

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO DA MUDANÇA DA COMUNIDADE INFESTANTE
NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SOJA**

Felipe Ridolfo Lucio
Engenheiro Agrônomo

2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO DA MUDANÇA DA COMUNIDADE INFESTANTE
NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SOJA**

Felipe Ridolfo Lucio

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Produção Vegetal.

2021

L938e

Lucio, Felipe Ridolfo

Estudo da mudança da comunidade infestante no sistema de produção da soja / Felipe Ridolfo Lucio. -- Jaboticabal, 2021

103 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

1. controle químico. 2. fitossociologia. 3. rotação de culturas. 4. seleção de plantas daninhas. 5. soja Enlist. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



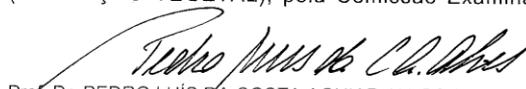
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ESTUDO DA MUDANÇA DA COMUNIDADE INFESTANTE NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SOJA

AUTOR: FELIPE RIDOLFO LUCIO

ORIENTADOR: PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES (Participação Virtual)
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. RUBEM SILVÉRIO DE OLIVEIRA JUNIOR (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia-UEM / Maringa/PR


Prof. Dr. RICARDO VICTÓRIA FILHO (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / ESALQ/USP / Piracicaba/SP


Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI (Participação Virtual)
FCA/UNESP / Botucatu/SP


Pesquisador Dr. FERNANDO STORNILOLO ADEGAS (Participação Virtual)
EMBRAPA/SOJA / Londrina/PR

Jaboticabal, 11 de fevereiro de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Felipe Ridolfo Lucio – nascido em 15 de outubro de 1985, na cidade de Ribeirão Preto, no estado de São Paulo, filho de Valdir Lucio e Silvia Genari Ridolfo Lucio, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – Câmpus Jaboticabal, em 2008. Obteve o título de Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – Câmpus Jaboticabal, em maio de 2011. Em junho de 2009, iniciou sua vida profissional como Assistente Técnico de Pesquisa e Desenvolvimento na DuPont do Brasil, onde permaneceu até agosto de 2010. Iniciou uma nova trajetória na Dow AgroSciences Ind. Ltda em setembro de 2010, sendo contratado na área de Pesquisa e Desenvolvimento exercendo cargo de pesquisador adjunto, com foco em manejo de plantas daninhas nas culturas de cana-de-açúcar, soja e milho. Em 2012, assumiu a função de pesquisador principal para eventos biotecnológicos em soja e milho. No ano seguinte, foi convidado para desenvolver um período *Sabbatical* na estação de Pesquisa e Desenvolvimento da Dow AgroSciences em Fowler, IN - EUA. Retornando ao Brasil após seis meses, foi convidado para gerenciar o desenvolvimento técnico do projeto: Enlist Sistema de Controle de Plantas Daninhas no Brasil, onde permaneceu até 2018. Já em 2019, assumiu a função de líder de Pesquisa e Desenvolvimento de herbicidas para os cultivos na América Latina e exerce a função até o presente momento.

“Semeia um pensamento, colhe um ato.
Semeia um ato, colhe um hábito. Semeia um
hábito, colhe um caráter. Semeia um caráter,
colhe um destino”

(Marion Laurence)

Aos meus pais Valdir e Silvia,
aos meus irmãos Gustavo e Guilherme,
a minha esposa Marcela,
pelo apoio incondicional em todos os
momentos da minha vida.

DEDICO

As minhas filhas Antonella e Catarina,
que fazem os meus dias mais felizes.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por todas as oportunidades e ensinamentos. Por guiar meus caminhos, pelas chances de fazer diferente, por todas as feridas cicatrizadas e por estar sempre ao meu lado.

À minha família, pelo apoio, incentivo e suporte para trilhar meus caminhos e objetivos.

À minha esposa Marcela, pela compreensão e parceria, além de apoio incondicional.

Ao meu orientador, professor **Pedro Luís da Costa Aguiar Alves**, pelas orientações, oportunidade, paciência e compreensão. Por ser um grande amigo que levo comigo desde a graduação; quem me abriu as primeiras portas para trabalhar com biologia e manejo de plantas daninhas.

Aos membros da banca de qualificação e de defesa, pelas críticas, sugestões e contribuições para a conclusão desta etapa.

A todos os colegas do Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA), que auxiliaram na execução do trabalho. Em especial ao **José Valcir Fidelis Martins** pelo apoio, disponibilidade e colaboração durante os três anos de ensaio à campo. Meu sincero obrigado.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Câmpus Jaboticabal e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pelas oportunidades oferecidas.

À **Corteva Agriscience** pela oportunidade de realizar o doutorado, provendo todo o tempo e suporte necessário para execução das atividades.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para essa incrível jornada de aprendizado e resiliência.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| LISTA DE TABELAS | iv |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1 <i>Panorama da soja no Brasil e cultivos subsequentes de safrinha</i> | 3 |
| 2.2 <i>Interferência de plantas daninhas em sistemas de cultivo</i> | 5 |
| 2.3 <i>Sistemas produtivos e uso de herbicidas</i> | 7 |
| 2.4 <i>Cultivos geneticamente modificados (GM) e resistência de plantas daninhas</i> | 8 |
| 2.5 <i>Parâmetros e acompanhamento da mudança de flora</i> | 10 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 3.1 <i>Local e caracterização da área experimental</i> | 14 |
| 3.2 <i>Semeadura e condução das culturas</i> | 14 |
| 3.3 <i>Tratamentos experimentais</i> | 19 |
| 3.4 <i>Eficácia e seletividade dos tratamentos herbicidas</i> | 24 |
| 3.5 <i>Avaliações da comunidade infestante</i> | 25 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 4.1 <i>Caracterização da comunidade infestante</i> | 29 |
| 4.2 <i>Eficácia e seletividade dos tratamentos herbicidas</i> | 30 |
| 4.3 <i>Avaliações da comunidade infestante</i> | 45 |
| 4.4 <i>Índices de diversidade de Shannon-Weaver e equitabilidade</i> | 81 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 87 |
| 6. CONCLUSÕES | 89 |
| 7. REFERÊNCIAS | 90 |

