos de controle com aumento de dose de equivalente de ácido dicamba. Dentre os auxínicos, o melhor desempenho foi observado com triclopyr isolado ou misturado com glyphosate, respectivamente, seguido pelo 2,4-D combinado com glyphosate. Fluroxypyr teve um desempenho intermediário. Dicamba apresentou os menores desempenhos com ou sem glyphosate. Intervenções sequenciais proporcionam acréscimos de controle. Glyphosate + triclopyr apresentou menor sensibilidade aos momentos da aplicação sequencial, comparado com (glyphosate + 2,4-D) que evidenciou interações mais específicas entre herbicidas e momento da aplicação. Destaca-se ainda que, em aplicações sequenciais, 400 g i.a. ha⁻¹ de diquat proporcionou controles superiores a 500 g i.a. ha⁻¹ de glufosinate quando posicionado após (glyphosate + 2,4-D). Saflufenacil, não proporcionou acréscimos de controle a (glyphosate + 2,4-D), independente da sequencial utilizada, embora saflufenacil tenha sido superior a carfentrazone quando associados a glyphosate e utilizado diquat na sequencial. Quando utilizamos glufosinate, carfentrazone foi superior a saflufenacil. A adição de herbicidas pré-emergentes em programas de dessecação não reduziu a eficácia de controle em pós-emergência.

Palavras-chave: Auxínicos. Dicamba. Mistura. Planta Daninha. Trapoeraba.

ABSTRACT

Auxin mimics have been used for more than 70 years and their class is now the 3rd most used, just behind EPSPs and ALS. However, there is little information related to their efficacy in dayflowers at an advanced stage of development and in mixtures with herbicides of other mechanisms of action. It is believed that there are differential levels of dayflowers control among the auxin mimics herbicides and that the association of other mechanisms of action in sequential applications can improve the control efficacy. Accordingly, the efficacy of auxin mimics herbicides, their association with different mechanisms of action, and sequential applications with herbicides associated and isolated at different moments in Dayflower (*Commelina benghalensis* L.) were evaluated and compared. Six control studies were conducted in 2021 in Palotina, West Paraná, Brazil, in an experimental area with a natural infestation of dayflowers in an advanced stage of development. The experimental design used was randomized blocks with four replications. The experimental units consisted of plots measuring 5 by 3 meters. Weed control was evaluated from 1 to 8 weeks after the application (SAA) of herbicides. In general, there were no significant increases in control with increasing rates of dicamba acid equivalent. Among the auxins, the best performance was observed by triclopyr alone or mixed with glyphosate, respectively, followed by 2,4-D combined with glyphosate. Fluroxypyr had an intermediate performance. Dicamba showed the lowest performances with or without glyphosate. Sequential interventions provide improvements in the control. Glyphosate + triclopyr showed less sensitivity to sequential application moments, compared to (glyphosate + 2,4-D) which showed more specific interactions between herbicides and time of application. We also highlight that, in sequential applications, 400 g ai ha⁻¹ of diquat provided controls greater than 500 g ai ha⁻¹ of glufosinate when positioned after (glyphosate + 2,4-D). Saflufenacil did not provide control increases to (glyphosate + 2,4-D), regardless of the sequential used, although it was superior to carfentrazone when associated with glyphosate and diquat used in the sequential. When using glufosinate, carfentrazone was superior to saflufenacil. The addition of pre-emergent herbicides in desiccation programs did not reduce efficacy.

Keywords: Auxin mimics. Dicamba. Tank-mix. Weed. Dayflower.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E PRECIPITAÇÃO EM MÉDIAS DE DEZ DIAS DURANTE A CONDUÇÃO EM 2021, DEMONSTRANDO O MOMENTO DA APLICAÇÃO E AVALIAÇÕES (SAA), NO OESTE DO PARANÁ, BRASIL.23
- FIGURA 2** - CURVAS DOSE-RESPOSTA DE DICAMBA PARA PLANTAS DE *Commelina benghalensis* L. TOLERANTE AO GLYPHOSATE EM ESTÁGIO AVANÇADO DE DESENVOLVIMENTO DE 1 A 8 SEMANAS E DOSE EFETIVA PREVISTA PARA CONTROLE DE 50% (ED₅₀) NO OESTE DO PARANÁ. BRASIL EM 2021.29
- FIGURA 3** - HERBICIDAS RESIDUAIS ASSOCIADOS A GLYPHOSATE E CARFENTRAZONE APLICADOS 7 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DE AUXÍNICOS ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 7 DIAS APÓS A PRIMEIRA APLICAÇÃO.35
- FIGURA 4** - HERBICIDAS RESIDUAIS ASSOCIADOS A GLYPHOSATE E CARFENTRAZONE APLICADOS 7 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DE AUXÍNICOS ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. DOS 14 AOS 56 DIAS APÓS A PRIMEIRA APLICAÇÃO.36
- FIGURA 5** - ASSOCIAÇÕES COM HERBICIDAS AUXÍNICOS E SEQUENCIAS COM GLUFOSINATE E DIQUAT FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 14 DAA.40
- FIGURA 6** - ASSOCIAÇÕES COM HERBICIDAS AUXÍNICOS E SEQUENCIAS COM GLUFOSINATE E DIQUAT FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 28 DAA.41
- FIGURA 7** - ASSOCIAÇÕES COM HERBICIDAS AUXÍNICOS E SEQUENCIAS COM GLUFOSINATE E DIQUAT FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 42 DAA.42
- FIGURA 8** - ASSOCIAÇÕES COM HERBICIDAS AUXÍNICOS E SEQUENCIAS COM GLUFOSINATE E DIQUAT FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 56 DAA.43

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** - LOCAL, COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS DO SOLO, CLIMA NA APLICAÇÃO DO TRATAMENTO E DATA DE PULVERIZAÇÃO DO TRATAMENTO PARA QUATRO ENSAIOS DE CAMPO CONDUZIDOS NO OESTE DO PARANÁ, BRASIL, 2021...22
- TABELA 2** – EXPERIMENTO III: APLICAÇÃO SEQUENCIAL DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ASSOCIADOS A GLYPHOSATE E ASSOCIAÇÕES DE CARFENTRAZONE COM HERBICIDAS RESIDUAIS NO CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.....24
- TABELA 3** – EXPERIMENTO IV: PERFORMANCE DE GLUFOSINATE E DIQUAT EM APLICAÇÃO SEQUENCIAL A MISTURAS SIMPLES E TRIPLAS NO CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.....25
- TABELA 4** - EXPERIMENTO V: TRATAMENTOS COMPOSTOS PELA ASSOCIAÇÃO DE HERBICIDAS NA PRIMEIRA APLICAÇÃO SEGUIDOS PELA APLICAÇÃO SEQUENCIAL COM GLUFOSINATE E DIQUAT E UMA TERCEIRA INTERVENÇÃO COM GLYPHOSATE ASSOCIADO A CARFENTRAZONE PARA O CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.....26
- TABELA 5** - EXPERIMENTO VI: POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS EM APLICAÇÃO SEQUENCIAL AOS 7 E 14 DIAS APÓS A PRIMEIRA PARA O CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.....27
- TABELA 6** - DOSES DE DICAMBA EM APLICAÇÃO ÚNICA E CONTROLE VISUAL (%) DE *Commelina benghalensis* L. TOLERANTE AO GLYPHOSATE DE 1 A 8 SEMANAS APÓS A APLICAÇÃO (SAA) NO OESTE DO PARANÁ, BRASIL, 2021.....31
- TABELA 8** - CONSISTÊNCIA DO CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. TOLERANTE AO GLYPHOSATE (GT) EM ESTÁGIO AVANÇADO DE DESENVOLVIMENTO. 2. 4. E 8 SEMANAS APÓS APLICAÇÃO (SAA) COM OU SEM MISTURA DE GLYPHOSATE NO OESTE DO PARANÁ. BRASIL EM 2021.32
- TABELA 7** - HERBICIDAS AUXÍNICOS EM APLICAÇÃO ÚNICA COM OU SEM MISTURA DE GLYPHOSATE. E A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. TOLERANTE AO GLYPHOSATE DE

1 A 8 SEMANAS APÓS A APLICAÇÃO (SAA) NO OESTE DO PARANÁ. BRASIL EM 2021.	33
TABELA 9 – TERCEIRA APLICAÇÃO SEQUENCIAL COM GLYPHOSATE ASSOCIADO A CARFENTRAZONE REALIZADA AOS 56 DAA FRENTE A PORCENTAGEM DE <i>Commelina benghalensis</i> L.	46
TABELA 10 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DOS FATORES HERBICIDA E MOMENTO DA APLICAÇÃO SEQUENCIAL FRENTE A PORCENTAGEM DE <i>Commelina benghalensis</i> L.	48
TABELA 11 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DOS FATORES HERBICIDA E MOMENTO DA APLICAÇÃO SEQUENCIAL FRENTE A PORCENTAGEM DE <i>Commelina benghalensis</i> L.	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA E ARRANJO EXPERIMENTAL	21
3.2 AVALIAÇÕES E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 EXPERIMENTOS I E II: DESEMPENHO DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÃO COM GLYPHOSATE NO CONTROLE DE <i>Commelina benghalensis</i> L. EM ESTÁGIO AVANÇADO DE DESENVOLVIMENTO	29
4.1.1 EXPERIMENTO I: DOSES DE DICAMBA.....	29
4.1.2 EXPERIMENTO II: HERBICIDAS AUXÍNICOS ISOLADOS E ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE.....	31
4.2 EXPERIMENTO III: APLICAÇÃO SEQUENCIAL DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ASSOCIADOS A GLYPHOSATE E ASSOCIAÇÕES DE CARFENTRAZONE COM HERBICIDAS RESIDUAIS NO CONTROLE DE <i>Commelina benghalensis</i> L.....	35
4.3 EXPERIMENTO IV: PERFORMANCE DE GLUFOSINATE E DIQUAT EM APLICAÇÃO SEQUENCIAL A MISTURAS SIMPLES E TRIPLAS NO CONTROLE DE <i>Commelina benghalensis</i> L.	39
4.3.1 EXPERIMENTO V: TERCEIRA INTERVENÇÃO SEQUENCIAL AOS 56 DAA COM GLYPHOSATE ASSOCIADO A CARFENTRAZONE	45
4.4 EXPERIMENTO VI: POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS EM APLICAÇÃO SEQUENCIAL AOS 7 E 14 DIAS APÓS A PRIMEIRA E O CONTROLE DE <i>Commelina benghalensis</i> L.	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), planta tolerante ao herbicida glyphosate (CULPEPPER et al., 2004; LUCIO et al., 2019; HOLKEM et al., 2022), está listada entre as piores espécies de plantas daninhas do mundo, afetando cerca de 25 culturas em 29 países (HOLM et al., 1977). No Brasil, a trapoeraba está entre as cinco plantas daninhas mais problemáticas nos sistemas de produção agrícola (OLIVEIRA et al., 2021), e práticas simplificadas no uso de herbicidas colocam em risco a segurança alimentar global (NEVE et al., 2018).

A ciência das plantas daninhas tem sido uma das áreas mais pressionadas nos últimos anos, principalmente pós-geração de culturas RR (Roundup Ready Technology®). No Brasil, 93% da área agrícola é destinada à produção de soja (LUCIO et al., 2019), anos sucessivos de manejo simplificado com glyphosate e forte dependência do controle químico tornaram-se insustentáveis, fazendo com que populações de *C. benghalensis* tenham sido selecionadas.

Dias et al. (2018) através de levantamento fitossociológico realizado no município de Palotina, oeste do Paraná, demonstraram que em áreas cultivadas com soja resistente ao glyphosate, as principais espécies encontradas foram: *Conyza* spp., *C. benghalensis* e *Digitaria insularis*. Albrecht et al. (2018) também observaram alta incidência de *C. benghalensis* em trabalho realizado na mesma região. Castro et al. (2021) mostraram que *C. benghalensis* estava entre as espécies com índices de importância relativa > 30% em uma de suas áreas de manejo, onde glyphosate é utilizado há vários anos.

Commelina spp. infesta 41,2% das áreas plantadas com soja em todo o Brasil e apresenta altos níveis de dispersão com maior proporção em áreas com temperaturas mais altas ao longo do ano (LUCIO et al., 2019). Além disso, mesmo em baixas densidades, *C. benghalensis* é mais competitiva e causa maiores perdas de produtividade do que outras plantas daninhas comuns tolerantes ao glyphosate (OLIVEIRA et al., 2018). Outro agravante é o estágio de desenvolvimento da planta daninha, pois estudos demonstram que o controle da trapoeraba no campo é dificultado quando estas ultrapassam a altura de 10 cm (CULPEPPER et al., 2004; CRAIGMYLE et al., 2013; OSIPE et al., 2017).

O herbicida 2,4-D tem sido o mais utilizado em associação com o glyphosate no manejo de dessecação de *C. benghalensis*, visto que a mistura tende a acelerar

e melhorar a eficácia do controle de plantas daninhas (TAKANO et al., 2013). No entanto, herbicidas do mesmo grupo químico podem interagir de forma diferente quando misturados com determinado herbicida. Quando herbicidas de modos de ação distintos são co-aplicados, o controle de plantas daninhas com essas combinações pode ser denominado “antagônico”, “aditivo” ou “sinérgico” (FLUTTERT et al., 2022).

Os herbicidas mimetizadores de auxina são usados há mais de 70 anos e sua classe é hoje a 3ª mais usada, após EPSPs e ALS (TODD et al., 2020). No Brasil, casos de resistência foram relatados em apenas três espécies – *Echinochloa crus-gavonis*, *Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli* e *Conyza sumatrensis* – de plantas daninhas, (HEAP, 2023).

Culturas com biotecnologias incorporadas de tolerância a herbicidas auxínicos Enlist™ e Xtend® são ferramentas importantes, mas, de acordo com Westwood et al. (2018), são soluções de curto prazo para alguns dos problemas enfrentados atualmente, pois já existem relatos de resistência de plantas daninhas a essas moléculas, como 2,4-D e dicamba (HEAP, 2023).

Assim, a associação de herbicidas de mecanismos de ação diferentes parece ser uma alternativa para controlar de forma eficiente plantas de difícil controle como a trapoeraba.

Embora os herbicidas desse grupo sejam ferramentas de extrema importância, há poucas informações relacionadas à eficácia em *C. benghalensis*, principalmente em plantas com estágio avançado de desenvolvimento. Acredita-se que existam diferentes níveis de controle de trapoeraba entre os herbicidas mimetizadores de auxinas e que, a associação de herbicidas em aplicações sequenciais podem melhorar a eficácia de controle desta planta daninha.

Desta forma, foram avaliados e comparados a eficácia de herbicidas mimetizadores de auxina, sua associação com diferentes mecanismos de ação e aplicações sequenciais com herbicidas associados e isolados em diferentes momentos no controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.).

2 REVISÃO DE LITERATURA

As condições edafoclimáticas do Brasil possibilitam o cultivo de mais de uma cultura podendo, em algumas regiões, realizar até três safras em um ano agrícola

(BECKER et al., 2019). Esta intensificação do sistema de produção é possível graças à adoção da semeadura direta. Um dos sistemas de produção predominantes é o cultivo de soja e milho ou soja e trigo. Gazziero et al. (2010) observaram que a infestação de áreas agrícolas cultivadas no sistema soja, milho e trigo no Paraná e Rio Grande do Sul tem aumentado significativamente.

Embora boa parte dos produtores adotem a semeadura direta, as premissas do Sistema de Plantio Direto não são atendidas, uma vez que a sucessão soja - milho safrinha é predominante (LARINI et al., 2018). A simplificação do sistema de produção, dentre outros fatores, favorece a infestação por plantas daninhas (CONCENÇO & GRIGOLLI, 2015).

Plantas daninhas mal controladas, áreas sem cobertura adequada do solo ou em pousio são agentes responsáveis pela manutenção do banco de sementes do solo. O banco de sementes do solo pode apresentar em torno de 2.000 a 7.000 sementes de plantas daninhas por metro quadrado na camada arável (JOHNSON & ANDERSON, 1986). No entanto, a germinação tende a ocorrer de modo desuniforme e variável ao longo do tempo entre as espécies (VOLL et al., 2001), enquanto algumas, como as de trapoeraba, podem permanecer viáveis por cerca de 40 anos (VOLL et al., 1997).