ESTUDO DA MUDANÇA DA COMUNIDADE INFESTANTE NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SOJA

RESUMO – Com o advento de novas biotecnologias que permitam utilização de herbicidas não seletivos em pós emergência da cultura da soja, mudanças na predominância florística podem impactar o sistema produtivo onerando em custos e selecionando populações de plantas daninhas tolerantes e/ou resistentes. Compreender o comportamento da comunidade infestante frente a utilização de herbicidas, assim como os sistemas de manejo empregados, poderão auxiliar na tomada de decisão no manejo a ser executado, bem como predizer possíveis impactos da adoção de cultivos em sucessão ou utilização repetitiva de um herbicida com mesmo mecanismo de ação. O presente trabalho teve por objetivos avaliar a eficácia do controle químico sobre a comunidade de plantas daninhas presente nas culturas da soja, milho, milheto e trigo, verificar se o controle químico empregado nessas culturas possui potencial de alteração na composição da comunidade infestante e identificar se o sistema de cultivo da soja na safra em sucessão com milho, milheto, trigo ou pousio teria potencial de alteração da composição da comunidade de plantas daninhas. O experimento foi conduzido durante três anos consecutivos na FCAV/UNESP, sendo no verão agrícola (outubro/fevereiro) conduzida a cultura da soja e na safrinha (março/julho) a área foi subdividida em quatro experimentos destinados ao cultivo de milheto, milho, trigo e pousio. Cada um dos quatro experimentos foi subdividido em vinte e quatro parcelas, sendo cinco tratamentos químicos e uma testemunha sem aplicação. Os tratamentos químicos compreenderam aplicações em pós emergência inicial da cultura assim como aplicação sequencial na cultura da soja. Durante os três anos agrícolas, na cultura da soja, foi utilizado o material geneticamente modificado DAS-44406-6 x DAS-81419-2 que confere resistência aos herbicidas 2,4-D, glifosato e glufosinato de amônio. Realizou-se avaliação de eficácia de controle dos tratamentos herbicidas e seletividade à cultura. Foram realizados também oito levantamentos fitossociológicos da comunidade infestante ao longo das três safras. *Alternanthera tenella* se destacou por apresentar elevada representatividade numérica, acompanhada de grande acúmulo de biomassa seca, em relação as demais populações, independentemente da época em que se iniciou seu desenvolvimento (safra ou safrinha). A *Digitaria insularis*, pelo fato de apresentar grande acúmulo de biomassa seca, figurou como segunda população mais importante na comunidade avaliada ao longo dos anos. *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis* se destacaram como as espécies mais evidentes no cultivo da soja. A *Commelina benghalensis* reduziu significativamente sua importância relativa, independente da rotação de cultivo ou tratamento químico empregado. A dominância da *A. tenella* e *D. insularis* reduziu drasticamente a presença das plantas daninhas secundárias.

Palavras-chave: controle químico, fitossociologia, rotação de culturas, seleção de plantas daninhas, soja Enlist®.

WEED COMMUNITY SHIFTS ON SOYBEAN CROP SYSTEMS

ABSTRACT – Biotechnology adoption which allow the use of non-selective herbicides on soybean post emergence may changes the flora predominance and impact the crop system increasing costs and weed resistant population. Therefore, understanding the weed community developing in face the herbicide uses as well as the employed management in the crops may assist on take the decision making on crop management to be carried out and predict possible impacts of monoculture adoption or the massive use of a herbicide with single mode of action. This study aimed to evaluate the efficacy of herbicides on weed control on soybean, corn, millet, wheat and fallow and identify if the agriculture practices implemente on soybean crop system have the potential to weed shifting. The study was carried out during three years at FCAV/UNESP. In the summer (october/february) the soybean was sown and for the second crops (march/july) the area was splited into four parts intended for millet, corn, wheat and fallow. Each of the four trials was split into twenty-four experimental plots, with five chemical treatments and a control without application. Chemical treatments included applications in the early post of crops as well as sequential applications for some of them. The genetically modified soybean DAS-44406-6 x DAS-81419-2 which gives resistance to the herbicides 2,4-D, glyphosate and ammonium glufosinate was sown in the three years. Herbicides efficacy on weed control and crop selectivity were assessed. Eight weed phytosociology were also carried out over the three seasons. *Alternanthera tenella* stood out for having high numerical representativeness following by huge dry biomass accumulation facing weeds population, regardless of occurence on summer or second season (safrinha). *Digitaria insularis*, due to its high dry biomass accumulation, was the second most important population in the community assessed throught years. *Eleusine indica* and *Digitaria horizontalis* were the most representative species in soybean cropping system. *Commelina benghalensis* has significantly reduced its relative importance regardless of crop rotation or herbicides treatment employed. The dominance of *A. tenella* and *D. insularis* drastically reduced secondary weeds incidence.

Keywords: chemical control, crop rotation, Enlist® soybean, phytosociology, weed selection.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Características químicas de uma amostra composta do solo extraída da camada de 0-20 cm de profundidade na área experimental. | 14 |
| Tabela 2. Herbicidas, inseticidas, fungicidas e adubação de cobertura utilizados na manutenção nos cultivos de soja e milho e em dessecação pré-plantio da soja. | 15 |
| Tabela 3. Ano de implementação, cultura semeada, data de semeadura, data de colheita, população de plantas e espaçamento entre linhas. | 17 |
| Tabela 4. Tratamentos herbicidas empregados no cultivo da soja nas safras de 2017/18, 2018/19 e 2019/20. | 20 |
| Tabela 5. Tratamentos herbicidas empregados nos cultivos de sucessão à soja (safrinha) para o milho, milho e trigo nos anos de 2018, 2019 e 2020. | 22 |
| Tabela 6. Estádios de desenvolvimento e elementos climáticos no momento das aplicações dos tratamentos herbicidas na cultura da soja, milho, milho e trigo. | 23 |
| Tabela 7. Descrição dos levantamentos fitossociológicos para as espécies de plantas daninhas no decorrer do período experimental. | 25 |
| Tabela 8. Caracterização da comunidade infestante no momento das aplicações de herbicidas em pós emergência da soja e dos cultivos da safrinha. | 26 |
| Tabela 9. Relação das plantas daninhas presentes durante ao longo da condução do experimento. | 30 |
| Tabela 10. Análise de variância univariada (ANOVA) dos fatores e interações (tratamento, cultivo e safra) para eficácia de controle das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação em V3 da soja. | 31 |
| Tabela 11. Desdobramento dos fatores Tratamento e Safra para eficácia de controle (%) das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação em V3 da soja. | 33 |