Alterações no banco de sementes em função do manejo simplificado de sucessão de culturas, períodos de pousio e de falhas sequenciais no controle de plantas daninhas possibilitaram a evolução dos problemas de resistência pela elevada pressão de seleção, geralmente em decorrência do controle inicial de comunidades suscetíveis nas doses de bula por cerca de 4 a 8 anos, selecionando biótipos não mais controlados nas doses recomendadas, fazendo-se necessária a utilização de herbicidas alternativos e suas combinações (VOLL et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2006).

Uma vez que as plantas daninhas interferem no desenvolvimento das culturas, influenciando na redução de rendimento, em função da competição, o controle é uma necessidade de ordem econômica (ALBRECHT et al., 2020).

Definir as estratégias de controle é um dos pontos mais importantes para a eficiência do sistema de produção. A dessecação entre safras parece ser o melhor momento para se utilizar as ferramentas herbicidas. Além disso, aplicações em pós-emergência da cultura podem implicar em riscos de fitointoxicação, reduzindo o seu desempenho agrônomo, e muitas vezes, sendo potencialmente menos eficientes

no controle de plantas daninhas que foram mal manejadas no período anterior à instalação da cultura.

Em ensaios conduzidos por Albrecht et al. (2020), os autores observaram que as aplicações de glyphosate em altas doses na cultura da soja podem reduzir a rentabilidade da cultura, independente das formulações e manejos utilizados. Zobiolo et al. (2010) demonstraram que cultivares de grupos de maturação diferentes podem apresentar níveis de fitointoxicação diferentes, devido a períodos maiores ou menores de desintoxicação do herbicida glyphosate.

Para garantir a sustentabilidade e a eficiência do sistema produtivo em áreas de plantio direto, a melhor estratégia é utilizar as ferramentas do manejo integrado de plantas daninhas (GOMES JR & CHRISTOFFOLETI, 2008). Concenço e Grigolli (2015) concluíram que o controle químico das plantas daninhas é mais efetivo quando empregado em um sistema de manejo integrado antecipado.

Conhecer a composição de plantas daninhas presentes no ambiente de produção através do levantamento fitossociológico é uma ferramenta importante para o sucesso de um programa de dessecação. Deste modo, aspectos biológicos e ecológicos das espécies de plantas daninhas podem ser alterados em função do manejo utilizado (JOHNSON & ANDERSON, 1986).

Outro fator agravante é o estágio de desenvolvimento da planta daninha, uma vez que estudos têm demonstrado que o controle de trapoeira no campo é dificultado quando as plantas ultrapassam a altura de 10 cm (CULPEPPER et al., 2004).

Comumente, plantas em estágios avançados de desenvolvimento demandam intervenções sequenciais com herbicidas de mecanismos de ação diferentes. Constantin & Oliveira Junior (2005), demonstram que aplicações sequenciais antecipadamente com herbicidas sistêmicos no primeiro momento, e de contato na sequência, proporcionaram maior eficácia de controle das plantas daninhas.

O herbicida 2,4-D tem sido o mais utilizado em associação ao glyphosate nos manejos de dessecação, uma vez que a mistura tende a acelerar e melhorar a eficácia de controle das plantas daninhas. Essa combinação associada a herbicidas com ação residual, complementadas por aplicações sequenciais envolvendo produtos de contato têm se mostrado ferramentas importantes no manejo de plantas daninhas (TAKANO et al., 2013; GAZZIERO et al., 2010; MONQUERO et al., 2008).

No entanto, as culturas da soja e milho quando semeadas muito próximas ao momento da dessecação (sete a dez dias) ou no sistema aplique-plante, podem potencialmente apresentar sintomas de fitointoxicação no período inicial de desenvolvimento, refletindo em redução do crescimento vegetativo e da produtividade (CONSTANTIN & OLIVEIRA JUNIOR, 2005 apud GOMES JR & CHRISTOFFOLETI, 2008). Para Peixoto & Souza (2002), as perdas de produtividade da soja chegaram a 14% quando semeada imediatamente após a dessecação da cultura do sorgo.

Para Constantin et al. (2009), a antecipação do manejo de plantas daninhas possibilita redução no uso de herbicidas em pós-emergência e melhora a eficácia de controle. Em dessecações antecipadas, o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas é um dos fatores mais importantes para eficácia de controle (KOGER et al., 2004). Além disso, áreas com manejo antecipado apresentam menor umidade de grãos na colheita e maior produtividade. Oliveira Jr. (2006) observou produtividades cerca de 10 a 20% maiores em sistemas de manejo antecipado.

Dias et al. (2013) em trabalho realizado com *C. benghalensis*, demonstraram que o florescimento é o estágio máximo para aplicação do herbicida e que à medida que a planta se desenvolve ocorre redução nos níveis de controle, conferindo maior grau de tolerância ao herbicida.

Isso pode ser importante quando se busca um sistema de manejo baseado no manejo integrado de plantas daninhas. Voll et al. (2002) demonstraram em trabalho conduzido com *C. benghalensis*, que a germinação e a velocidade de germinação de sementes aéreas são menores que as subterrâneas demonstrando que plantas oriundas do banco de sementes podem representar maiores problemas para o programa de controle.

Riar et al. (2012), trabalhando com sementes subterrâneas de *C. benghalensis*, demonstraram que a viabilidade das sementes no início do estudo foi de 84%, diminuindo para 81% após 6 meses e 51% após 24 meses do enterramento. Aos 36 meses, a viabilidade das sementes era de 27%, e de 1% após 42 meses.

Além disso, as sementes de trapoeraba podem emergir de uma profundidade de 12 a 15 cm, embora alguns trabalhos demonstrem que 42% e 94% emergem da porção subsuperficial de um a quatro centímetros, respectivamente (Sabila et al., 2012; Walker & Evenson, 1985).

Uma das ferramentas em sistemas integrados de manejo é utilização de herbicidas com efeito residual, capazes de suprimir, minimizar ou impedir a germinação do banco de sementes. Em trabalhos com aplicação de pré-emergentes realizados por Monquero et al. (2008), os autores concluíram que mesmo na aplicação de herbicidas após períodos de seca, houve maior efeito residual no solo. Em dessecações antecipadas, um efeito residual maior tende a garantir um tempo maior de supressão do banco de sementes de plantas daninhas, garantindo menores índices de infestação, proporcionando um ambiente melhor para instalação da próxima cultura. Além disso, herbicidas pré-emergentes podem ser utilizados associados a herbicidas pós-emergentes, embora poucos estudos demonstrem os efeitos destas associações sob plantas de *C. benghalensis*.

Culturas com biotecnologias de resistência a herbicidas embutidas são ferramentas importantes, mas segundo Westwood et al. (2018) são soluções de curto prazo para alguns dos problemas enfrentados atualmente, uma vez que já existem relatos de resistência a essas moléculas como, por exemplo, 2,4-D e dicamba.

Deste modo, este estudo preocupa-se em compreender o comportamento de herbicidas auxínicos e suas interações com outros mecanismos de ação, em diferentes momentos e intervalos de aplicação, sobre o controle de plantas de *C. benghalensis* em estágio avançado de desenvolvimento. Acredita-se que existam níveis diferenciais de controle de trapoeraba entre herbicidas auxínicos e que, a associação com outros mecanismos ação em aplicações sequenciais podem melhorar a eficácia de controle desta planta daninha.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área e arranjo experimental.

Seis experimentos foram conduzidos na safra 2021/2022 em uma área agrícola no município de Palotina, Oeste do Paraná, Brasil. Estas áreas apresentaram uma infestação natural de Trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) tolerante ao glyphosate, em estágio avançado de desenvolvimento com média (~0,5

m de altura e 100% de cobertura do solo), em um solo muito argiloso. O local, as coordenadas de localização, as características do solo, as condições climáticas e a data da aplicação dos tratamentos para os ensaios realizados estão listados na Tabela 1.

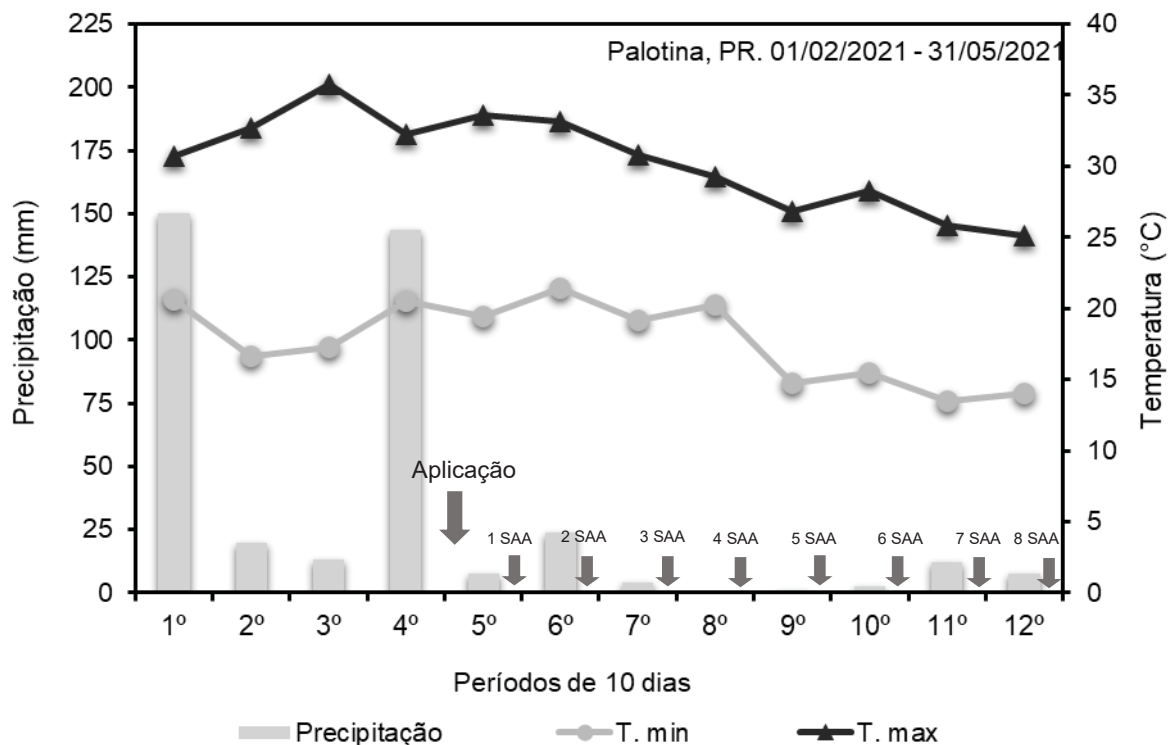
TABELA 1 - LOCAL, COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS DO SOLO, CLIMA NA APLICAÇÃO DO TRATAMENTO E DATA DE PULVERIZAÇÃO DO TRATAMENTO PARA QUATRO ENSAIOS DE CAMPO CONDUZIDOS NO OESTE DO PARANÁ, BRASIL, 2021.

Ensaio	Coordenadas	Textura	Características do Solo			Condições ambientais no início das aplicações			Data da aplicação
			Areia	Silte	Argila	Temperatura do Ar C°	Umidade Relativa %	Velocidade do Vento km h ⁻¹	
E1	24°20'54.0"S 53°51'48.2"W	Latossolo	15	20	62	26.7	58.9	4.0	24/Março
		Vermelho							
E2	24°20'54.0"S 53°51'48.7"W	Latossolo	15	20	62	27.3	58.7	4.3	24/Março
		Vermelho							
E3	24°20'50.9"S 53°51'49.8"W	Latossolo	15	20	62	27.9	58.5	5.3	24/Março
		Vermelho							
E4	24°20'51.0"S 53°51'49.0"W	Latossolo	14	21	64	28.2	56.2	6.2	24/Março
		Vermelho							
E5	24°20'51.0"S 53°51'49.0"W	Latossolo	14	21	64	28.5	55.3	6.4	24/Março
		Vermelho							
E6	24°20'53.3"S 53°51'49.6"W	Latossolo	14	21	64	28.9	52.2	6.0	24/Março
		Vermelho							

Os dados das condições climáticas contendo índices pluviométricos, temperaturas mínimas e máximas foram organizados demonstrando as condições durante o período de realização dos estudos (Figura 1). Durante o período de avaliação, ocorreram baixas precipitações e altas temperaturas, sendo que após a aplicação dos tratamentos, não foi observada precipitação significativa nos 80 dias

seguintes (59 mm acumulados). Nestas condições, as plantas estressadas tendem a ser fisiologicamente menos sensíveis aos herbicidas (LUCIO et al., 2019).

FIGURA 1 - TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E PRECIPITAÇÃO EM MÉDIAS DE DEZ DIAS DURANTE A CONDUÇÃO EM 2021, DEMONSTRANDO O MOMENTO DA APLICAÇÃO E AVALIAÇÕES (SAA), NO OESTE DO PARANÁ, BRASIL.



Os experimentos foram conduzidos sob delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os experimentos I e II foram repetidos na área de forma simultânea. Para o experimento VI foi utilizado um arranjo fatorial com 2 fatores (herbicida x momento da sequencial). As unidades experimentais consistiram em parcelas medindo 5 por 3 metros.

Os herbicidas utilizados em cada tratamento e experimento estão incluídos nas Tabelas 2 a 7. Todos os tratamentos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado CO₂ com seis pontas TeeJet 110015 AIXR (Teejet® Technologies South America) espaçadas a 0,5 m, na pressão de 245 kPa e velocidade de 3,6 km h⁻¹, proporcionando um volume de aplicação de 150 L ha⁻¹.

TABELA 2 – EXPERIMENTO III: APLICAÇÃO SEQUENCIAL DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ASSOCIADOS A GLYPHOSATE E ASSOCIAÇÕES DE CARFENTRAZONE COM HERBICIDAS RESIDUAIS NO CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.

Primeira Aplicação		Segunda Aplicação		
Nome Comum	Dose g i.a ou e.a ha ⁻¹	Adjuvante (Dose) L ha ⁻¹	Nome comum	Dose g i.a ou e.a ha ⁻¹
Não-tratado	-	-	-	-
Glyphosate	1550 ^e	-	glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 30 ⁱ
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 967 ^e	-	glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 30 ⁱ
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 967 ^e	-	glyphosate + carfentrazone + diclosulan	1550 ^e + 30 ⁱ + 35 ⁱ
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 967 ^e	-	glyphosate + carfentrazone + (imazethapyr + flumioxazin)	1550 ^e + 30 ⁱ + (120 ^e +60 ⁱ)
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 967 ^e	-	glyphosate + carfentrazone + (sulfentrazone + diuron)	1550 ^e + 30 ⁱ + (245+490) ⁱ
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 967 ^e	-	glyphosate + carfentrazone + s-metolachlor	1550 ^e + 30 ⁱ + 1920 ⁱ
Glyphosate + dicamba	1550 ^e + 480 ^e	Mees® (0,5)	glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 30 ⁱ
Glyphosate + dicamba	1550 ^e + 480 ^e	Mees® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + diclosulan	1550 ^e + 30 ⁱ
Glyphosate + dicamba	1550 ^e + 480 ^e	Mees® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + (imazethapyr + flumioxazin)	1550 ^e + 30 ⁱ + 35 ⁱ
Glyphosate + dicamba	1550 ^e + 480 ^e	Mees® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + (sulfentrazone + diuron)	1550 ^e + 30 ⁱ + (120 ^e +60 ⁱ)
Glyphosate + dicamba	1550 ^e + 480 ^e	Mees® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + s-metolachlor	1550 ^e + 30 ⁱ + (245+490) ⁱ
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar® (0,5)	glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 30 ⁱ + 1920 ⁱ
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + diclosulan	1550 ^e + 30 ⁱ
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + (imazethapyr + flumioxazin)	1550 ^e + 30 ⁱ
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + (sulfentrazone + diuron)	1550 ^e + 30 ⁱ + 35 ⁱ
Glyphosate + fluoxypyr	1550 ^e + 400 ^e	Rumba® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + s-metolachlor	1550 ^e + 30 ⁱ + (120 ^e +60 ⁱ)
Glyphosate + fluoxypyr	1550 ^e + 400 ^e	Rumba® (0,5)	glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 30 ⁱ + (245+490) ⁱ
Glyphosate + fluoxypyr	1550 ^e + 400 ^e	Rumba® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + diclosulan	1550 ^e + 30 ⁱ + 1920 ⁱ
Glyphosate + fluoxypyr	1550 ^e + 400 ^e	Rumba® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + (imazethapyr + flumioxazin)	1550 ^e + 30 ⁱ
Glyphosate + fluoxypyr	1550 ^e + 400 ^e	Rumba® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + (sulfentrazone + diuron)	1550 ^e + 30 ⁱ
Glyphosate + fluoxypyr	1550 ^e + 400 ^e	Rumba® (0,5)	glyphosate + carfentrazone + s-metolachlor	1550 ^e + 30 ⁱ + 35 ⁱ

*Na segunda aplicação, todos os tratamentos receberam a adição de Assist® a 0,5 L ha⁻¹.