| | |
|--|----|
| Tabela 12. Análise de variância univariada (ANOVA) dos fatores (Tratamento, Cultivo e Safra) e interações para fitointoxicação da soja aos 7 e 28 dias após a aplicação em V3 da soja, produtividade e peso de 100 grãos..... | 34 |
| Tabela 13. Desdobramento do fator Tratamento para produtividade e peso de 100 grãos ao longo das três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) na cultura da soja..... | 35 |
| Tabela 14. Desdobramento do fator Tratamento para fitotoxicidade dos herbicidas aos 7 e 28 dias após a aplicação em V3 da soja, ao longo das três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20)..... | 37 |
| Tabela 15. Análise de variância univariada (ANOVA) dos fatores e interações (tratamento e safra) para de controle das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação de pós emergência inicial na cultura do milho, milho..... | 38 |
| Tabela 16. Desdobramento dos fatores Tratamento e Safra para eficácia de controle (%) das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação inicial na cultura do Milheto. | 39 |
| Tabela 17. Desdobramento dos fatores Tratamento e Safra para eficácia de controle (%) das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação inicial na cultura do Trigo..... | 40 |
| Tabela 18. Desdobramento dos fatores Tratamento e Safra para eficácia de controle (%) das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação inicial na cultura do milho. | 42 |
| Tabela 19. Análise de variância univariada (ANOVA) dos fatores (Tratamento e Safra) e interações para produtividade e peso de 100 grãos nas culturas do milho e trigo..... | 43 |
| Tabela 20. Desdobramento do fator Tratamento e média para produtividade e peso de 100 grãos ao longo das três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) na cultura do milho.43 | |
| Tabela 21. Desdobramento do fator Tratamento e média para produtividade e peso de 100 grãos ao longo das três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) na cultura do trigo. 44 | |
| Tabela 22. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safra 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie <i>Commelina benghalensis</i> (COMBE)..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Tabela 23. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie <i>Alternanthera tenella</i> (ALRTE). | 47 |
| Tabela 24. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie <i>Eleusine indica</i> (ELEIN).. | 48 |
| Tabela 25. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie <i>Digitaria horizontalis</i> (DIGHO). | 49 |
| Tabela 26. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie fixando as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS). | 50 |
| Tabela 27. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safrá 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie <i>Commelina benghalensis</i> (COMBE). | 55 |
| Tabela 28. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safrá 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie <i>Alternanthera tenella</i> (ALRTE). | 56 |
| Tabela 29. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safrá 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie <i>Eleusine indica</i> (ELEIN). | 57 |
| Tabela 30. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safrá 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie <i>Digitaria horizontalis</i> (DIGHO). | 58 |

Tabela 31. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safra 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Digitaria insularis* (TRCIN)..... 59

Tabela 32. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safra 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie fixando as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS). 60

Tabela 33. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Commelina benghalensis* (COMBE)..... 69

Tabela 34. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Alternanthera tenella* (ALRTE). 70

Tabela 35. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Eleusine indica* (ELEIN). 71

Tabela 36. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Digitaria horizontalis* (DIGHO)..... 72

Tabela 37. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Digitaria insularis* (TRCIN)..... 73

Tabela 38. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS)..... 74

Tabela 39. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade (E') das populações componentes da comunidade infestante no primeiro levantamento

fitossociológico (Safrá 2017/18), estimados para Densidade Relativa (De.R.) e
Frequência Relativa (Fr.R.), em função dos tratamentos para rotações soja/milho,
soja/milho, soja/pousio e soja/trigo. 82

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Representação do índice pluviométrico e temperatura média durante a condução do experimento, safra 2017/18 (Estação Agroclimatológica UNESP-FCAV).
..... 17
- Figura 2. Representação do índice pluviométrico e temperatura média durante a condução do experimento, safra 2018/19 (Estação Agroclimatológica UNESP-FCAV).
..... 18
- Figura 3. Representação do índice pluviométrico e temperatura média durante a condução do experimento, safra 2019/20 (Estação Agroclimatológica UNESP-FCAV).
..... 18
- Figura 4. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Commelina benghalensis* (COMBE) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safr 17/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 52
- Figura 5. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Alternanthera tenella* (ALRTE) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safr 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 52
- Figura 6. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Eleusine indica* (ELEIN) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safr 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 53
- Figura 7. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Digitaria horizontalis* (DIGHO) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safr 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 53
- Figura 8. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) pelas demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safr 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 54

Figura 9. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Commelina benghalensis* (COMBE) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 19/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 64

Figura 10. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Alternanthera tenella* (ALRTE) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 19/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 64

Figura 11. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Eleusine indica* (ELEIN) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 19/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 65

Figura 12. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Digitaria horizontalis* (DIGHO) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 19/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 65

Figura 13. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Digitaria insularis* (TRCIN) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 19/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 66

Figura 14. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) para as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 19/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo. 66

Figura 15. Importância Relativa (IR) para *Commelina benghalensis* (COMBE) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo. 75

Figura 16. Importância Relativa (IR) para *Alternanthera tenella* (ALRTE) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo. 76

Figura 17. Importância Relativa (IR) para *Digitaria horizontalis* (DIGHO) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo. 77

Figura 18. Importância Relativa (IR) para *Eleusine indica* (ELEIN) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo. 78

Figura 19. Importância Relativa (IR) para *Digitaria insularis* (TRCIN) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo.... 79

Figura 20. Importância Relativa (IR) para as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo. 80

Figura 21. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade (E') das populações componentes da comunidade infestante no sexto levantamento fitossociológico (Safrá 2019/20), estimados para Densidade Relativa (De.R.), Frequência Relativa (Fr.R.) e Importância Relativa (IR), em função dos tratamentos para rotações soja/milheto (a1, a2), soja/milho (b1, b2), soja/pousio (c1, c2) e soja/trigo (d1, d2)..... 84

Figura 22. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade (E') das populações componentes da comunidade infestante no oitavo levantamento fitossociológico (Safrinha 2020), estimados para Densidade Relativa (De.R.), Frequência Relativa (Fr.R.) e Importância Relativa (IR), em função dos tratamentos para rotações soja/milheto (a1, a2), soja/milho (b1, b2), soja/pousio (c1, c2) e soja/trigo (d1, d2)..... 86

1. INTRODUÇÃO

As plantas cultivadas que contêm o gene de resistência ao glifosato apresentam ampla aceitação pelos agricultores ao proporcionarem um sistema simples e geralmente eficaz no controle de plantas daninhas. Contudo, o uso intensivo do glifosato como único método de controle das infestantes propiciou a seleção de biótipos resistentes e induziu mudanças significativas nas populações tolerante.

A evolução de populações de plantas daninhas resistentes a herbicidas é uma resposta natural à pressão de seleção imposta por atividades de manejo agrícola moderno. Aliado ao uso intensivo do herbicida glifosato, as melhores práticas agrônômicas tradicionais para evitar o desenvolvimento natural de resistência de plantas daninhas foram abandonadas ou reduzidas. Essas práticas incluem, dentre outras, rotação de culturas, rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, uso de herbicidas pré-emergentes e integração de métodos de controle.