*Aplicação sequencial foi realizada aos 7 dias após a primeira.

^e Equivalente ácido

ⁱ Ingrediente ativo

TABELA 3 – EXPERIMENTO IV: PERFORMANCE DE GLUFOSINATE E DIQUAT EM APLICAÇÃO SEQUENCIAL A MISTURAS SIMPLES E TRIPLAS NO CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.

Nome Comum	Primeira Aplicação		Segunda Aplicação	
	Dose g i.a ou e.a ha ⁻¹	Adjuvante (Dose) L ha ⁻¹	Nome Comum	Dose g i.a ou e.a ha ⁻¹ Adjuvante (Dose) L ha ⁻¹
Não-tratado	-	-	-	-
Glyphosate + saflufenacil	1550 ^e + 35 ⁱ	Dash [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 967 ^e	-	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + dicamba	1550 ^e + 480 ^e	Mees [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	1550 ^e + 480 ^e + 35 ⁱ	Mees [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + 2,4-D + saflufenacil	1550 ^e + 967 ^e + 35 ⁱ	Dash [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + dicamba + glufosinate	1550 ^e + 480 ^e + 500 ⁱ	Aureo [®] (1,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + 2,4-D + glufosinate	1550 ^e + 967 ^e + 500 ⁱ	Aureo [®] (1,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + 2,4-D + carfentrazone	1550 ^e + 967 ^e + 0,03 ⁱ	Assist [®] (5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + carfentrazone + chlorimuron	1550 ^e + 0,03 ⁱ + 20 ⁱ	Assist [®] (5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 0,03 ⁱ	Assist [®] (5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + carfentrazone + glufosinate	1550 ^e + 0,03 ⁱ + 500 ⁱ	Assist [®] (5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + mesotrione	1550 ^e + 192 ⁱ	Lanzar [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + tembotrione	1550 ^e + 100,8 ⁱ	Aureo [®] (1,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + cloransulam	1550 ^e + 40 ⁱ	Agral [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + fomesafen	1550 ^e + 187,5 ⁱ	Agral [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + saflufenacil	1550 ^e + 35 ⁱ	Dash [®] (0,5)	diquat	400 ⁱ -
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 967 ^e	-	diquat	400 ⁱ -
Glyphosate + 2,4-D + saflufenacil	1550 ^e + 967 ^e + 35 ⁱ	Dash [®] (0,5)	diquat	400 ⁱ -
Glyphosate + 2,4-D + carfentrazone	1550 ^e + 967 ^e + 0,03 ⁱ	Assist [®] (5)	diquat	400 ⁱ -
Glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 0,03 ⁱ	Assist [®] (5)	diquat	400 ⁱ -

* Aplicação sequencial foi realizada aos 7 dias após a primeira.

^e Equivalente ácido

ⁱ Ingrediente ativo

TABELA 4 - EXPERIMENTO V: TRATAMENTOS COMPOSTOS PELA ASSOCIAÇÃO DE HERBICIDAS NA PRIMEIRA APLICAÇÃO SEGUIDOS PELA APLICAÇÃO SEQUENCIAL COM GLUFOSINATE E DIQUAT E UMA TERCEIRA INTERVENÇÃO COM GLYPHOSATE ASSOCIADO A CARFENTRAZONE PARA O CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.

Nome Comum	Primeira Aplicação		Segunda Aplicação		Terceira Aplicação	
	Dose g i.a / e.a ha ⁻¹	Adjuvante (Dose) L ha ⁻¹	Nome Comum	Dose g i.a / e.a ha ⁻¹	Nome Comum	Dose g i.a / e.a ha ⁻¹
Não-tratado	-	-	-	-	-	-
Glyphosate + saflufenacil	1550 ^e + 35 ⁱ	Dash® (0,5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 967 ^e	-	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + dicamba	1550 ^e + 480 ^e	Mees® (0,5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	1550 ^e + 480 ^e + 35 ⁱ	Mees® (0,5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + dicamba + glufosinate	1550 ^e + 480 ^e + 500 ⁱ	Aureo® (1,5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + carfentrazone + chlorimuron	1550 ^e + 0,03 ⁱ + 20 ⁱ	Assist® (5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 0,03 ⁱ	Assist® (5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + carfentrazone + glufosinate	1550 ^e + 0,03 ⁱ + 500 ⁱ	Assist® (5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + mesotrione	1550 ^e + 192 ⁱ	Lanzar® (0,5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + tembotrione	1550 ^e + 100,8 ⁱ	Aureo® (1,5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + fomesafen	1550 ^e + 187,5 ⁱ	Agra!® (0,5)	glufosinate	500 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ
Glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 0,03 ⁱ	Assist® (5)	diquat	400 ⁱ	glyphosate + carfentrazone	1240 ^e + 0,03 ⁱ

*Na segunda aplicação Aureo® (1,5 L ha⁻¹) foi adicionado aos tratamentos com glufosinate, e Assist® (0,5 L ha⁻¹) para diquat.

^e Equivalente ácido

ⁱ Ingrediente ativo

TABELA 5 - EXPERIMENTO VI: POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS EM APLICAÇÃO SEQUENCIAL AOS 7 E 14 DIAS APÓS A PRIMEIRA PARA O CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.

1º Aplicação		2º Aplicação aos 7 e 14 dias após a primeira		
Nome Comum	Dose g i.a / e.a ha ⁻¹	Adjuvante (Dose) L ha ⁻¹	Nome Comum	Dose g i.a / e.a ha ⁻¹ / Adjuvante (Dose) L ha ⁻¹
Não-tratado	-	-	-	-
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 1005 ^e	-	-	-
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 1005 ^e	-	glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 0,03 ⁱ Assist [®] (5)
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 1005 ^e	-	glyphosate + saflufenacil	1550 ^e + 35 ⁱ Dash [®] (0,5)
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 1005 ^e	-	diquat	400 ⁱ -
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 1005 ^e	-	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 1005 ^e	-	glufosinato + carfentrazone	500 + 0,03 ⁱ Assist [®] (5)
Glyphosate + 2,4-D	1550 ^e + 1005 ^e	-	glufosinato + saflufenacil	500 + 35 ⁱ Dash [®] (0,5)
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar [®] (0,5)	-	-
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar [®] (0,5)	glyphosate + carfentrazone	1550 ^e + 0,03 ⁱ Assist [®] (5)
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar [®] (0,5)	glyphosate + saflufenacil	1550 ^e + 35 ⁱ Dash [®] (0,5)
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar [®] (0,5)	diquat	400 ⁱ -
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar [®] (0,5)	glufosinate	500 ⁱ Aureo [®] (1,5)
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar [®] (0,5)	glufosinato + carfentrazone	500 + 0,03 ⁱ Assist [®] (5)
Glyphosate + triclopyr	1550 ^e + 1020 ^e	Lanzar [®] (0,5)	glufosinato + saflufenacil	500 + 35 ⁱ Dash [®] (0,5)

^e Equivalente ácido

ⁱ Ingrediente ativo

3.2 Avaliações e análises estatísticas

O controle de plantas daninhas foi avaliado semanalmente em intervalos de sete dias, semanas após a aplicação (SAA), de 7 a 56 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). Para isto, notas foram atribuídas por meio de análise visual, para cada unidade experimental em escala de 0 a 100% (0% representava nenhum controle, 100% representava morte das plantas), com base na comparação da parcela tratada com uma parcela de controle não tratada (CANADIAN WEED SCIENCE SOCIETY, 2018). Apenas as avaliações com melhor explicação biológica serão apresentadas e discutidas neste estudo.

Os dados foram testados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Teste de Levene) (WARRICK & NIELSEN, 1980), depois submetidos à análise de variância (ANOVA) usando o teste F ($p < 0,05$). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5%. O software Sisvar 5.6 foi utilizado para análise (FERREIRA, 2011). Para os experimentos I e II, o coeficiente de variação (CV) foi calculado para cada média de mínimos quadrados para determinar a consistência dos dados (SHECHTMAN, 2013). Para o comportamento das doses de dicamba e níveis de controle em de 1 a 8 semanas, um modelo log-logístico de três parâmetros utilizando dose-resposta do pacote drc (RITZ & STREBIG, 2016) foi usado para descrever a relação entre as doses de dicamba (ea ha^{-1}) e controle de *C. benghalensis* usando a equação:

$$Y = 0 + \frac{d - 0}{1 + \exp(b(\log(x) - e))^f}$$

Onde Y é a porcentagem de controle (0 – 100%); d é o limite superior; x é a nota atribuída a cada parcela; “e” são as semanas e b é a inclinação da curva em torno do ponto de inflexão. As análises de dados foram realizadas em R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022).

Além disso, para investigar as interações de herbicidas no experimento II, a equação de Colby (COLBY, 1967) foi utilizada, em que a média de controle esperada foi calculada usando as médias de controle observadas para A (herbicida auxínico) e B (glyphosate) na fórmula de Colby.

$$\text{Expected} = (A + B) - \left(\frac{A \times B}{100} \right)$$

Isso significa que se o valor observado do controle for maior ou menor que o valor esperado, então a interação é considerada sinérgica ou antagônica, respectivamente, e se as respostas esperadas forem iguais, a combinação é aditiva.

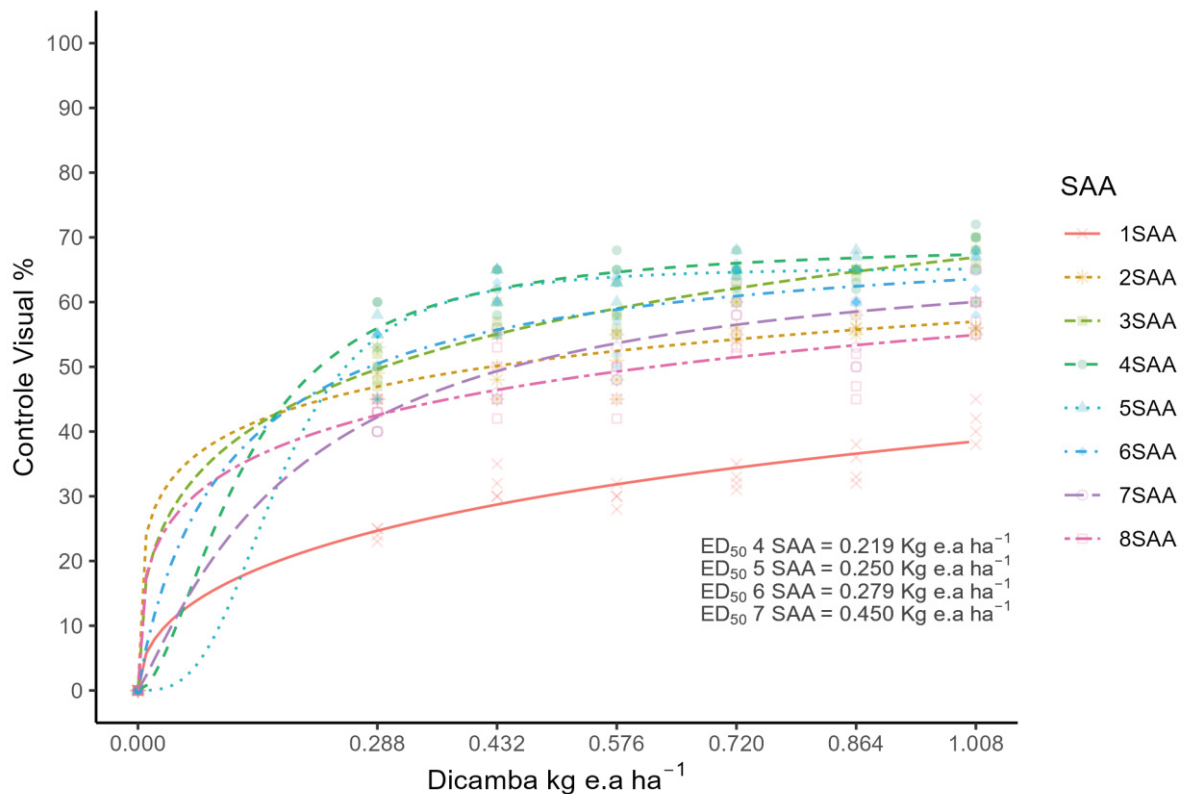
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTOS I e II: DESEMPENHO DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÃO COM GLYPHOSATE NO CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. EM ESTÁGIO AVANÇADO DE DESENVOLVIMENTO

4.1.1 EXPERIMENTO I: DOSES DE DICAMBA

Houve interação significativa ($\alpha = 0,05$) entre doses e.a ha⁻¹ de dicamba e o controle de *C. benghalensis* de 1 a 8 semanas (Tabela 6).

FIGURA 2 - CURVAS DOSE-RESPOSTA DE DICAMBA PARA PLANTAS DE *Commelina benghalensis* L. TOLERANTE AO GLYPHOSATE EM ESTÁGIO AVANÇADO DE DESENVOLVIMENTO DE 1 A 8 SEMANAS E DOSE EFETIVA PREVISTA PARA CONTROLE DE 50% (ED₅₀) NO OESTE DO PARANÁ. BRASIL EM 2021.



Não houve controle máximo da *C. benghalensis* em estágio avançado de desenvolvimento nas doses de equivalente ácido testadas, de 1 a 8 SAA (Tabela 6 e Figura 2). Da mesma forma, Osipe et al. (2017), trabalhando com *C. benghalensis* em dois estádios de desenvolvimento e cinco doses de dicamba, entre 201,6 a 1008 g e.a ha⁻¹, não atingiram níveis máximos de controle dentro da faixa de doses testadas e concluíram que, no caso de plantas maiores, 10 a 12 folhas, o dicamba não foi eficaz independente da dose de equivalente ácido.

A análise das doses de equivalente ácido de dicamba revela controle lento inicialmente, com melhores percentuais de controle em 4 SAA, e perda de desempenho a partir de 5 SAA (Tabela 6). Embora inicialmente efeitos visuais de controle tenham sido visualizados com o aumento das doses de dicamba, ou seja, maior dano com doses mais altas, isso não foi evidente a partir de 2 SAA em que o controle máximo foi de 56,8%. Não houve diferença significativa entre as doses de 720, 864 e 1.008 g e.a ha⁻¹ do herbicida dicamba, assim como nas doses de 288 g e.a ha⁻¹, 432 g e.a ha⁻¹ e 576 g e.a ha⁻¹ com controle máximo de 49,8%.

Em 4 SAA, e os melhores níveis de controle, não houve diferença significativa entre as doses de 432, 576, 720 e 846 g e.a ha⁻¹ com controles de 62,5, 65,3, 65,5 e 65,8% respectivamente, demonstrando a inviabilidade de aumentos de doses visando em aumentos no controle de *C. benghalensis*. Na maior dose testada, 1.008 g e.a ha⁻¹ do herbicida, ou seja, 1,4 vezes a dose máxima de bula, atingiu-se apenas 70,0% de controle, o maior nível de controle observado entre as doses de equivalente ácido testadas, o que representa apenas 4,5 % a mais do que o observado com a dose máxima de bula.

A partir de 5 SAA e níveis máximos de 65,5% de controle, não houve diferença significativa entre as doses equivalentes de ácido testadas, com exceção de 288 g e.a ha⁻¹ com o menor índice de controle, 54,5%. Na 6 SAA e níveis máximos de 64,5% de controle, não houve diferença significativa entre as doses de 720, 846 e 1.008 g e.a ha⁻¹ de dicamba. Com as doses de 432 e 576 g e.a ha⁻¹ obteve-se 58,3 e 58,8% de controle, sem diferenças significativas entre elas. Na menor dose, 288 g e.a ha⁻¹, o pior desempenho foi observado, com 50,0% de controle.

Em 7 SAA, apenas doses iguais ou acima do prescrito em bula, isto é, 720, 864 e 1.008 g e.a ha⁻¹, apresentaram controles acima de 60,0%, chegando a 8 SAA com 54,5, 55,3 e 58,0% das plantas controladas. Conforme a Figura 2, são

necessários 219 g e.a ha⁻¹ de dicamba para apenas 50% de controle em 4 SAA, e 450 g e.a ha⁻¹ se esse nível fosse desejados em 7 SAA, A prática de aumento indiscriminado das doses pode potencializar a pressão de seleção para biótipos de plantas daninhas resistentes (WESTWOOD et al., 2018).