Uma das abordagens mais eficazes para manejo da resistência de plantas daninhas é o uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, seja em rotação como parte de um programa ou em combinação como misturas (Service, 2007; Busi et al., 2019).

Culturas resistentes a dois ou mais herbicidas tendem a oferecer maior potencial no manejo de plantas daninhas, complementando a eficiência do glifosato associado a rotação de mecanismo de ação, protegendo essa importante ferramenta herbicida. A soja Enlist[®] E3 e Conkesta[®] E3 contêm o primeiro evento geneticamente modificado a expressar três proteínas que proporcionam resistência à herbicidas de amplo espectro: 2,4-D, glifosato e glufosinato de amônio.

A possibilidade de uma cultura tolerar a aplicação de herbicidas não seletivos com distintos mecanismos de ação, também está sujeita a causar uma pressão de seleção na comunidade, quando não se considerar os princípios do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), assim como aconteceu com cultivos resistentes ao glifosato.

Embora o cultivo e a rotação de culturas tenham impacto na composição da flora, é difícil generalizar como as espécies responderão, uma vez que a maioria dos estudos

envolve distintos fatores como os herbicidas e sua frequência de uso, localização, condições edafoclimáticas etc., que podem interagir e influenciar a mudança na dinâmica de plantas daninhas, sua dispersão e perpetuação.

Repetições programadas dos estudos sobre a fitossociologia poderão prever mudanças indesejáveis e indicar tendências de variação na comunidade de plantas daninhas decorrentes da pressão de seleção dessas novas tecnologias. Estes estudos podem auxiliar o manejo de plantas daninhas e as mudanças nas práticas agrícolas que podem interferir na introdução de novas culturas geneticamente modificadas. Além disso, esses estudos fornecem informações úteis sobre manejo de plantas daninhas que deveriam ser empregados para longevidade das tecnologias.

Considerando que a soja Enlist E3 e Conkesta E3, além de resistência ao herbicida 2,4-D, possui resistência ao glifosato e glufosinato poder-se-á comparar o uso desses herbicidas de forma individual, simulando cultivos de soja Roundup Ready® (resistente ao glifosato) e Libert Link® (resistente ao glufosinato)

O presente trabalho teve por objetivos (i) avaliar a eficácia do controle químico sobre a comunidade infestante nas culturas da soja, milho, milheto e trigo; (ii) verificar se o controle químico empregado nessas culturas apresenta potencial de alteração na composição da comunidade de plantas daninhas; e (iii) verificar se o sistema de cultivo da soja na safra em rotação com milho, milheto, trigo ou pousio teria potencial de alteração na composição da comunidade de plantas daninhas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panorama da soja no Brasil e cultivos subsequentes de safrinha

Na safra agrícola 2019/20, o Brasil retomou a posição de maior produtor mundial de soja [*Glycine max* (L.) Merr.], não só pelo crescimento em área plantada, saindo de 35,8 milhões de hectares para os atuais 36,9 milhões (CONAB, 2020), mas também pela queda na produção norte americana em função de problemas climáticos (USDA, 2020).

O crescimento da área plantada com a oleaginosa manterá a constância dos últimos treze anos com expectativas de crescimento de 2,5%, atingindo uma área de 37,8 milhões de hectares, alavancado pela rentabilidade obtida na safra 2019/20 e expectativa de sustentação dos preços em 2021 (SCOT Consultoria, 2020).

A região Centro-Oeste do Brasil concentra a maior área de soja cultivada, com 16,5 milhões de hectares. O sistema de manejo predominante é de semeadura direta ou plantio direto e a maior parte das unidades produtivas usa cobertura com culturas como milho e outras gramíneas (SPARK, 2020 – dados não publicados).

A cultura da soja é o principal cultivo brasileiro, apresentando expressiva importância para o agronegócio. Em grande parte das áreas destinadas ao cultivo da soja, é semeada uma segunda cultura posterior à colheita da soja, com destaque ao milho [*Zea mays* (L.)], algodão [*Gossypium hirsutum* (L.)], feijão [*Phaseolus vulgaris* (L.)], sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e culturas de cobertura, como milho [*Pennisetum americanum* (L.)], aveia [*Avena sativa* (L.)], braquiária (*Urochloa* spp.), dentre outros. Já no sistema soja e culturas de inverno, tem-se na sucessão da leguminosa com o trigo [*Triticum sativum* (L.)], como principal cultivo, abrangendo também centeio, cevada e triticale (Silva et al., 2017).

A alternância de culturas viabiliza maiores rentabilidade por área, além de benefícios quando comparada ao pousio, como manutenção da umidade, melhoria na estrutura física e química do solo, maior acúmulo de matéria orgânica no solo, redução nas perdas por erosão e, conseqüentemente, maior produtividade das culturas cultivadas nesse sistema (Chioderoli et al., 2010; Hickmann e Costa, 2012;).

Devido a sua extensão territorial, associada ao clima tropical, o cultivo de grãos no Brasil pode apresentar-se em pelo menos três períodos durante o ano: safra de verão que, em geral, ocorre entre os meses de agosto a dezembro; safrinha, que se inicia entre os meses de janeiro e fevereiro, estendendo-se até meados de abril e; a safra de inverno, basicamente na região sul do Brasil, entre os meses de abril e julho. Assim, de acordo com a necessidade de cada agricultor e a demanda de mercado, pode-se estipular arranjos produtivos e posicionar cada cultura em um determinado período (Nascimento et al., 2011; Pinotti et al., 2013).

Diferente da soja, o cultivo do milho apresenta crescimento variável, principalmente pelas oscilações de preço no mercado internacional. Todavia, safra após safra, o cultivo do milho safrinha consolida-se sendo impulsionado pelo crescimento da área plantada de soja (CONAB, 2020). Dos atuais 18,5 milhões de hectares semeados com este grão, 74% destinam-se ao cultivo da safrinha, sendo a rotação soja verão e milho safrinha o sistema de cultivo mais importante da agricultura brasileira. O cultivo do milho safrinha no Brasil foi introduzido inicialmente por agricultores que objetivavam ter mais uma opção de cultivo após a safra de verão (Duarte et al., 2011).

Na região Sul do Brasil, o crescimento da área de soja também impulsiona o cultivo de cereais de inverno, com destaque ao trigo. Após uma queda acentuada em 2017, a triticultura tem retomado um crescimento em área, ainda tímido, mas estimulando-se um aumento de 5,1 milhões de toneladas produzidas para 6,8 milhões de toneladas nos 2,3 milhões de hectares. O trigo é a cultura mais plantada no mundo, ocupando o primeiro lugar em produção (Oliveira Neto e Santos, 2017).

Estima-se que dos atuais 36,9 milhões de hectares plantados com soja, 8,1 milhões de hectares ficam em pousio, ou seja, sem qualquer cultivo ou uso da área após a colheita da soja. A região norte do Brasil, liderada por Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (MATOPIBA), concentra a maior parte destes 8,1 milhões de hectares em pousio, principalmente pelo regime hídrico da região, com predominância de outono e inverno seco entre os meses de maio a agosto (Köppen, 1948).

2.2 Interferência de plantas daninhas em sistemas de cultivo

As plantas daninhas, em especial, colocam em risco a produtividade dos sistemas de cultivo para consumo humano. Estas estão entre as principais preocupações para sustentabilidade da produção agrícola (Bajwa et al., 2016).

Plantas daninhas ocasionam notórias reduções de rendimento que são, em muitas situações, economicamente mais prejudiciais do que insetos, fungos ou outras pragas agrícolas (Gharde et al., 2018). No geral, as plantas daninhas propiciam a maior perda potencial (34%), enquanto pragas e patógenos mostram-se menos importantes (16%). O controle de plantas daninhas, majoritariamente, ocorrer de forma química ou mecânica e, portanto, a eficácia mundial é maior quando comparado ao controle de pragas ou doenças que dependem fortemente de produtos químicos (Oerke, 2006). Nas últimas décadas, apesar de um claro aumento no uso de defensivos agrícolas nas lavouras, as perdas ocasionadas pela interferência das plantas daninhas não diminuíram na mesma proporção, todavia, o uso dos defensivos permitiu que os agricultores modificassem os sistemas de produção, reduzindo essas perdas e por consequência, aumentando a produtividade dos cultivos.

As perdas provocadas pela interferência das plantas daninhas podem ser substanciais e podem ser evitadas ou amenizadas por meio de medidas de proteção da lavoura. Globalmente, as plantas daninhas causam a maior perda de rendimento no cultivo da soja (Soltani et al., 2018). No Brasil, as plantas daninhas também exercem grande impacto negativo no rendimento de grãos de soja, alcançando perdas médias superiores a 40% (Silva et al., 2009; Rizzardini e Silva, 2014; Gazziero et al., 2019).

Tal como na soja, as plantas daninhas ocasionam elevadas perdas na cultura do milho que, em geral, podem variar de 10 a 80% do total de grãos (Severino et al., 2005; Carvalho et al., 2011; Silva et al., 2015; Vargas et al., 2015). Na cultura do trigo não é diferente e as plantas daninhas apresentam elevado potencial competitivo com a cultura como evidenciado nos trabalhos de Agostinetto et al. (2008) e Rigoli et al. (2008), chegando à redução de até 70% (Amare, 2014; Iqbal et al., 2018). Além das perdas diretas devido a competição por recursos disponíveis como água, luz e nutrientes, essa

relação competitiva entre as culturas e as plantas daninhas pode afetar a qualidade da produção (Ferreira et al., 2008; Galon et al., 2013).

Dentro dos sistemas de produção, o Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) inclui um conceito de limite para a aplicação de medidas de controle e redução na quantidade/frequência dos defensivos aplicados a um nível econômico e ecologicamente aceitável (Pitelli, 1985). Na prática, os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento ou da produtividade após a retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas (Kozlowski, 2002). Frequentemente, pequenas perdas são economicamente toleráveis; no entanto, com os avanços nos patamares de produtividade dos cultivos, assim como aumento dos custos de produção, mínimas perdas podem ser impactante e interferirem nas tomadas de decisão.

A escolha do método de controle deverá levar em consideração o tipo de uso agrícola, as espécies de plantas daninhas presentes na área, o relevo, a disponibilidade de mão de obra e equipamentos locais, além de aspectos ambientais e econômicos. Redução da interferência ocasionada pelas plantas daninhas nos cultivos deverá ser realizada até que o nível de perda seja igual ao incremento do custo de controle, ou seja, as perdas não interfiram no rendimento econômico da cultura. O manejo da comunidade infestante deve ser realizado de maneira sustentável, através da integração dos métodos de controle, objetivando proporcionar a máxima vantagem competitiva para a cultura sobre as espécies infestantes, buscando preservar a qualidade do produto colhido, o meio ambiente e a saúde humana e animal.

As plantas daninhas de maior dispersão e frequência nas microrregiões sojícolas se adaptam as predominantes condições edafoclimáticas, especialmente à temperatura e precipitação pluvial, mas também a outros fatores relacionados às práticas agrícolas da região, como a aplicação de um determinado grupo de herbicidas e o sistema de cultivo específico (Lucio et al., 2019). O Brasil Central, em geral, é caracterizado pela adoção mais recente do cultivo de soja em comparação com as áreas de latitude mais alta do País (Freitas e Mendonça, 2016). O tempo de cultivo e o seu histórico são fundamentais fatores na compreensão da dinâmica das plantas daninhas.

2.3 Sistemas produtivos e uso de herbicidas

Um dos maiores desafios para o manejo racional de sistemas agrícolas é a adoção de técnicas e processos que favoreçam a manutenção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas dos solos atrelado ao manejo de pragas, com melhor utilização da área cultivada.

O conceito de Manejo Integrado de Pragas (MIP) foi formulado há mais de 50 anos para promover o maior uso de métodos não químicos de controle de pragas, em associação com aplicações mais racionais e direcionadas dos defensivos agrícolas (Ehler, 2006). Embora existam inúmeras definições de MIP, um objetivo consistente tem sido reduzir a dependência dos defensivos e a promoção de alternativas não químicas (Morse, 2009).

O Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) é um componente do MIP e envolve o uso de medidas de controle culturais, genéticas, mecânicas e biológicas, bem como herbicidas (Swanton e Weise, 1991). O objetivo é diversificar as estratégias de manejo de plantas daninhas através do maior uso de métodos não químicos de controle, a fim de se ter menor dependência aos herbicidas.

A manutenção da palhada sobre o solo é uma das práticas associada do MIPD que propicia maior cobertura de solo dificultando a germinação e emergência de plantas daninhas. Sodré Filho et al. (2008) mencionam que utilização de plantas de cobertura contribui para a redução do banco de sementes de plantas daninhas no solo, tornando-se uma prática importante a ser adotada no manejo integrado de plantas daninhas.

A consorciação de culturas envolvendo cereais de inverno com leguminosas, além de contribuir para soluções fitossanitárias, se apresenta como meio de relevância para promover aporte de material orgânico ao solo em quantidade, qualidade e frequência compatíveis com a demanda do solo (Silva et al., 2017). Um dos benefícios das espécies de cobertura ainda pouco explorados é a sua utilização visando o MIPD (Favero et al., 2001).