TABELA 6 - DOSES DE DICAMBA EM APLICAÇÃO ÚNICA E CONTROLE VISUAL (%) DE *Commelina benghalensis* L. TOLERANTE AO GLYPHOSATE DE 1 A 8 SEMANAS APOS A APLICAÇÃO (SAA) NO OESTE DO PARANÁ, BRASIL, 2021.

Herbicidas	Porcentagem de controle (%) de <i>C. benghalensis</i>							
	1 SAA	2 SAA	3 SAA	4 SAA	5 SAA	6 SAA	7 SAA	8 SAA
Não-tratado	0,0 e	0,0 c	0,0 f	0,0 d	0,0 c	0,0 d	0,0 d	0,0 d
Dicamba ¹	24,3 d	48,0 b	49,3 e	55,8 c	54,5 b	50,0 c	42,0 c	42,8 c
Dicamba ²	31,8 c	49,5 b	57,0 d	62,5 b	62,5 b	58,3 b	50,5 b	47,5 b
Dicamba ³	30,0 c	49,8 b	56,8 d	65,3 b	62,5 b	58,8 b	51,0 b	46,8 b
Dicamba ⁴	32,8 b	56,3 a	62,5 c	65,5 b	65,5 a	64,5 a	60,3 a	54,5 a
Dicamba ⁵	34,8 b	56,3 a	64,8 b	65,8 b	65,0 a	63,8 a	60,2 a	55,3 a
Dicamba ⁶	41,3 a	56,8 a	67,3 a	70,0 a	65,0 a	63,8 a	61,3 a	58,0 a
Coefficiente de variação %	6,53	6,05	2,64	4,44	4,79	5,80	6,86	5,59

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Knott á $\alpha=0,05$ de probabilidade.

Doses ¹288 g, ²432 g, ³576 g, ⁴720 g, ⁵864 g e ⁶1.008 g e.a ha⁻¹ de dicamba.

Óleo metilado de soja Mees™ BASF S.A (0,5% v/v) foi adicionado aos tratamentos com dicamba.

Em geral, não houve aumentos significativos no controle com o acréscimo de equivalente de ácido dicamba. Da mesma forma, Bottcher et al. (2022) relataram baixos níveis de controle de *C. benghalensis* quando foram aplicadas doses de 144 a 576 g e.a ha⁻¹ dicamba, com níveis de controle lentos inicialmente e controles máximos de 44,5% e 50,8% em 1 e 2 SAA respectivamente, seguidos pela perda de desempenho após 4 SAA, chegando a 6 SAA com controle máximo de 43,0%, não encontrando viabilidade no acréscimo de doses para elevar os níveis de controle.

4.1.2 EXPERIMENTO II: HERBICIDAS AUXÍNICOS ISOLADOS E ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE

Houve interação significativa ($\alpha = 0,05$) entre os herbicidas auxínicos com ou sem mistura de glyphosate e o controle de *C. benghalensis* de 1 a 8 SAA (Tabela 4), porém, não houve controle máximo da *C. benghalensis* em estágio avançado de desenvolvimento com herbicidas auxínicos isolados ou em mistura com glyphosate de 1 a 8 SAA.

A consistência do controle de *C. benghalensis* foi indicada pelo CV, onde um CV menor indica maior consistência no controle (SHECHTMAN, 2013). A

consistência foi melhorada (Tabela 3) quando 1.550 g e.a ha⁻¹ de glyphosate foi adicionado á triclopyr em 2, 4 e 8 SAA. Para fluroxypyr a consistência foi maior em 2 e 4 SAA, mas não para 8 SAA. Além disso, quando glyphosate é associado a 2,4-D e dicamba, a consistência de controle da *C. benghalensis* é reduzida ao longo do período avaliado.

TABELA 7 - CONSISTÊNCIA DO CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. TOLERANTE AO GLYPHOSATE (GT) EM ESTÁGIO AVANÇADO DE DESENVOLVIMENTO. 2, 4, E 8 SEMANAS APÓS APLICAÇÃO (SAA) COM OU SEM MISTURA DE GLYPHOSATE NO OESTE DO PARANÁ, BRASIL EM 2021.

Herbicidas	Dose e.a ha ⁻¹	Consistência de Controle de <i>C. benghalensis</i>		
		2 SAA	4 SAA	8 SAA
		%		
Glyphosate	1.550	86,5	90,8	94,2
Dicamba ^a	720	96,0	96,4	94,4
Dicamba ^a + glyphosate	720 + 1.550	94,7	91,7	88,6
2,4-D	967	97,1	94,8	94,8
2,4-D + glyphosate	967 + 1.550	90,1	93,1	87,2
Fluroxypyr ^b	400	95,4	95,3	92,4
Fluroxypyr ^b + glyphosate	400 + 1.550	99,0	98,3	90,8
Triclopyr ^c	720	91,4	95,6	89,8
Triclopyr ^c + glyphosate	720 + 1.550	96,5	97,9	97,6

^aÓleo metilado de soja Mees™ BASF S.A (0,5% v/v) foi incluído nos tratamentos com dicamba.

^bÓleo metilado de soja Rumba® Adama S.A (0,5% v/v) foi incluído nos tratamentos com fluroxypyr.

^cÓleo de éster alquílico etoxilado de ácido fosfórico Lanza® Arysta Lifescience (0,5% v/v) foi incluído nos tratamentos com triclopyr.

A análise dos dados demonstra que inicialmente em 2 SAA, com níveis de controle entre 56,3 e 74,0 %, a mistura com glyphosate aumentou significativamente os níveis de controle para todos os herbicidas ($\geq 5,7$ %), exceto triclopyr, que não diferiu entre com ou sem mistura. Efeito semelhante foi observado por Martins et al. (2012), utilizando herbicidas auxínicos com ou sem glyphosate, em *C. benghalensis* com 25 – 35 cm de altura, em que inicialmente a mistura de auxinas com glyphosate resultou em controle numericamente maior, mas não significativo.

As taxas de controle evoluíram até 4 SAA, onde os melhores níveis de controle foram observados ($\geq 86,5\%$) com triclopyr e fluroxypyr isolados ou em mistura com glyphosate, e 2,4-D + glyphosate. Além disso, de acordo com o teste de Colby apenas 2,4-D apresentou resposta sinérgica com a mistura de glyphosate, enquanto os demais herbicidas apresentaram interação antagônica. Em 8 SAA não foi observada interação sinérgica de acordo com o teste de Colby, embora o 2,4-D

tenha sido 9,3 % mais efetivo, o que não foi observado para outros auxínicos.

TABELA 8 - HERBICIDAS AUXÍNICOS EM APLICAÇÃO ÚNICA COM OU SEM MISTURA DE GLYPHOSATE. E A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. TOLERANTE AO GLYPHOSATE DE 1 A 8 SEMANAS APÓS A APLICAÇÃO (SAA) NO OESTE DO PARANÁ, BRASIL EM 2021.

Herbicidas	Porcentagem de controle (%) de <i>C. benghalensis</i>							
	1 SAA	2 SAA	3 SAA	4 SAA	5 SAA	6 SAA	7 SAA	8 SAA
Não-tratado	0,0 f	0,0 f	0,0 e	0,0 f	0,0 f	0,0 e	0,0 f	0,0 e
Glyphosate	11,0 e	18,5 e	23,8 d	41,3 e	51,0 e	49,5 d	44,5 e	41,8 d
Dicamba ^a	32,8 c	56,3 d	62,5 c	65,5 d	65,5 d	64,5 c	60,3 d	54,5 c
Dicamba ^a + glyphosate	28,8 d ^A	62,8 c ^A	73,5 b ^S	70,8 c ^A	62,0 d ^A	60,0 c ^A	54,0 e ^A	51,3 c ^A
2,4-D	30,8 c	56,3 d	74,8 b	78,5 b	76,8 c	73,5 b	70,3 c	67,5 b
2,4-D + glyphosate	30,0 c ^A	65,0 c ^S	84,3 a ^S	88,0 a ^S	83,0 b ^A	81,0 a ^A	79,0 a ^A	76,8 a ^A
Fluroxypyr ^b	35,8 b	68,3 b	87,5 a	87,8 a	85,5 a	81,3 a	74,0 b	70,8 b
Fluroxypyr ^b + glyphosate	41,0 a ^A	74,0 a ^A	86,5 a ^A	86,5 a ^A	81,8 b ^A	76,3 b ^A	69,8 c ^A	69,0 b ^A
Triclopyr ^c	27,5 d	60,3 c	86,3 a	89,8 a	89,0 a	86,3 a	83,0 a	80,3 a
Triclopyr ^c + glyphosate	34,8 b ^A	64,0 c ^A	84,5 a ^A	87,5 a ^A	86,0 a ^A	83,0 a ^A	76,0 b ^A	74,5 a ^A
Coefficiente de Variação %	6,01	4,47	3,96	4,71	4,23	4,85	4,62	5,34

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Knott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

S= Sinergismo; A=Antagonismo; a=Aditivo de acordo com o teste de Colby.

^aÓleo metilado de soja Mees™ BASF S.A (0,5% v/v) foi incluído nos tratamentos com dicamba.

^bÓleo metilado de soja Rumba® Adama S.A (0,5% v/v) foi incluído nos tratamentos com fluroxypyr.

^cÓleo de éster alquílico etoxilado de ácido fosfórico Lanza® Arysta Lifescience (0,5% v/v) foi incluído nos tratamentos com triclopyr.

Freitas et al. (2018) trabalhando com mistura de herbicidas em *C. benghalensis* com 25 cm de altura, encontraram efeito antagonístico para a mistura glyphosate + 2,4-D para *C. benghalensis* em 4 SAA com 76,6% de controle com 2,4-D isolado, contra 60% com a associação de glyphosate, porém aditivo em 8 SAA com controle de 93,3% contra 95% com 2,4-D isolado.

Os menores desempenhos foram proporcionados pelo dicamba com ou sem glyphosate, com 54,5 e 51,3% de controle, respectivamente. O estágio de desenvolvimento da *C. benghalensis* é fator importante para o controle efetivo. Osipe et al. (2017), trabalhando com dois estádios de plantas de *C. benghalensis*, 4 a 6 folhas e 10 a 12 folhas, demonstraram que o dicamba também apresentou os piores níveis de controle contra 2,4-D com ou sem mistura de glyphosate, além disso, dicamba aplicado isolado resultou em 60% de controle máximo, concluindo que no caso de plantas maiores, o 2,4-D seria mais adequado que o dicamba. Isso pode ser possível, uma vez que as mitocôndrias de *C. benghalensis* parecem ser mais sensíveis ao 2,4-D do que a outros herbicidas (Duke, 1985). Embora mesmo com 2,4-D, Craigmyle et al. (2013) tenham encontrado níveis de controle menores quando 840 g e.a ha⁻¹ de 2,4-D foram aplicados em plantas de *C. benghalensis* com 30 cm em comparação com plantas de 15 cm.

Ressalta-se que em aplicações isoladas, sem intervenção sequencial, todos os tratamentos foram ineficientes no controle da *C. benghalensis*. Além disso, todas as doses testadas apresentaram reduções nos níveis de controle após 4 SAA onde foram observados os melhores níveis de controle ($\geq 86,5\%$), sendo este um momento oportuno para intervenção sequencial.

A melhor eficácia de controle da *C. benghalensis* em estágio avançado de desenvolvimento e sob baixa taxa de precipitação com apenas 80 mm acumulados durante 80 dias foi fornecido por triclopyr isolado ou em mistura com glyphosate, com 80,3 e 74,5% respectivamente, seguido de 2,4-D combinado com glyphosate com 76,8% de controle. Nenhuma diferença foi encontrada entre fluroxypyr isolado ou associado com glyphosate, 70,0 e 69,0% de controle, respectivamente.

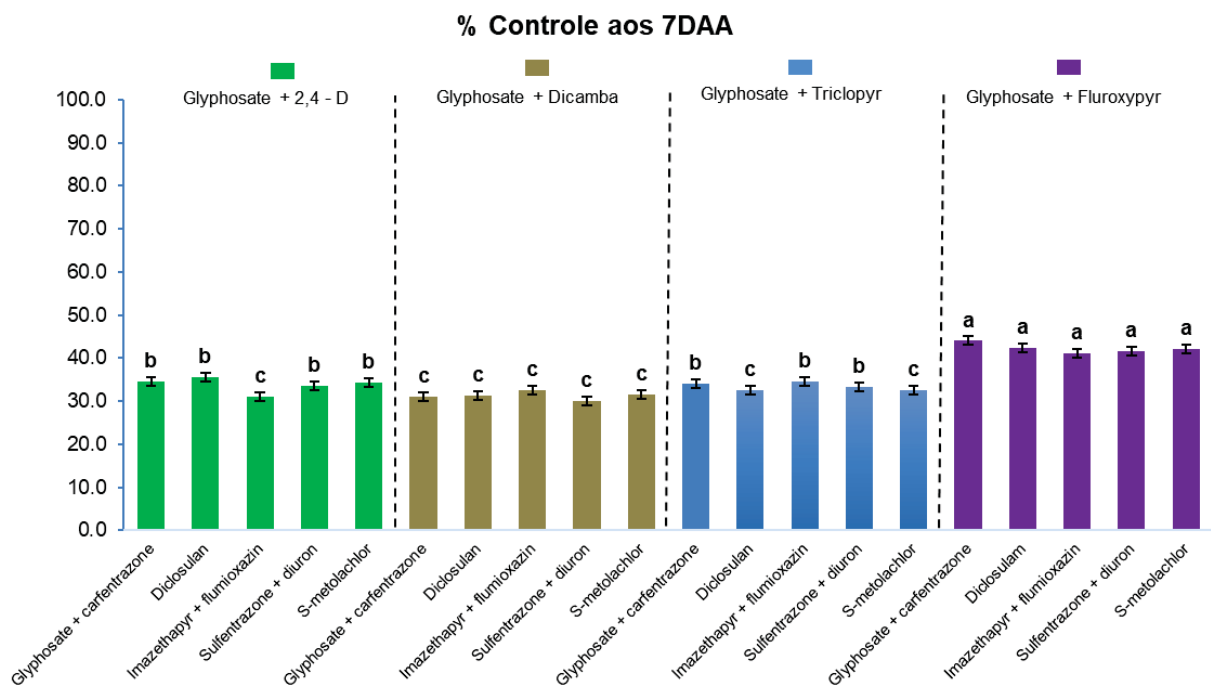
Este estudo conclui que a Trapoeraba (*C. benghalensis*) apresentou suscetibilidade diferencial aos herbicidas auxínicos testados. Em 8 semanas após a aplicação, os melhores desempenhos foram proporcionados pelo triclopyr isolado ou misturado com glyphosate, seguido pelo 2,4-D com mistura de glyphosate, todos na dose máxima de bula. A adição de glyphosate foi sinérgica apenas para 2,4-D, e apenas até 4 SAA, a consistência do controle não foi melhorada com a adição de glyphosate para 8 SAA, o mesmo foi observado para dicamba, enquanto para fluroxypyr e triclopyr a adição de glyphosate melhoraram a consistência do controle pelo menos até 4 SAA e 8 SAA, respectivamente. Os menores desempenhos foram proporcionados pelo dicamba com ou sem glyphosate, além disso, não houve

aumentos significativos no controle com o aumento das doses de equivalente ácido de dicamba.

4.2 Experimento III: APLICAÇÃO SEQUENCIAL DE HERBICIDAS AUXÍNICOS ASSOCIADOS A GLYPHOSATE E ASSOCIAÇÕES DE CARFENTRAZONE COM HERBICIDAS RESIDUAIS NO CONTROLE DE *COMMELINA BENGHALENSIS* L.

Houve interação significativa entre os herbicidas testados e as taxas de controle para todos os períodos avaliados.

FIGURA 3 - HERBICIDAS RESIDUAIS ASSOCIADOS A GLYPHOSATE E CARFENTRAZONE APLICADOS 7 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DE AUXÍNICOS ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 7 DIAS APÓS A PRIMEIRA APLICAÇÃO.



* Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Kcnott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

Nota: Todos os tratamentos receberam a aplicação sequencial de glyphosate + carfentrazone + herbicida residual.