Apesar dos inúmeros avanços no MIPD, os herbicidas continuam sendo uma forma simples e econômica de controlar as plantas indesejáveis, constituindo-se como a principal ferramenta de uso pelos agricultores, substituindo o trabalho manual, animal e

o controle mecânico. Zimdahl (2018) pondera que, gostando ou não, os herbicidas não podem ser ignorados. Ignorá-los é não estar ciente das oportunidades e problemas do manejo moderno das plantas daninhas.

Os herbicidas revolucionaram o controle de plantas daninhas nos últimos 65 anos, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade das lavouras nesse período (Heap, 2014). Quando visto isoladamente, o aumento da dependência de herbicidas é preocupante. O uso do herbicida glifosato, em particular, tem recebido inúmeros questionamentos devido à sua associação com cultivos geneticamente modificados (Kniss, 2017).

2.4 Cultivos geneticamente modificados (GM) e Resistência de plantas daninhas

No Brasil, a liberação da produção e comercialização de produtos GM se deu a partir de 2005 com aprovação da Lei de Biossegurança. A soja *Roundup Ready*[®], resistente ao glifosato, foi a primeira cultura GM aprovada no Brasil (CTNBio, 2020). Além dos cultivos GM modificados resistentes ao herbicida glifosato, no Brasil ainda se tem aprovado para comercialização da soja resistente as imidazolinonas (*Cultivance*[®]), cultivares de soja, milho e algodão resistente ao glufosinato de amônio (*Liberty Link*[®] e *WideStrike*[®], respectivamente) e dicamba (*Xtend*[®]), assim como a soja *Enlist E3*[®] e *Conkesta*[®] E3, que possui resistência a três herbicidas (2,4-D, glifosato e glufosinato).

A soja *Enlist E3* ou *Conkesta E3* contém o gene aryloxyalkanoate dioxygenase-12 (*aad-12*) da bactéria do solo *Delftia acidovorans* que confere resistência ao 2,4-D, o gene duplo mutante 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (*2mEPSPS*), versão modificada do gene *epsps* do milho proporcionando resistência ao glifosato e o gene phosphinothricin acetyl transferase (*pat*) proveniente do *Streptomyces viridochromogenes*, que confere resistência ao glufosinato (Wright et al., 2010; Lepping et al., 2013). Além da resistência aos três herbicidas, a soja *Conkesta E3* combina duas proteínas Bt (*Cry1Ac* e *Cry1F*), utilizando um processo de transformação mediado por *Agrobacterium* que conferem resistência aos principais lepidopteros pragas na cultura da soja (Fast et al., 2015).

Desde a introdução, os cultivos GM trouxeram muitos benefícios para a agricultura e agricultores, proporcionando maior produtividade e flexibilidade assim como eficiência na gestão da propriedade. Estima-se que mais de 90% dos cultivos GM ao redor do mundo contêm pelo menos um *trait* que confere resistência ao herbicida glifosato. No Brasil, mais de 96% da soja cultivada e 75% do milho apresentam resistência a este herbicida (CONAB, 2019).

O uso de todo e qualquer herbicida está sujeito a selecionar populações de plantas daninhas resistentes e o uso intensivo do herbicida glifosato tem selecionado populações tolerantes e resistentes a este herbicida. Atualmente, no Brasil, existem onze espécies de plantas daninhas resistentes ao glifosato (Heap, 2021), com destaque para *Conyza* spp., *Digitaria insularis*, *Eleusine indica* e *Lolium multiflorum*, infestantes principalmente nas culturas de grãos. Estas espécies de plantas daninhas infestam amplamente as regiões agricultáveis do Brasil, em níveis de dispersão variado, sendo área estimada em 16,2; 13,7; 12,7 e 4,7 milhões de hectares para *Conyza* spp., *D. insularis*, *E. indica* e *L. multiflorum*, respectivamente (Lucio et al., 2019).

Somada a resistência simples (à um único mecanismo de ação), tem-se ainda a resistência cruzada e múltipla, sendo esta última a mais preocupante pois representa que a população de planta daninha é resistente a dois ou mais mecanismos de ação. No Brasil tem-se registrado dezoito casos de resistência múltipla a plantas daninhas sendo destes, nove incluem resistência ao herbicida glifosato (Heap, 2021).

Estudo de Adegas et al. (2017) menciona dados alarmantes dos custos em lavouras de soja com plantas daninhas resistentes ao glifosato, com aumento médio de 222% no custo de produção da soja, a depender da comunidade infestante, reflexo do aumento do gasto com herbicidas e da perda de produtividade da soja.

Programas para manejo de resistência aos herbicidas devem considerar o uso de todas as opções culturais, mecânicas, químicas e biológicas disponíveis para o controle eficaz de plantas daninhas em cada situação. Norsworthy et al. (2012) e HRAC (2020) citam diversas atividades que devem ser empregadas afim de minimizar os impactos ocasionados pela resistência de plantas daninhas, assim como estratégias de manejo para evitar a seleção de biótipo resistente, dentre elas: conhecer a planta daninha, sua biologia e hábitos, evitar área em pousio sem cultivos de cobertura e realizar o manejo

de plantas remanescentes; iniciar a semeadura em área livre de plantas daninhas; utilizar herbicidas com diferentes mecanismo de ação (fazer rotação de ativos); utilizar herbicidas pré-emergentes; aplicar o herbicida dentro das especificações contidas em bula e recomendações técnicas; uso de sementes certificadas; rotação de culturas; utilizar o potencial de supressão das plantas cultivadas; eliminar escapes de plantas daninhas; impedir a movimentação de sementes ou propágulos vegetativos dentro da propriedade ou área do vizinho; limpar os equipamentos e implementos agrícolas; adotar melhores práticas de tecnologia de aplicação e formulações. Utilizar distintas ferramentas para proteger os herbicidas e aumentar a longevidade da lavoura.

Como já mencionado nos tópicos anteriores, a alternância de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e a rotação de culturas são os principais métodos a serem adotados para manejar a resistência de plantas daninhas. Cultivos em sucessão, como soja na safra e milho na safrinha, ambos com tecnologia para tolerar aplicação de glifosato, exercem maior pressão de seleção sobre espécies e biótipos.

A dinâmica de crescimento e ocupação de comunidade de plantas daninhas nos sistemas de cultivo podem ser obtidos por índices fitossociológicos, facilitando a compreensão de qual o impacto destes (Pitelli, 2000).

2.5 Parâmetros e acompanhamento da mudança de flora

Em qualquer ponto onde uma estratégia de manejo de plantas daninhas é alterada, uma mudança nas comunidades também poderá ocorrer.

As plantas daninhas que colonizam áreas agrícolas estão representadas por grande diversidade específica, cuja composição florística, em parte, é reflexo de um ambiente comum proporcionados pelas condições agroecológicas da cultura. Assim, a distribuição espacial das populações de plantas depende principalmente do sistema de produção e práticas agrícolas adotado pelos agricultores (Christoffoleti, 1998).

As práticas agrícolas conferem pressão de seleção nas comunidades de plantas daninhas que inevitavelmente resultam em mudanças na população (Owen, 2001). A adoção de cultivos resistentes à herbicidas não exerce pressão seletiva direta sobre a comunidade de plantas daninhas. Mesmo a não utilização de cultivos GM pode

selecionar plantas daninhas resistentes como já ocorre a muitos anos no Brasil. Relatos de resistência de plantas daninhas em cultivo de soja iniciaram em 1993 com biótipos de *Bidens pilosa* resistente aos inibidores da ALS e posteriormente em 1996 com seleção de *Urochloa plantaginea* aos inibidores da ACCase (Heap, 2021). No entanto, os sistemas de produção utilizados nos cultivos GM aumentam a pressão de seleção na comunidade de plantas daninhas devido à predominância do cultivo e ao número limitado de herbicidas (baixa variabilidade de mecanismo de ação) usados para manejar as invasoras. O aumento da pressão de seleção aumenta as mudanças na população de plantas daninhas (Heard et al., 2003a; Heard et al., 2003b).

A pressão de seleção imposta pelo herbicida ocasionará mudança nas plantas daninhas que são atribuídas a tolerância natural de uma espécie ao ingrediente ativo ou grupo químico ou seleção e propagação da população resistente (Buhler et al., 1997). A adoção subsequente de cultivos com resistência ao glifosato resulta na utilização, basicamente, de um único mecanismo de ação por longos períodos (Young, 2006). Isso provoca alta pressão de seleção e uma mudança da população de espécies altamente reprodutivas com altos níveis de diversidade genética e resistência generalizada ao glifosato (Jasieniuk et al., 1996; Johnson et al., 2009).

Assim como o glifosato, qualquer cultivo GM com resistência à herbicidas, se utilizado de forma única e indiscriminado acarretará pressão de seleção sobre a comunidade de plantas daninhas e seleção de biótipos tolerantes e resistente ao herbicida.

Legleiter (2017) conduziu um estudo de quatro anos no estado de Indiana, EUA, onde mostrou que o uso de auxina sintética não causou uma mudança perceptível de espécies em um dos locais de pesquisa, mas mudou a comunidade de plantas daninhas em um segundo local para maior número de espécies monocotiledôneas, especificamente *Panicum dichotomiflorum*. Embora este estudo tenha sido realizado ao longo de quatro anos, os efeitos de um herbicida seletivo para dicotiledôneas estavam começando a aparecer conforme a comunidade de plantas daninhas mudou para espécies de monocotiledôneas. À medida que a pressão de seleção aumenta devido a um aumento com cultivos resistentes aos herbicidas 2,4-D e dicamba em cultivares de

soja resistentes a auxina, isso poderá resultar em uma mudança nas espécies de plantas daninhas predominantes.

Como supracitado, a área de soja com adoção de tecnologia para resistência à herbicida supera 95% e novas tecnologias irão coexistir neste mercado. Estudos sobre a fitossociologia poderão retratar e prever mudanças indesejáveis na comunidade de plantas daninhas pelo impacto que os sistemas de manejo e práticas culturais exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes em agrossistemas (Oliveira e Freitas, 2008).

Parâmetros como densidade, frequência e dominância das plantas daninhas caracterizam a condição de ocorrência das espécies em relação às demais existentes. A inferência sobre a hierarquia das espécies por meio do valor de importância pode ser realizada de forma mais precisa, quando associada a cada um dos parâmetros, pois algumas espécies têm a importância aumentada em razão, apenas, de um parâmetro (Fialho et al., 2011).

A densidade relativa é uma relação percentual entre o número de indivíduos de uma espécie em relação ao número total de indivíduos da comunidade infestante. Segundo Pitelli (2000), a densidade relativa é também designada como abundância relativa e dá uma ideia da participação em termos numéricos, de uma população na comunidade.

Frequência é expressa em termos de porcentagem de amostra em que os indivíduos de uma espécie foram detectados em relação ao número total de amostras efetuadas. De acordo com Pitelli (2000), a frequência refere-se à intensidade de ocorrência de uma espécie nos vários segmentos geográficos da comunidade.

A frequência relativa refere-se à relação percentual da frequência de uma população em relação à somatória das frequências de todas as populações que constituem a comunidade. A frequência relativa é uma medida de relevância da população em termos de ocupação (distribuição) da área de estudo.

A dominância relativa de uma população é a relação entre o peso da matéria seca acumulada pela espécie em relação ao peso da matéria seca total acumulada pela comunidade infestante. Vários parâmetros podem ser usados como dominância: frequência, densidade, área basal e outros, mas segundo Pitelli (2000) no caso de

comunidades infestantes, se aceita que as espécies que detenham maiores acúmulos de matéria seca influenciem, em maior grau no comportamento das espécies.

Índice de valor de importância é a soma dos valores relativos de densidade, de frequência e de dominância de cada espécie. É um índice que expressa um valor de importância de cada espécie na comunidade infestante.

A importância relativa expressa o valor de importância de uma espécie em relação ao somatório dos valores de importância de todas as populações da comunidade. Importante ponderar que os relatos de mudança na importância relativa das plantas daninhas têm sido estudados e atrelados principalmente à efetividade dos herbicidas (Swanton et al., 1993; Wibawa et al., 2009), adoção de métodos de controle (Monquero e Christoffoleti, 2003), à alteração no sistema de cultivo (Voll et al., 2001) e no esquema de rotação de culturas (Buhler et al., 1997).

Os índices de diversidade e equitabilidade, também expressam a relação entre as populações de plantas daninhas componentes da comunidade infestante, pois considera a frequência de ocorrência, o número de indivíduos e a massa seca acumulada dessas populações (Carvalho et al., 2008). O Índice de Shannon-Wiener indica a diversidade de espécies, considerando o número de espécies e a abundância de cada espécie. Já o índice de Equitabilidade indica a homogeneidade na ocorrência das espécies.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado e conduzido entre os anos de 2017 e 2020, na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da FCAV/UNESP – Câmpus Jaboticabal, SP, Brasil. A altitude do local é de 590 m e as coordenadas geográficas em 21° 14' 53" S e 48° 17' 61" O. O clima da região, segundo classificação Köppen (1948), é do tipo Cwa, subtropical, seco no inverno, com chuvas de verão, apresentando temperatura média anual de 22,7°C e precipitação média de 1353 mm nos últimos cinco anos.