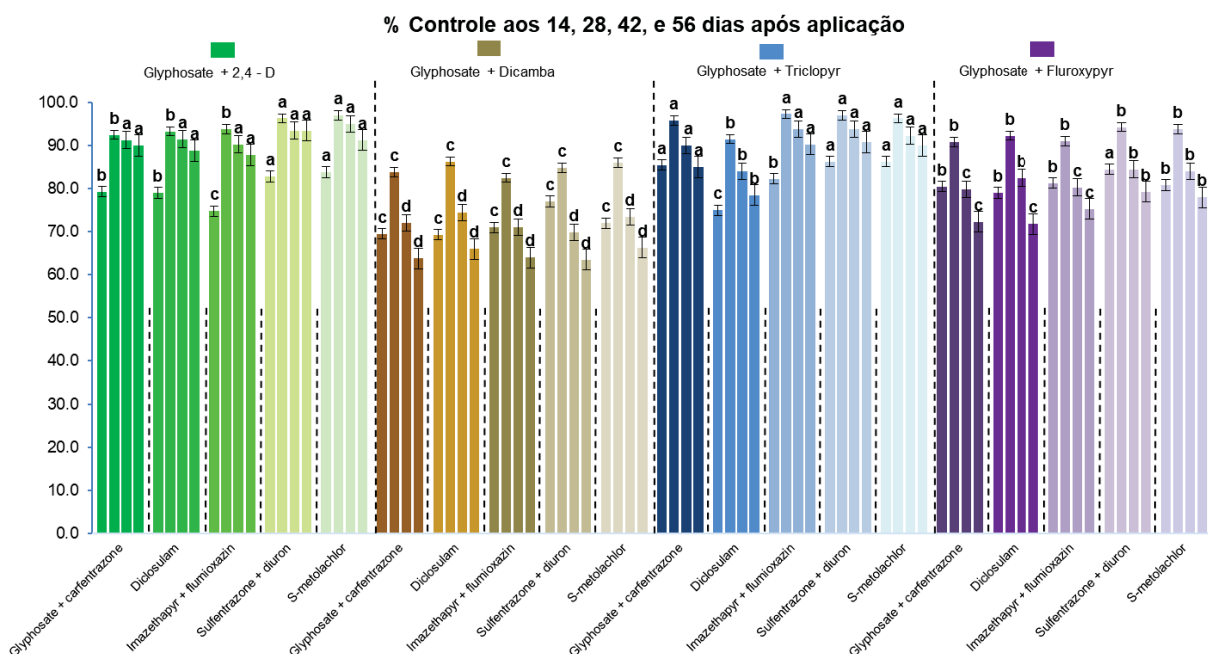
FONTE: O autor (2022).

Aos 7 DAA – Figura 3 – ao avaliar a fitointoxicação causada pela primeira aplicação do manejo sequencial, os melhores desempenhos foram observados pelas associações de (glyphosate + fluroxypyr), seguidos de 2,4-D, triclopyr e dicamba. Isto manteve tendencia semelhante a encontrada no primeiro estudo, embora

nenhum dos tratamentos tenha ultrapassado 45% de controle, demonstrando o controle inicial lento, o que pode ser associado ao estágio avançado de desenvolvimento, o que altera a morfologia das folhas, tornando tricomas mais densos na epiderme adaxial em *C. benghalensis* (FERREIRA et al., 2017).

A partir dos 14 DAA, ou seja, sete dias após as aplicações sequenciais, os melhores níveis de controle foram observados nas parcelas tratadas com 2,4-D, triclopyr e fluroxypyr seguidos das associações de (glyphosate + carfentrazone) e (sulfentrazone + diuron) ou s-metolachlor – Figura 4 – não havendo diferenças significativas entre eles com controles entre 82,8% e 86,3%, com exceção das parcelas tratadas com dicamba em que o melhor nível de controle foi observado com intervenção sequencial composta por (glyphosate + carfentrazone) e (sulfentrazone + diuron) com apenas com 77,0%. Além disso as parcelas tratadas com o herbicida dicamba independente da sequencial, obtiveram as menores taxas de controle, entre 69,5% e 77,0%.

FIGURA 4 - HERBICIDAS RESIDUAIS ASSOCIADOS A GLYPHOSATE E CARFENTRAZONE APLICADOS 7 DIAS APÓS A APLICAÇÃO DE AUXÍNICOS ASSOCIADOS AO GLYPHOSATE FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. DOS 14 AOS 56 DIAS APÓS A PRIMEIRA APLICAÇÃO.



* Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Kcnott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

Nota: Todos os tratamentos receberam a aplicação de Glyphosate + Carfentrazone + Herbicida residual.

FONTE: O autor (2022).

Aos 28 DAA as taxas de controle foram substancialmente maiores em relação a 14 DAA sendo observadas as maiores taxas de controle durante o período avaliado, conforme a Figura 4. As taxas de controle observadas para as estratégias que continham triclopyr foram igualmente eficientes exceto com diclosulan, ou seja, não houveram diferenças significativas entre as aplicações sequenciais com, (imazethapyr + flumioxazin), (sulfentrazone + diuron) e s-metolachlor associadas a (carfentrazone + glyphosate) com controles entre 95,8% e 97,3%, juntamente com as parcelas tratadas com 2,4-D, seguidas das associações de (glyphosate + carfentrazone) e (sulfentrazone + diuron) ou s-metolachlor com 96,3% e 97,0%. Para fluroxypyr não houveram diferenças significativas de controle independente dos herbicidas residuais adicionados a aplicação sequencial, proporcionando taxas de 90,8% a 94,3%. Nenhuma diferença foi encontrada nas estratégias que utilizaram dicamba, os controles com este herbicida aos 28 DAA estiveram entre 82,5% e 86,3%.

Quando herbicidas inibidores da HPPD e FSII, como carfentrazone e (sulfentrazone + diuron) são associados, a ação herbicida pode ser melhorada, uma vez que inibidores da HPPD limitam a capacidade de extinção de espécies reativas de oxigênio pela limitação na síntese de plastoquinona, e os inibidores do FSII provocam um influxo destas moléculas reativas, provocando um colapso metabólico e destruição do aparelho celular, potencializando a ação herbicida (CREECH et al., 2004; ARMEL et al., 2005 FLUTTERT et al., 2022), o que pode explicar acréscimos de controle da *C. benghalensis* em pós-emergência nos momentos iniciais.

Após 35 DAA passa-se a observar a perda de eficácia nas taxas de controle, em maior ou menor intensidade de acordo com a estratégia de manejo utilizada. Aos 42 DAA – Figura 4 – as estratégias com 2,4 – D, independente das sequencias, apresentaram os melhores níveis de controle com valores entre 90,3% e 95,0%, juntamente com as estratégias utilizando triclopyr seguido de (glyphosate + carfentrazone) e as associações com (imazethapyr + flumioxazin), (sulfentrazone + diuron) ou s-metolachlor, que alcançaram controles entre 90,0% e 93,8%. Para fluroxypyr os níveis de controle foram de 79,8% e 80,3% quando a sequencial foi composta por (glyphosate + carfentrazone) ou (imazethapyr + flumioxazin) foi adicionado, respectivamente. Quando diclosulam, (sulfentrazone + diuron) ou s-metolachlor foram utilizados os controles foram de 82,5%, 84,5 % e 84,0%.

Da Silva et al. (2019) identificaram uma expressiva taxa de rebrota que resultou em perda 20% de controle aos 21 DAA em relação a 14 DAA quando carfentrazone foi utilizado para o controle de *C. benghalensis* em estágio avançado de desenvolvimento e/ou florescimento, durante dias com alta intensidade luminosa e temperaturas elevadas (dezembro e janeiro). Além disso, Freitas et al. (2018) também relataram níveis menores de controle aos 60 DAA para os tratamentos com carfentrazone isolado e associado a glyphosate, embora os níveis de controle tenham sido inicialmente eficientes, embora estes níveis tenham sido superiores quando (glyphosate + 2,4-D) foi adicionado ao programa de manejo. Para Rodrigues & Almeida (2018) a eficácia inicial de carfentrazone isolado ou associado ao glyphosate e a consequente redução nos níveis de controle de *C. benghalensis* pode estar associado a translocação reduzida deste herbicida nas plantas, restringindo a ação herbicida a superfície das plantas, o que favorece as taxas de rebrota e/ou retomada do crescimento.

A associação entre glyphosate e carfentrazone é aditiva nos momentos iniciais, porém tendem a reduzir a absorção e translocação do glyphosate para tecidos de reserva o que limita o controle a longo prazo (FERREIRA et al., 2017; FREITAS et al., 2018).

Aos 56 DAA, último momento avaliado, destaca-se o desempenho das estratégias utilizando 2,4-D, independente das sequencias, com controles entre 87,8% e 93,5%, que juntamente com triclopyr e suas sequencias com (glyphosate + carfentrazone) e as associações com (imazethapyr + flumioxazin), (sulfentrazone + diuron) e s-metolachlor com controles entre 85,0% e 90,8%, demonstraram os melhores desempenhos, como observado na Figura 4. Para fluroxypyr, os melhores desempenhos foram observados quando (sulfentrazone + diuron) e s-metolachlor foram adicionados, representando 79,3% e 78,0% de controle respectivamente, não diferindo da estratégia utilizando triclopyr e sequencial contendo diclosulam. Neste momento, dicamba independente dos herbicidas aplicados em sequencial, obteve os menores índices de controle, variando entre 63,5% e 66,3%.

Em síntese, observa-se que as estratégias contendo 2,4-D apresentaram os melhores níveis de controle, seguido pelas aplicações contendo triclopyr, e fluroxypyr, enquanto desempenhos inferiores foram observados com as aplicações com dicamba. A introdução de herbicidas residuais em aplicação sequencial aos herbicidas auxínicos testados, não afetou o desempenho da associação de

(glyphosate + carfentrazone), embora acréscimos de controle não tenham sido observados ao fim do período avaliado.

Embora as associações com (sulfentrazone + diuron) e s-metolachlor tenham contribuído com acréscimos de controle da *C. benghalensis* em pós-emergência nos momentos iniciais, ressalta-se que este posicionamento é uma estratégia interessante para o manejo integrado de plantas daninhas, ou seja, os herbicidas residuais complementam o controle das plantas já estabelecidas na área em função das aplicações sequencias e podem potencialmente suprimir a reinfestação oriunda do banco de sementes.

4.3 Experimento IV: PERFORMANCE DE GLUFOSINATE E DIQUAT EM APLICAÇÃO SEQUENCIAL A MISTURAS SIMPLES E TRIPLAS NO CONTROLE DE *COMMELINA BENGHALENSIS* L.

Houve interação significativa entre os herbicidas testados e os níveis de controle durante o período avaliado.

Aos 14 DAA, ou seja, 7 dias após a intervenção sequencial (Figura 5), as parcelas tratadas com 400 g i.a ha⁻¹ de diquat foram significativamente superiores em relação a 500 g i.a ha⁻¹ de glufosinate, com níveis de controle entre 92,0% e 85,3% e 79,3% a 75,3% respectivamente.

Dentre as associações de glyphosate + auxínico os melhores desempenhos foram observados para 2,4-D e sequencial de diquat (86,0%), já quando glufosinate foi utilizado, não houve diferença entre 2,4-D (79,0 %) e tricopyr (77,5%), sendo o menor desempenho entre os auxínicos observado com dicamba (69,3%).

A adição de saflufenacil não proporcionou acréscimos de controle a (glyphosate + 2,4-D) independente da sequencial utilizada, do mesmo modo que carfentrazone, quando glufosinate foi utilizado na sequencial, no entanto, quando diquat foi utilizado 90,3 % de controle foi alcançado com carfentrazone.

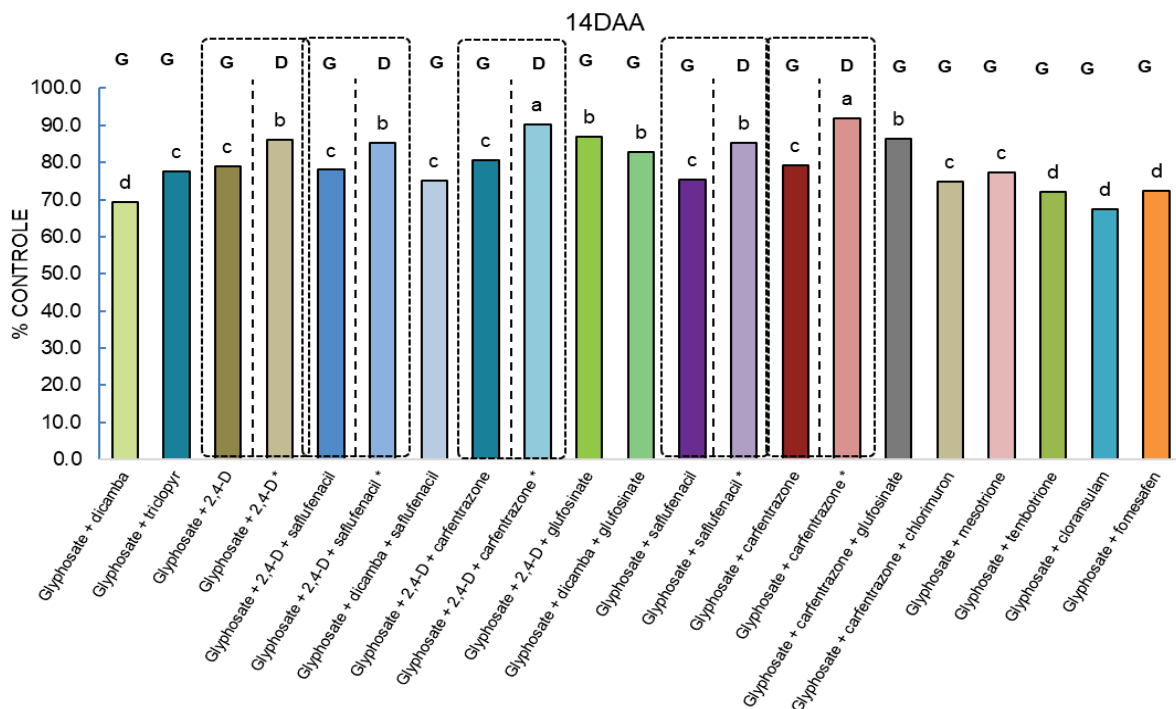
Saflufenacil (75,3%) e carfentrazone (79,3%) associados a glyphosate não foram significativamente diferentes quando glufosinate foi utilizado na sequencial, já com diquat, carfentrazone (92,0%) foi superior a saflufenacil (85,3 %).

A adição de glufosinate a glyphosate + carfentrazone (86,3 %) melhorou o nível de controle em relação a adição de 2,4-D (80,5%) quando glufosinate compôs a aplicação sequencial, já com diquat, 2,4-D foi superior (90,3%). Glufosinate

também proporcionou acréscimos de controle quando adicionado a (glyphosate + 2,4-D ou dicamba) reduzindo a diferença de eficácia entre estes.

Aos 28 DAA – Figura 6 – níveis máximos de controle foram observados (92,0%), além disso, constatou-se acréscimos médios de 6,4% para sequencial com glufosinate e 2,3% para diquat aos níveis de controle em relação a 14 DAA. Mesmo que níveis numericamente maiores para glufosinate ainda tenham se mantido neste momento, não houve diferença significativa entre as estratégias utilizando diquat ou glufosinate, ou seja, houve redução no distanciamento entre os níveis de controle, exceto para (glyphosate + saflufenacil) em que diquat (88,8%) foi superior a glufosinate (78,8%).

FIGURA 5 - ASSOCIAÇÕES COM HERBICIDAS AUXÍNICOS E SEQUENCIAS COM GLUFOSINATE E DIQUAT FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 14 DAA.



Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Kcnott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

*G Sequencial com glufosinate 500 g i.a ha⁻¹.

*D Sequencial com diquat 400 g i.a ha⁻¹.

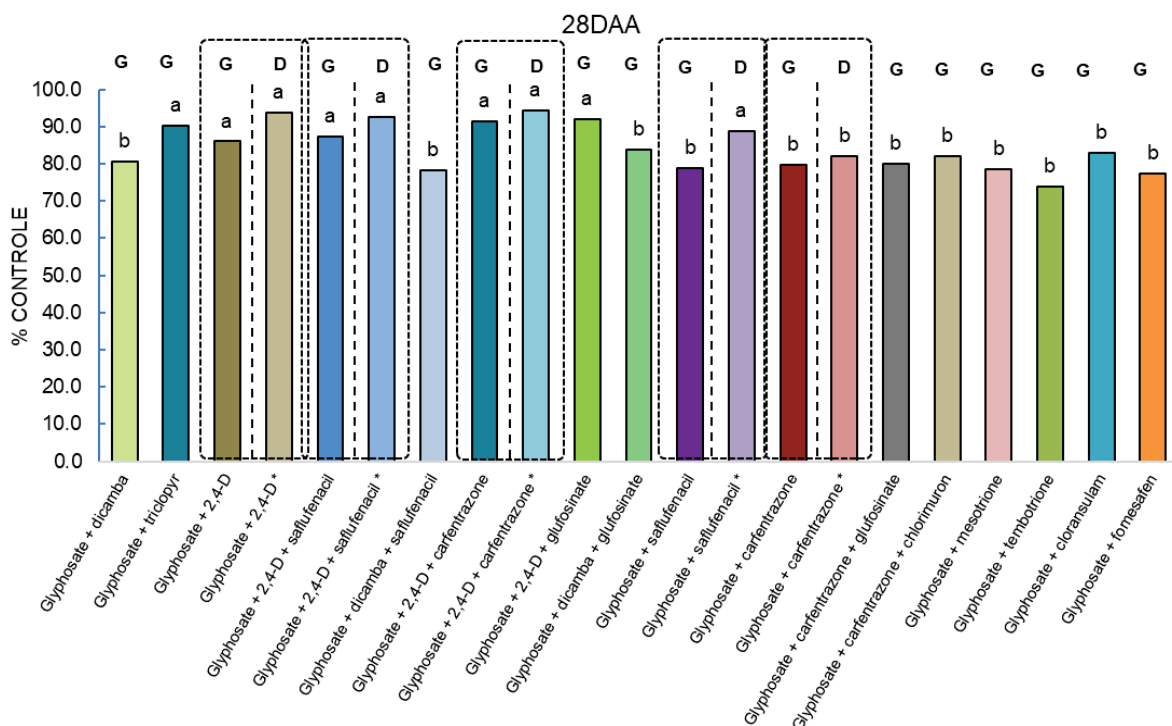
FONTE: O autor (2022).

Além disso, não houve diferença entre as estratégias mesotrione (78,5%), tembotrione (73,8%), fomesafen (77,5%) e cloransulam (83,0%), as quais tiveram

desempenho semelhante a associação de glyphosate ao (dicamba + glufosinate) (83,8%), (dicamba + saflufenacil) (78,3%) e dicamba (80,5%).

Ressalta-se ainda, que estratégias como (glyphosate + cloransulam), são ferramentas importantes e podem ajudar a complementar o manejo de plantas daninhas na pós-emergência da cultura da soja, uma vez que o potencial de reinfestação da *C. benghalensis* é alto.

FIGURA 6 - ASSOCIAÇÕES COM HERBICIDAS AUXÍNICOS E SEQUENCIAS COM GLUFOSINATE E DIQUAT FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 28 DAA.



Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Knott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

*G Sequencial com glufosinate 500 g i.a ha⁻¹.

*D Sequencial com diquat 400 g i.a ha⁻¹.

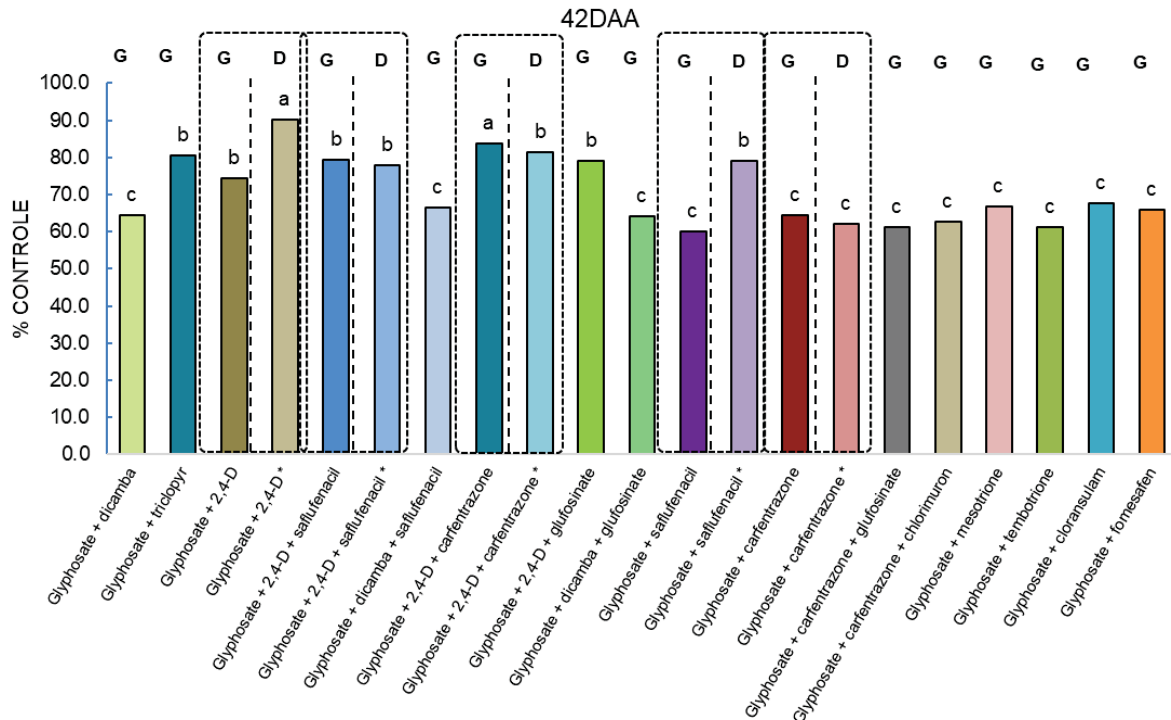
FONTE: O autor (2022).

Aos 42 DAA – Figura 7 – todos os tratamentos demonstraram reduções nos níveis de controle independentemente de glufosinate (7,2%) e diquat (7,7%). Isso demonstra a dificuldade de controle de plantas de *C. benghalensis* em estágio avançado de desenvolvimento.

Aos 56 DAA, último momento avaliado (Figura 8), ou seja, 49 dias após a aplicação, nenhum dos tratamentos, independente da sequencial utilizada, controlou efetivamente as plantas de *C. benghalensis*.

Dentre as associações de (glyphosate + auxínico) os melhores desempenhos foram observados para 2,4-D e sequencial de diquat (85,8%), já quando glufosinate foi utilizado, não houve diferença entre 2,4-D (67,8%) e triclopyr (75,0%), o menor desempenho entre os auxínicos foi observado com dicamba (54,3%).

FIGURA 7 - ASSOCIAÇÕES COM HERBICIDAS AUXÍNICOS E SEQUENCIAS COM GLUFOSINATE E DIQUAT FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 42 DAA.



Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Knott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

*G Sequencial com glufosinate 500 g i.a ha⁻¹.

*D Sequencial com diquat 400 g i.a ha⁻¹.

FONTE: O autor (2022).

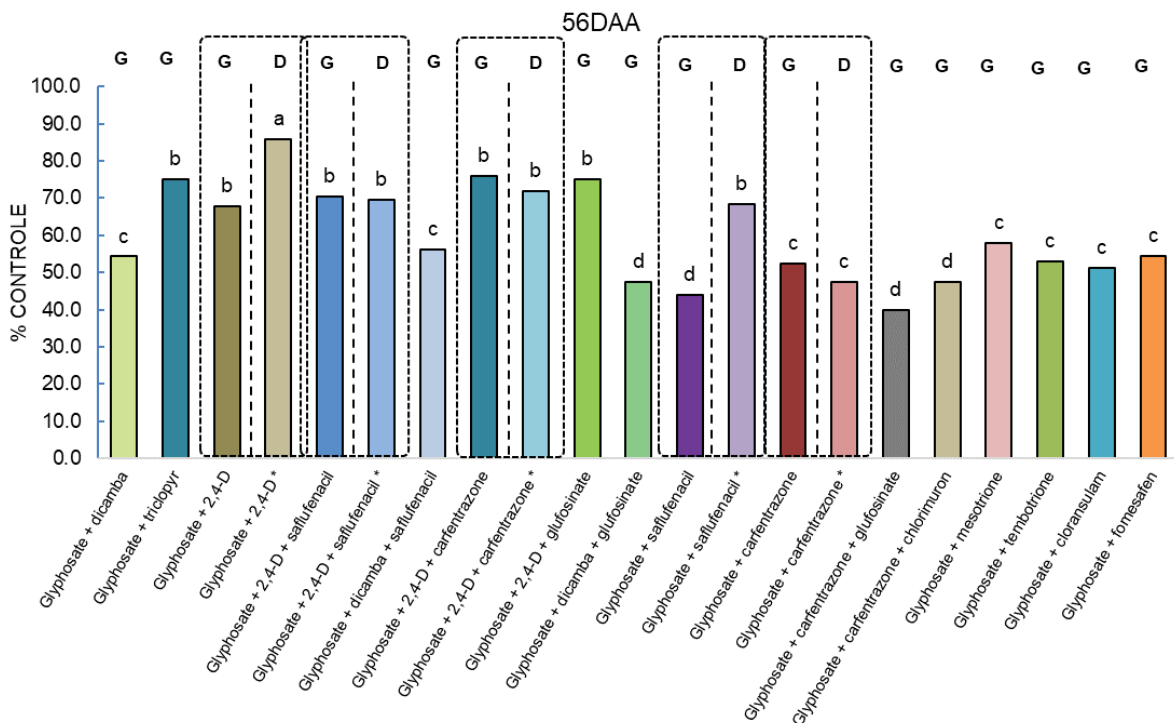
A adição de saflufenacil, não proporcionou acréscimos de controle a (glyphosate + 2,4-D) independente da sequencial utilizada, 70,5% (glufosinate) e 69,5% (diquat), do mesmo modo que carfentrazone com 76,0% (glufosinate) e 72,0% (diquat).

Saflufenacil (68,5%) foi superior a carfentrazone (47,5%) quando associado a glyphosate e utilizado diquat na sequencial. Quando utilizamos glufosinate carfentrazone (52,5%) foi superior a saflufenacil (44,0 %). Buntin (2022) recomenda fortemente a utilização de carfentrazone nos programas de dessecação para *C. benghalensis*, além disso, ressalta a possibilidade de uso em mistura a glyphosate e

2,4-D. Ferreira et al. (2017) estudando controle de *C. benghalensis* na região oeste do paraná, observaram que a combina o de glyphosate + carfentrazone foi aditiva.

Freitas et al. (2018) demonstraram que nas aplica es de carfentrazone isolada ou em associa o a 2,4-D, houve um controle inicial eficiente, seguindo de rápida rebrota, e conseqüentemente, perda de eficácia. Além disso, (glyphosate + 2,4-D) apresentou os melhores níveis de controle, corroborando com os dados deste estudo.

FIGURA 8 - ASSOCIA ES COM HERBICIDAS AUXÍNICOS E SEQUENCIAS COM GLUFOSINATE E DIQUAT FRENTE A PORCENTAGEM DE CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L. AOS 56 DAA.



Médias seguidas da mesma letra nas barras não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Kcnott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

*G Sequencial com glufosinate 500 g i.a ha⁻¹.

*D Sequencial com diquat 400 g i.a ha⁻¹.

FONTE: O autor (2022).

A adi o de glufosinate a (glyphosate + carfentrazone) (39,8%) reduziu o nível de controle em rela o a adi o de 2,4-D (76,0%) quando glufosinate ou diquat compuseram a aplica o sequencial. Glufosinate (75,0%), proporcionou acréscimos de controle quando adicionado a (glyphosate + 2,4-D) (67,8%). Ferreira et al. (2017), demonstraram efeito antagônico na associa o de (carfentrazone + glufosinate) em *C. benghalensis*.

Ganie & Jhala (2017) demonstraram uma interação aditiva entre glufosinate e 2,4-D ou dicamba com níveis de controle maiores para *Ambrosia trifida* L. Da mesma forma, Craigmyle et al. (2013) relataram acréscimos aos níveis de controle de *Amaranthus* spp. e *C. communis* quando glufosinate foi adicionado a 2,4-D, demonstrando também, que estes dois herbicidas podem potencialmente incrementar o controle de outras plantas daninhas problemáticas. A mistura de herbicidas de diferentes mecanismos de ação é uma estratégia sustentável, uma vez que pode ampliar o espectro de controle e reduzir significativamente a pressão de seleção.

Inibidores da HPPD e FSII são comumente aplicados em misturas pois tendem a interagir sinergicamente (FLUTTERT et al., 2022). Além disso, inibidores de HPPD podem interagir com outros herbicidas além de inibidores do FSII, por exemplo, um auxínico, em que triclopyr melhorou a absorção foliar de mesotrione e o controle de capim-colchão (YU & MCCULLOUGH, 2016).

O efeito sinérgico entre glufosinate e inibidores da PROTOX, como o carfentrazone e/ou saflufenacil e outras moléculas deve ser explorado, uma vez que nenhum novo mecanismo de ação tem sido observado no horizonte próximo. Além do efeito herbicida sob plantas daninhas, podem ser ferramentas promissoras também para a dessecação de culturas como a soja, principalmente com o banimento do paraquat, principal herbicida utilizado no Brasil nesta modalidade (ALBRECHT et al., 2022).

Culturas com tolerância a 2,4-D e glufosinate (Enlist™) ou dicamba (Xtend®) irão possibilitar novos programas de manejo e controle de plantas daninhas problemáticas. Não necessariamente estes herbicidas precisarão ser empregados em pós-emergência, mas são bons indicativos de que teremos mais tempo hábil a realizar programas de manejo mais eficientes e seguros as culturas, principalmente em países como o Brasil, em que sistemas de produção são intensivos e diversificados, podendo-se realizar até três safras em um ano agrícola, ou cinco safras em dois anos.

Durante nossos estudos, baixa precipitação, alta intensidade luminosa e elevadas temperaturas principalmente nas três semanas após a primeira aplicação, associados a plantas perenizadas, tolerantes ao glyphosate e em estágio avançado de desenvolvimento com média (~0,5 m de altura e 100% de cobertura do solo), demonstraram que teremos dificuldades em controlar eficientemente esta espécie.

Dias et al. (2013) em trabalho realizado com *C. benghalensis*, concluíram que o florescimento é o estágio máximo para aplicação do herbicida e que à medida que a planta se desenvolve ocorre redução nos níveis de controle, conferindo maior grau de tolerância ao herbicida.

Doolabh et al. (2021), estudando a micromorfologia e a ultraestrutura de *C. benghalensis*. observou que nas folhas e caules, numerosos cloroplastos são evidentes e que estes cloroplastos contêm plastoglóbulos e grãos de amido. Estes múltiplos grãos de amido dentro do cloroplasto podem atuar como produtos de armazenamento e acumular fotoassimilados.

Ganie et al. (2017) estudaram a influência da temperatura na eficiência, absorção e translocação de 2,4-D e glyphosate sob *Ambrosia artemisiifolia*, demonstrando que os melhores índices foram observados com temperaturas entre 20 e 28 °C. Isso demonstra um dos fatores para a dificuldade de controle encontrada nas últimas três safras (19/20, 20/21 e 21/22) no oeste do paraná, em que os programas de desseca o foram afetados por temperaturas elevadas e principalmente, baixos índices de umidade no solo causado por baixos níveis de precipita o.

As condi es ambientais adversas, como baixos índices de precipita o influenciam a resposta das plantas a mistura de HPPD e FSII aplicado pr -emergência (SMITH et al., 2019), bem como em p s-emergência (WOODYARD et al., 2009). Além disso, o momento em que a aplica o do herbicida p s-emergente   realizada pode influenciar a resposta das plantas (O'BRIEN et al., 2018).

4.3.1 EXPERIMENTO V: TERCEIRA INTERVEN O SEQUENCIAL AOS 56 DAA COM GLYPHOSATE ASSOCIADO A CARFENTRAZONE

Houve intera o significativa entre os herbicidas testados e as taxas de controle durante os 7, 14 e 21 dias após a terceira aplica o sequencial realizada aos 56 DAA após a primeira aplica o.

Neste estudo mesmo com a terceira interven o com herbicida, utilizando carfentrazone (PROTOX) nenhum dos tratamentos resultou na morte das plantas, chegando aos maiores níveis aos 14 DAA com 90,8%.

Aos 7 DAA houve um incremento médio de 24,4% em rela o a 56 DAA, (glyphosate + 2,4-D) apresentou o menor acréscimo (16,2%), porém os melhores

níveis de controle, resultando em 84% de controle, 90,8% aos 14 DAA e 90% aos 21 DAA.

Não houve diferenças significativas entre as estratégias utilizando dicamba, com controle máximo de 81,3% aos 14 DAA, não diferindo das demais estratégias. Glyphosate + carfentrazone (82,0%) ou saflufenacil (76%) não diferiram significativamente em nenhum dos momentos avaliados. Do mesmo modo, a adição de glufosinate (78,5%) e chlorimuron (80%) não resultaram em acréscimos significativos de controle. Mesotrione, tembotrione e fomesafen associados a glyphosate não diferiram estatisticamente em função da terceira aplicação.

TABELA 9 – TERCEIRA APLICAÇÃO SEQUENCIAL COM GLYPHOSATE ASSOCIADO A CARFENTRAZONE REALIZADA AOS 56 DAA FRENTE A PORCENTAGEM DE *Commelina benghalensis* L.

1ª Aplicação	Herbicida	2ª Aplicação	3ª Aplicação	% Controle		
				7 DAA	14 DAA	21 DAA
Não - tratado		-	-	0,0 c	0,0 b	0,0 c
Glyphosate + saflufenacil		Glufosinate	G + C	73,0 b	76,5 a	76,0 b
Glyphosate + 2,4-D		Glufosinate	G + C	84,0 a	90,8 a	90,0 a
Glyphosate + dicamba		Glufosinate	G + C	75,3 b	83,5 a	79,5 b
Glyphosate + dicamba + saflufenacil		Glufosinate	G + C	76,3 b	85,8 a	81,3 b
Glyphosate + dicamba + glufosinate		Glufosinate	G + C	77,0 b	81,5 a	76,3 b
Glyphosate + carfentrazone + chlorimuron		Glufosinate	G + C	80,0 a	85,0 a	80,0 b
Glyphosate + carfentrazone		Glufosinate	G + C	76,8 b	84,3 a	82,0 b
Glyphosate + carfentrazone + glufosinate		Glufosinate	G + C	75,0 b	82,8 a	78,5 b
Glyphosate + mesotrione		Glufosinate	G + C	75,8 b	79,8 a	76,0 b
Glyphosate + tembotrione		Glufosinate	G + C	76,8 b	81,5 a	78,0 b
Glyphosate + fomesafen		Glufosinate	G + C	73,8 b	78,5 a	73,3 b
Glyphosate + carfentrazone		Glufosinate	G + C	77,8 b	83,5 a	82,3 b
	CV %			4,86	5,81	5,77

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Knott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

Nota: terceira aplicação composta por glyphosate + carfentrazone (G + C).

FONTE: O autor (2022).

Não houve precipitações significativas durante o período de condução deste estudo, o que juntamente com os dados apresentados, demonstra que *C. benghalensis* é uma planta complexa com alto potencial de rebrota e consequentemente reinfestação. Plantas de *C. benghalensis* sob condição de estresse hídrico sofrem um impacto dramático na morfologia e na resposta a muitos herbicidas, o que pode estar relacionado ao aumento da espessura cuticular e do número e tamanho dos tricomas e consequentemente, redução na absorção foliar dos herbicidas (STEPTOE et al., 2006).

Em geral, falhas de controle no campo são associadas a resistência ou tolerância das espécies infestantes, no entanto segundo Crose et al. (2020), o mais

comum é se observar falhas relacionadas a plantas em estágio avançado de desenvolvimento no momento da aplicação, além do uso de herbicidas ineficientes.

Nesse sentido, fica evidente que os engenheiros agrônomos são procurados pelos produtores principalmente para solucionar problemas já estabelecidos, como o controle de plantas daninhas provenientes de escapes. Nestes casos, 55% dos engenheiros agrônomos recomendam misturas de herbicidas e 38% indicam diferentes mecanismos de ação (HOLKEM et al., 2022).

Plantas daninhas em estágio avançado de desenvolvimento possuem uma habilidade maior de metabolizar e degradar moléculas de herbicidas, além disso a translocação é reduzida, causando maiores níveis de rebrota e controle ineficiente (SCHNEIDER et al., 2021; HOLKEM et al., 2022). Isso pode ser agravado para produtos com ação de contato que requerem maior área de cobertura do herbicida, o que pode ser difícil em plantas em estágio avançado de desenvolvimento (MOREIRA et al., 2010).

4.4 Experimento VI: POSICIONAMENTO DE HERBICIDAS EM APLICAÇÃO SEQUENCIAL AOS 7 E 14 DIAS APÓS A PRIMEIRA E O CONTROLE DE *Commelina benghalensis* L.

Houve interação significativa entre herbicidas e o momento da aplicação sequencial. Os desdobramentos das interações foram realizados pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

Aos 14 dias após a primeira aplicação, ou seja, 7 dias após a sequencial, a aplicação de (triclopyr + glyphosate) (62,5%) foi superior a (glyphosate + 2,4-D) (58,3%) sem intervenção sequencial. Neste momento todas as alternativas foram superiores quando (triclopyr + glyphosate) foi aplicado no primeiro momento, com exceção da sequencial com (glufosinate + carfentrazone) (78,3%).

Não houve diferença significativa entre a aplicação aos 7 ou 14 DAA para as associações de (glyphosate + carfentrazone) ou saflufenacil independente do uso de 2,4-D ou triclopyr na primeira aplicação. No entanto, quando glufosinate foi associado a carfentrazone ou saflufenacil, os controles foram significativamente maiores quando triclopyr foi utilizado no primeiro momento e a sequencial foi realizada aos 14 DAA.

TABELA 10 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DOS FATORES HERBICIDA E MOMENTO DA APLICAÇÃO SEQUENCIAL FRENTE A PORCENTAGEM DE *Commelina benghalensis* L.

		14 DAA	
Herbicida		Momento da Sequencial	
Primeira aplicação	Segunda aplicação	7 DAA	14 DAA
Testemunha	-	0,0 eA	0,0 dA
Glyphosate + 2,4-D	-	58,3 dB	69,0 cA
Glyphosate + 2,4-D	glyphosate + carfentrazone	73,8 bA	73,3 cA
Glyphosate + 2,4-D	glyphosate + saflufenacil	69,5 cA	73,3 cA
Glyphosate + 2,4-D	diquat	82,5 aA	86,3 aA
Glyphosate + 2,4-D	glufosinate	69,8 cB	77,0 bA
Glyphosate + 2,4-D	glufosinato + carfentrazone	80,3 aA	76,3 bA
Glyphosate + 2,4-D	glufosinato + saflufenacil	72,5 cB	78,8 bA
Glyphosate + triclopyr	-	62,5 dB	70,0 cA
Glyphosate + triclopyr	glyphosate + carfentrazone	77,0 bA	78,3 bA
Glyphosate + triclopyr	glyphosate + saflufenacil	71,8 cA	72,8 cA
Glyphosate + triclopyr	diquat	83,0 aB	89,3 aA
Glyphosate + triclopyr	glufosinate	78,0 bA	77,5 bB
Glyphosate + triclopyr	glufosinato + carfentrazone	78,3 bB	87,5 aA
Glyphosate + triclopyr	glufosinato + saflufenacil	77,3 bB	87,5 aA
CV (%)		5,48	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Kcnott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

FONTE: O autor (2022).

Aos 28 DAA, último momento avaliado, nenhuma das estratégias levou as plantas a morte. Nossos resultados demonstram uma menor sensibilidade das estratégias com (glyphosate + triclopyr) ao momento da sequencial (7 ou 14 DAA), em que a interação foi significativa apenas para sequencial de (glufosinate + carfentrazone), sendo esta superior aos 14 DAA (90,8%) frente a 7 DAA (80,5%).

Para (glyphosate + 2,4-D), melhores desempenhos foram observados para programas em que a sequencial foi realizada aos 7 DAA, demonstrando uma interação sensível ao herbicida e o momento da sequencial.

Diquat performou melhor quando utilizado após (glyphosate + triclopyr) (90,3% aos 7 DAA) e (91,3% aos 14 DAA), já quando (glyphosate + 2,4-D) foi utilizado, diquat performou melhor aos 7 DAA (89,0%) em relação a 14 DAA (79,3%).

A associação de (glufosinate + carfentrazone) resultou em controles superiores quando posicionados aos 14 DAA (90,8%) após (glyphosate + triclopyr), e aos 7 DAA (86,3%) após (glyphosate + 2,4-D) demonstrando que o auxínico utilizado na primeira aplicação pode interferir na tomada de decisão por qual herbicida e em que momento a aplicação sequencia deve ser realizada. Além disso glufosinato isolado aos 14 DAA (86,0%), ou diquat (91,3%), não diferiram da associação com Carfentrazone (90,8%) quando posicionados após (glyphoste + triclopyr).

TABELA 11 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO DOS FATORES HERBICIDA E MOMENTO DA APLICAÇÃO SEQUENCIAL FRENTE A PORCENTAGEM DE *Commelina benghalensis* L.

		28 DAA	
Herbicida		Momento da Sequencial	
Primeira aplicação	Segunda aplicação	7 DAA	14 DAA
Testemunha	-	0,0 dA	0,0 cA
Glyphosate + 2,4-D	-	77,3 cA	74,0 bA
Glyphosate + 2,4-D	glyphosate + carfentrazone	79,8 bA	78,3 bA
Glyphosate + 2,4-D	glyphosate + saflufenacil	88,8 aA	81,8 bB
Glyphosate + 2,4-D	diquat	89,0 aA	79,3 bB
Glyphosate + 2,4-D	glufosinate	70,8 cB	78,8 bA
Glyphosate + 2,4-D	glufosinato + carfentrazone	86,3 aA	77,5 bB
Glyphosate + 2,4-D	glufosinato + saflufenacil	74,5 cB	80,8 bA
Glyphosate + triclopyr	-	74,5 cA	77,3 bA
Glyphosate + triclopyr	glyphosate + carfentrazone	79,3 bA	75,0 bA
Glyphosate + triclopyr	glyphosate + saflufenacil	82,0 bA	80,8 bA
Glyphosate + triclopyr	diquat	90,3 aA	91,3 aA
Glyphosate + triclopyr	glufosinate	84,0 aA	86,5 aA
Glyphosate + triclopyr	glufosinato + carfentrazone	80,5 bB	90,8 aA
Glyphosate + triclopyr	glufosinato + saflufenacil	79,5 bA	78,5 bA
CV (%)		5,03	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Scott-Kcnott a $\alpha=0,05$ de probabilidade.

FONTE: O autor (2022).

Em síntese (glyphosate + triclopyr) resultou em melhores níveis de controle, com menor sensibilidade aos momentos da aplicação sequencial, comparado com (glyphosate + 2,4-D) em que houve interações mais específicas entre herbicidas e momento da aplicação.

De modo geral, as aplicações sequencias são fundamentais em programas de manejo de plantas tolerantes e/ou resistentes, principalmente plantas em estádios avançados de desenvolvimento, pois potencializam o efeito de controle e minimizam as chances de rebrote e retomada do crescimento.

Nosso estudo demonstra que intervenções sequencias proporcionam acréscimos de controle da *C. benghalensis* em estágio avançado de desenvolvimento. Além disso, recomenda-se que a intervenção sequencial seja realizada a partir dos 7 DAA e que, com base nos herbicidas utilizados, esta intervenção pode ser realizada aos 14 DAA. A implantação de práticas de manejo adequadas, no tempo correto, é importante para a eficácia do controle de plantas daninhas (HOLKEM et al., 2022). E posicionar corretamente as aplicações sequenciais com outros herbicidas, pode ajudar a prolongar a eficácia do controle (BOTTCHEER et al., 2022).

Embora nenhuma das estratégias tenha controlado 100% das plantas de *C. benghalensis*, em um cenário com plantas em estágio avançado de

desenvolvimento, alta porcentagem de cobertura do solo e infestação homogênea, associado ainda a condições de baixa precipitação e alta temperatura, nossos resultados demonstram algumas estratégias com mais de 85% de controle com herbicidas de diferentes mecanismos de ação.

Desta forma, seria importante que o programa de manejo de *C. benghalensis* pudesse evitar a produção de sementes por pelo menos quatro anos agrícolas, a fim de reduzir o banco de sementes do solo. No entanto, Riar et al. (2012) demonstraram que a viabilidade das sementes de *C. benghalensis* não chegou a zero em seus estudos ao longo de 40 meses, demonstrando potencial de reinfestação. Além disso a maioria das plantas daninhas é caracterizada por uma enorme plasticidade fenotípica. Sob condições favoráveis, um determinado genótipo será alto, robusto, bem desenvolvido e altamente produtivo. Sob condições desfavoráveis, o mesmo genótipo pode ser menor e pouco vigoroso, viver pouco tempo e produzir poucas sementes, mas ainda assim sobreviver (HARLAN, 1992).

Zobiole et al. (2018) observaram que a alteração mais comum adotada no manejo, é a adição de herbicidas alternativos de forma isolada ou em associações, além de aplicações sequenciais com produtos de contato, por exemplo. Neste cenário, o herbicida 2,4-D tem sido o mais utilizado em associação com o glyphosate no manejo da dessecação (TAKANO et al., 2013) e paraquat era utilizado em grande escala para complementar o manejo em aplicação sequencial (ALBRECHT et al., 2022). No entanto, anos sucessivos de manejo simplificado resultaram na seleção de biotipos de buva (*Conyza sumatrenis*) resistentes a paraquat (ZOBIOLE et al., 2019). Relatos recentes, indicam a resistência por uma hipersensibilidade ou rápida resposta fisiológica a 2,4-D (QUEIROZ et al., 2019).

Neste contexto, este estudo demonstra que, existem herbicidas auxínicos alternativos ao 2,4-D e paraquat, para que os programas de dessecação, não só de *C. benghalensis*, mas também de outras espécies de plantas daninhas, mantenham níveis eficientes de controle e minimizem o processo de seleção, garantido a sustentabilidade do sistema de intensivo de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo conclui que a Trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) apresenta suscetibilidade diferencial aos herbicidas auxínicos testados, sendo triclopyr, 2,4-D e fluroxypyr alternativas eficientes em programas de manejo. Além disso, a associação de glyphosate precisa ser melhor estudada, uma vez que nossos estudos demonstraram efeito sinérgico apenas para 2,4-D e somente até 4 semanas após aplicação, não melhorando a consistência de controle em 8 semanas. Os menores desempenhos foram proporcionados pelo dicamba com ou sem glyphosate, além disso, não houve aumentos significativos na eficácia de controle com o aumento das doses de equivalente ácido de dicamba.

Nosso estudo demonstra que intervenções sequencias proporcionam acréscimos de controle da *C. benghalensis* em estágio avançado de desenvolvimento. Além disso demonstramos que a intervenção sequencial pode ser realizada a partir dos 7 DAA e que com base nos herbicidas utilizados, esta intervenção pode ser realizada aos 14 DAA.

Em síntese, (glyphosate + triclopyr) foi menos sensível aos momentos da aplicação sequencial, comparado com (glyphosate + 2,4-D) em que interações mais específicas entre herbicidas e momento da aplicação foram observadas.

Destacamos ainda, que em aplicações sequencias, 400 g i.a ha⁻¹ de diquat proporciona controles superiores a 500 g i.a ha⁻¹ de glufosinate quando posicionado após (glyphosate + 2,4-D). Além disso, 2,4-D contribui com acréscimo de 36% de controle em relação a glufosinate quando associados a (glyphosate + carfentrazone) independente da sequencial utilizada. A adição de saflufenacil, não proporcionou acréscimos de controle a (glyphosate + 2,4-D) independente da sequencial utilizada, embora saflufenacil (68,5%) tenha sido superior a carfentrazone (47,5%) quando associados a glyphosate e utilizado diquat na sequencial. Quando utilizamos glufosinate, carfentrazone (52,5%) foi superior a saflufenacil (44,0 %).

A adição de herbicidas pré-emergentes em programas de dessecação não reduziu a eficácia de (glyphosate + carfentrazone) em aplicação sequencial a 2,4-D, triclopyr, fluroxypyr e dicamba associados a glyphosate, embora acréscimos de controle ao fim do período avaliado também não tenham sido observados. Embora as associações com (sulfentrazone + diuron) e s-metolachlor tenham contribuído com acréscimos de controle em pós-emergência nos momentos iniciais.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, A. J. P.; FAUSTO, D. A.; ALBRECHT, L. P.; MIGLIAVACCA, R. A.; ECKERT, C. T.; FILHO, V. R. Economic influence of the application of different managements, formulations and, doses of glyphosate on roundup ready® soybean. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. 2020. Maringá, PR. v.13. ed. 2. p. 507–523.

ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; SILVA, A. F. M. Agronomic implications of paraquat ban in Brazil. **Advances in Weed Science**. 2022. v. 40, n. 1, p. 1–13.

ALBRECHT, L. P.; KRENCHINSKI, F. H.; GOMES, A. O.; ALBRECHT, A. J. P.; MATTIUZZI, M. D.; CASSOL, M. Performance of fall and winter crops in a no tillage system in west Paraná State. **Acta Scientiarum Agronomy**. 2018. V. 40, n. 1, p. 1-9.

ARMEL GR.; HALL GJ.; WILSON HP.; CULLEN N. Mesotrione plus atrazine mixtures for control of Canada thistle (*Cirsium arvense*). **Weed Science**. 2005. V. 53, p. 202–211.

BECKER, A. S.; PLACIDO, H. F.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; SANTOS, W. G. Efeito residual de clethodim aplicado em pré-semeadura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**. 2019. v. 18, n.1.

BOTTCHER, A. A.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; KASHIVAQUI, E. S. F.; CASSOL, M.; SOUZA, C. N. Z.; WAGNER, F.G.; SILVA, A. F. M. Herbicide efficacy in the fall management of *Richardia brasiliensis*, *Commelina benghalensis*, *Conyza sumatrensis* and *Digitaria insularis*. **Bioscience Journal**. 2022. v. 38, p. 1-9.

BUNTIN, D. Corn insect control trends. **Georgia Pest Management Handbook**. 2022. v. 1, n. 28, p. 88.

CANADIAN WEED SCIENCE SOCIETY. Description of 0–100 rating scale for herbicide efficacy and crop phytotoxicity. 2018.

CASTRO, M.A.; LIMA, S. F.; TOMQUELSKI, G. V.; ANDRADE, M. G. O.; MARTINS, J. D. Crop management and its effects on weed occurrence. **Bioscience Journal**. 2021, 37, e37012. DOI: 10.14393/BJ-v37n0a2021-48271

COLBY SR (1967) Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. **Weed Science**. 15:20–22.

CONCENÇO, G.; GRIGOLLI, J.F.J. Plantas daninhas em sistemas de produção de soja. **Tecnologia e Produção: Soja 2014/2015**. 2015. Fundação MS. Maracaju. Mato Grosso do Sul.

CONSTANTIN, J.; JÚNIOR, R. S. O.; INOUE, M. H.; CAVALIERI, S. D.; ARANTES, J. G. Z. Sistemas de manejo de plantas daninhas no desenvolvimento e na produtividade da soja. **Bragantia**, 2009. v. 68, n. 1, p. 125-135.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Dessecação antecedendo a semeadura direta pode afetar a produtividade. **Informativo Agrônômico**. 2005. n. 109, p. 14-15.

CRAIGMYLE, B. D.; ELLIS, J. M.; BRADLEY, K. W. Influence of Weed Height and Glufosinate plus 2,4-D Combinations on Weed Control in Soybean with Resistance to 2,4-D. **Weed Technology**. 2013. v. 27, n. 2, p. 271–280.

CREECH J. E.; MONACO T. A.; EVANS J. O. Photosynthetic and growth responses of *Zea mays* L and four weed species following post-emergence treatments with mesotrione and atrazine. **Pest Management Science**. 2004. 60:1079–1084.

CROSE, J. A.; MANUCHEHRI M. R.; BAUGHMAN T. A. Horseweed (*Coryza canadensis*) management in Oklahoma winter wheat. **Weed Technology**. 2020, 34, 229-234.

CULPEPPER, A. S.; FLANDERS J. T.; YORK A. C.; WEBSTER T. M. Tropical spiderwort (*Commelina benghalensis*) control in glyphosate-resistant cotton. **Weed Technology**. 2004. v. 18, 432-436.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; Fenologia da Trapoeraba como indicador para tolerância ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**. 2013. Viçosa, Minas Gerais. v. 31. n. 1. p. 185-191.

DIAS M. F.; KRENCHINSKY F. H.; PEREIRA V. G. C.; MORENO G.; ALBRECHT L. P.; ALBRECHT A. J. P. Phytosociological survey of weeds in glyphosate resistant and susceptible soybean cultivation areas. **Braz. J. Agric. Sci**. 2018. 13(4), e5592

DOOLABH, K.; NAIDOO, Y.; DEWIR, Y. H.; AL-SUHAIBANI, N. Micromorphology, Ultrastructure and Histochemistry of *Commelina benghalensis* L. Leaves and Stems. **Plants**. 2021. v. 10, n. 3, p. 512.

DUKE, S. O. **Weed Physiology**. 1985. Herbicide Physiology. v.2. CRC Press. Boca Raton. USA.

FERREIRA D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. 2011. 35:1039-1042

FERREIRA, S. D.; SALVALAGGIO, A. C.; MORATELLI, G.; VASCONCELOS, E. D.; COSTA, N. V. Controle de espécies de commelinas com desseccantes isolados e em misturas. **Planta Daninha**. 2017. v. 35, p. 1–9.

FLUTTERT, J. C.; SOLTANI, N.; GALLA, M. Additive and synergistic interactions of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD) and photosystem II

(PSII) inhibitors for the control of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) in corn. **Weed Science**. 2022. v. 70, n. 3, p. 319–327.

FREITAS, N. M.; FREITAS, F. C. L.; FURTADO, I. F.; TEIXEIRA, M. F. F.; SILVA, V. F. Herbicide mixtures to control dayflowers and drift effect on coffee cultures. **Planta Daninha**. 2018. v. 36.

GANIE, Z. A.; JHALA, A. J. Interaction of 2,4-D or dicamba with glufosinate for control of glyphosate-resistant giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) in glufosinate-resistant maize (*Zea mays* L.). **Frontiers in Plant Science**. 2017. v. 8, n. July, p. 1-10.

GANIE, Z. A.; JUGULAM, M.; JHALA, A. J. Temperature influences efficacy, absorption, and translocation of 2,4-d or glyphosate in glyphosate-resistant and glyphosate-susceptible common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) and giant ragweed (*Ambrosia trifida*). **Weed Science**. 2017. v. 65, n. 5, p. 588-602.

GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.; VOLL, E.; VARGAS, L.; FORNAROLLI, D.; KARAM, D.; CERDEIRA, A. L.; MATALO, M.; OSIPE, R.; ZOIA, L.; SPENGLER, A.N. Manejo de buva em áreas cultivadas com milho safrinha e aveia. **XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. 2010. Ribeirão Preto, São Paulo.

GOMES JR.; F.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta daninha**. 2008. Viçosa, v. 26, n. 4, p. 789-798.

HARLAN, J. R. **Crops and Man**. 1992. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison.

HEAP, I. **The International Herbicide-Resistant Weed Database**. 2023.

HOLKEM, A. S.; SILVA, A. L. DA; BIANCHI, M. A.; CORASSA, G.; ULGUIM, A. R. Weed management in Roundup Ready® corn and soybean in Southern Brazil: survey of consultants' perception. **Advances in Weed Science**. 2022. v. 40, p. 1-8.

HOLM, L. R. G.; PLUCKNETT, D. L.; PANCHO, J. V.; HERBERGER, J. P. **The world's worst weeds. Distribution and biology**. 1977. p. 565-586.

JESCHKE P. Progress of modern agricultural chemistry and future prospects. **Pest Management Science**. 2015. 72, 433–455, 2016. DOI:10.1002/ps.4190

JOHNSON, R. G.; ANDERSON, R. C. The seed bank of tall grass prairie in Illinois. **Am. Midland Natural**. 1986. v. 115, n. 1, p. 123-130. DOI: 10.2307/2425842

KOGER, H. C.; POSTON, D. H.; HAYES, R. M.; MONTGOMERY, R. Glyphosate-Resistant Horseweed (*Conyza canadensis*) in Mississippi. **Weed Technology**. 2004. 18:820-5.

LARINI, W. F.; PIVETTA, L. A.; LUCHESE, A. Correlação dos teores químicos do solo com o índice de qualidade do sistema plantio direto (IQP). **Anais**. 2018. III CICA – Congresso Internacional de Ciências Agrárias. Toledo, Paraná.

LUCIO FR.; KALSING A.; ADEGAS FS, ROSSI CVS.; CORREIA NM.; GAZZIERO DLP.; DA SILVA AF. Dispersal and frequency of glyphosate-resistant and glyphosate-tolerant weeds in soybean-producing edaphoclimatic microregions in Brazil. **Weed Technology**. 2019. DOI: 10.1017/wet.2018.97

MARTINS, D.; SANTANA DC.; SOUZA GSF.; BAGATTA MVB. Manejo químico de espécies de trapoeraba com aplicação isolada e em mistura de diferentes herbicidas. **Revista Caatinga**. 2012. v. 25, n. 2, p. 21-28.

MONQUERO, P. A.; BINHA D. P.; SILVA, A. C.; SILVA, P. V.; AMARAL, L. R. Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca. **Planta daninhas**. 2008. Viçosa, v. 26, n. 1, p. 185-193.

MOREIRA, M.S.; MELO MSC.; CARVALHO SJP.; NICOLAI M.; CRHISTOFFOLETI PJ. Herbicidas alternativos para o controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**. 2010. v.28, p.167-175.

NEVE, P.; VILA-AIUB, M; ROUX, F. Evolutionary-thinking in agricultural weed management. **New Phytologist**. 2018. v. 184, n. 4, p. 783–793. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2009.03034.x.

O'BRIEN SR.; DAVIS AS.; RIECHERS DE. Quantifying resistance to isoxaflutole and mesotrione and investigating their interactions with metribuzin POST in waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*). **Weed Science**. 2018. 66:586–594.

OLIVEIRA JR.; R.S.; CONSTANTIN, J.; COSTA, J. M.; CAVALIERI, S. D.; ARANTES, J. G. Z.; ALONSO, D. G.; ROSSO, A. C.; BIFFE, D. F. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade da soja. **Planta daninha**. 2006. Viçosa, v. 24, n. 4, p. 721-732.

OLIVEIRA, M. C.; LENCINA, A.; ULGUIM, A. R.; WERLE, R. Assesment of crop and weed management strategies prior to introduction of auxin-resistant crops in Brazil. **Weed Science**. 2021. DOI: 10.1017/wet.2020.96

OLIVEIRA, M. C.; PEREIRA, G. A. M.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; KNEZEVIC, S. Z.; WERLE, R. Additive design: the concept and data analysis. **Weed Research**. 2018. DOI: 10.1111/wre.12317

OSIPE JB.; OLIVEIRA JR. RS.; CONSTANTIN J.; TAKANO HK.; BIFFE DF. Spectrum of weed control with 2,4-D and dicamba herbicides associated to glyphosate or not. **Planta Daninha**. 2017. 35:1-12.

PEIXOTO, M. F.; SOUZA, I. F. Efeitos de doses de imazamox e densidades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em soja (*Glycine max* (L.) Merr.) sob plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**. 2002. v. 25, n. 2, p. 252-258.

QUEIROZ, A. R. S.; DELATORRE, C. A.; LUCIO, F. R.; ROSSI, C. V. S.; ZOBIOLE, L. H. S.; MEROTTO, A. Rapid necrosis: a novel plant resistance mechanism to 2,4-D. **Weed Science**. 2019. n. December, p. 1-13.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2021. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIAR, M. K.; WEBSTER, T. M.; BRECKE, B. J.; JORDAN, D. L.; BURTON, M. G.; TELENKO, D. P.; RUFTY, T. W. Benghal Dayflower (*Commelina benghalensis*) Seed Viability in Soil. 2012. **Weed Science**. v. 60, p. 589-592.

RITZ, C.; STREBIG, J.C.; RITZ, M.C. **Package 'drc'**. 2016. Creative Commons: Mountain View, CA, USA.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. (Ed.). **Guia de herbicidas**. 2011. Londrina: Edição dos Autores. 697 p.

SABILA, M. H.; GREY, T. L.; WEBSTER, T. M.; VENCILL, W. K.; SHILLING, D. G. Evaluation of factors that influence benghal dayflower (*Commelina benghalensis*) seed germination and emergence. **Weed Science**. 2012. v. 60, n. 1, p. 75-80.

SCHNEIDER, T.; CAMERA, J. N.; KOEFENDER, J.; RIZZARDI, M. A.; BIANCHI, M. A.; ROCKENBACH, A. P. Herbicide performance in the control of *Conyza* spp. where three plant heights. **Bioscience Journal**. 2021. v. 37, p. 1–9.

SHECHTMAN O. The coefficient of variation as an index of measurement reliability. Pages 39–49 in Doi S, Williams G, eds, *Methods of Clinical Epidemiology*. **Springer Series on Epidemiology and Public Health**. 2013.

SMITH A.; SOLTANI N.; KAASTRA A. C.; HOOKER D. C.; ROBINSON D. E.; SIKKEMA P. H. Isoxaflutole and metribuzin interactions in isoxaflutole-resistant soybean. **Weed Science**. 2019. 67:485-496.

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

STEPTOE, P. J.; VENCILL, W. K.; GREY, T. L. Influence of moisture stress on herbicidal control of an invasive weed, Benghal dayflower (*Commelina benghalensis*). **Journal of Plant Diseases and Protection**. 2006. 907-914.

TAKANO H. K.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; FRANCHINI, L. H. M.; BRAZ, G. B. P.; RIOS, F. A.; GHENO, E. A.; GEMELLI, A. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**. 2013. v. 12, n. 1. p. 1-13.

TODD O. E.; FIGUEIREDO M. R. A.; MORRAN S.; SONI N.; PRESTON C.; KUBEŠ M. F.; NAPIER R, GAINES T. A. Synthetic auxin herbicides: finding the lock and key to weed resistance. **Plant Science**. 2020. 300:110631

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; AGOSTINETTO, D.; KARAM, D.; ADEGAS, F. S. Manejo de resistência em sistemas de cultivo soja/milho. **Embrapa Soja**. 2013. Londrina, PR.

DA SILVA, V. P.; BARBOSA, C. G.; FERRARI, A. Chemical control strategies of *Commelina benghalensis* in coffee crop. **Coffee Science**. 2019. v. 14, n. 2, p. 231-239.

VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P. Controle de plantas daninhas: sistemas de manejo de culturas com soja e efeitos alelopáticos do ácido acônítico. **Circular Técnica 101**. 2013. Embrapa Soja. Londrina, PR.

VOLL, E.; BRIGHENTI, A. M.; DIONÍSIO, L. P. GAZZIEIRO.; ADEGAS, F. S. Aspectos fisiológicos da germinação de sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**. 2002. Londrina. v. 24, n. 1, p. 162-168.

VOLL, E.; KARAM, D.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica de populações de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 1997. v.32, n.6, p.571-578.

VOLL, E.; TORRES, E.; BRICHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica de um banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes manejos do solo. **Planta Daninha**. 2001. v. 19, n. 2, p. 171-178.

WALKER, S. R.; EVENSON, J. P. Biology of *Commelina benghalensis* L. in South-Eastern Queensland. Growth, development and, seed production. **Weed Research**. 1985. v. 25, n. 4, p. 239-244.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.) **Applications of soil physics**. 1980. New York: Academic Press. 385 p.

WESTWOOD, J.; CHARUDATTAN, R.; DUKE, S.; FENNIMORE, S.; MARRONE, P.; SLAUGHTER, D.; ZOLLINGER, R. Weed Management in 2050: Perspectives on the Future of Weed Science. **Weed Science**, 2018. v. 66(3), p. 275-285. DOI: 10.1017/w sc.2017.78

WOODYARD A. J.; HUGIE J. A.; RIECHERS D. E. Interactions of mesotrione and atrazine in two weed species with different mechanisms for atrazine resistance. **Weed Science**. 2009. 57:369–378.

YU J.; MCCULLOUGH P. E. Triclopyr reduces foliar bleaching from mesotrione and enhances efficacy for smooth crabgrass control by altering uptake and translocation. **Weed Technology**. 2016. 30:516-523.

ZOBIOLE, L. H. S.; KRENCHINSKI, F. H.; PEREIRA, G. R.; RAMPAZZO, P. E.; RUBIN, R. S.; LUCIO, F. R. Management Programs to Control *Conyza* spp. in Pre-Soybean Sowing Applications. **Planta daninha**. 2018. v. 36.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA, J. R.; R. S.; KREMER, R. J.; CONSTANTIN, J.; BONATO, C. M.; MUNIZ, A. S. Water use efficiency and photosynthesis of glyphosate-resistant soybean as affected by glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. 2010. v. 97, n. 3, p. 182–193.

ZOBIOLE, L. H. S.; PEREIRA, V. G. C.; ALBRECHT, A. J. P.; et al., Paraquat Resistance of Sumatran Fleabane (*Conyza sumatrensis*). **Planta Daninha**. 2019. v. 37, p. 1-8.