3.2 Semeadura e condução das culturas

No primeiro ano do experimento (safra 2017/18), anterior a semeadura da soja, a área experimental foi submetida a gradagem profunda seguida de aração e grade niveladora. Amostra de solo foi coletada e realizou-se a correção da acidez e fertilidade de acordo com especificações contidas no Boletim Técnico 100 para os resultados da análise de solo descritos na Tabela 1. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho eutrófico típica textura argilosa. Nos anos e culturas subseqüentes, não foi mais utilizado preparo convencional de solo, sendo apenas realizado semeadura direta.

Tabela 1. Características químicas de uma amostra composta do solo extraída da camada de 0-20 cm de profundidade na área experimental.

| pH | MO | P resina | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | H ⁺ Al | Al ³⁺ | SB | CTC | V | Areia | Silte | Argila |
|-------------------|-----------------------|------------------------|---|------------------|------------------|----------------------|------------------|------|------|-------------------------------|-------|-------|--------|
| CaCl ₂ | g dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | -----mmol _c dm ⁻³ ----- | | | | ----- | | % | -----g.kg ⁻¹ ----- | | | |
| 6,0 | 29 | 45 | 4,1 | 22 | 15 | 17 | 1,0 | 40,8 | 57,6 | 71 | 22 | 23 | 55 |

No decorrer do período experimental, foram adotadas todas as práticas visando manter a sanidade das culturas, por meio de aplicações preventivas e/ou curativas de herbicidas, inseticidas, fungicidas e adubação de base e cobertura (Tabela 2).

Tabela 2. Herbicidas, inseticidas, fungicidas e adubação de cobertura utilizados na manutenção nos cultivos de soja e milho e em dessecação pré-plantio da soja.

| Ano | Cultura | Estádio | Data | Herbicida | | Inseticida | | Fungicida | | Adubação de cobertura |
|------|---------|-------------|----------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | | Produto | g (i.a.ha ⁻¹) | Produto | mL (i.a.ha ⁻¹) | Produto | g (p.c.ha ⁻¹) | Uréia (kg.ha ⁻¹) |
| 2017 | Soja | R2 | 15/12/17 | - | - | cipermetrina+tiametoxam | 55+27,5 | azoxistrobina+ciproconazol | 70+28 | - |
| 2017 | Soja | R5.1 | 05/01/18 | - | - | cipermetrina+tiametoxam | 55+27,5 | azoxistrobina+ciproconazol | 70+28 | - |
| 2018 | Milho | V4-V5 | 02/04/18 | - | - | cipermetrina+tiametoxam | 66+33 | - | - | - |
| 2018 | Milho | V6 | 09/04/18 | - | - | - | - | - | - | 250 |
| 2018 | Soja | Dessecação* | 23/10/18 | paraquate | 500 | - | - | - | - | - |
| 2018 | Soja | R1 | 06/12/18 | - | - | lambda-cialotrina | 12,5 | azoxistrobina+ciproconazol | 60+24 | - |
| 2018 | Soja | R2 | 20/12/18 | - | - | cipermetrina+tiametoxam | 55+27,5 | azoxistrobina+ciproconazol | 70+28 | - |
| 2019 | Soja | R7.5 | 12/02/19 | paraquate | 400 | - | - | - | - | - |
| 2019 | Milho | V4-V5 | 08/04/19 | - | - | cipermetrina+tiametoxam | 55+27,5 | - | - | - |
| 2019 | Milho | V5-V6 | 12/04/19 | - | - | - | - | - | - | 250 |
| 2019 | Soja | Dessecação | 23/10/19 | cletodim+paraquate | 240+400 | - | - | - | - | - |
| 2019 | Soja | R1 | 13/12/19 | - | - | cipermetrina+tiametoxam | 55+27,5 | azoxistrobina+ciproconazol | 80+32 | - |
| 2019 | Soja | R3 | 06/01/20 | - | - | cipermetrina+tiametoxam | 55+27,5 | piraclostrobina+epoxiconazol | 79,8+30 | - |
| 2019 | Soja | R5.1 | 31/01/20 | - | - | cipermetrina+tiametoxam | 66+33 | piraclostrobina+epoxiconazol | 66,5+25 | - |
| 2020 | Milho | V3-V4 | 08/04/20 | - | - | clorantraniliprole | 30 | - | - | -- |
| 2020 | Milho | V5-V6 | 15/04/20 | - | - | lambda-cialotrina+clorantraniliprole | 7,5+15 | - | - | 250 |

*Dessecação que antecede a semeadura direta da soja.

A cultivar de soja utilizada nas três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) foi o material geneticamente modificado DAS-44406-6 x DAS-81419-2 (GDM_DOWBR16_1), que confere resistência aos herbicidas 2,4-D, glifosato e glufosinato de amônio. Além de resistência aos herbicidas, a soja GDM_DOWBR16_1 apresenta resistência aos principais lepidópteros da cultura.

O híbrido de milho utilizado nas três safras (2018, 2019 e 2020) foi o material geneticamente modificado DAS-40278-9 x MON 89034 x TC1507 x NK603. Na safrinha 2018 foi utilizado o híbrido (2B688 PWE), em 2019 (BN110172963 PWE) e em 2020 (P3565 E). Estes híbridos possuem resistência aos herbicidas 2,4-D, glifosato, glufosinato de amônio e haloxifope-metil e apresentam resistência aos principais lepidópteros da cultura.

O cultivar de milho semeado na safrinha 2018, 2019 e 2020 foi o BRS150. Para o cultivo do trigo na safrinha 2018 foi utilizada a cultivar IAC385 Mojave e na safrinha 2019 e 2020, a cultivar Sintonia. Na Tabela 3 estão detalhadas as informações da semeadura nas suas respectivas épocas.

Os dados dos elementos climáticos (precipitação pluvial e temperatura média) no decorrer do período experimental foram coletados junto à Estação Agroclimatológica da FCAV-UNESP e estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3.

Tabela 3. Ano de implementação, cultura semeada, data de semeadura, data de colheita, população de plantas e espaçamento entre linhas.

| | Ano | Cultura | Cultivar/ Híbrido | Semeadura | Colheita | Pop. (pl/m) ¹ | Entre linhas (cm) ² |
|----------|------|---------|----------------------|-----------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Safra | 2017 | Soja | GDM_DOWBR16_1 | 23/10/17 | 23/02/18 | 16 | 45 |
| Safrinha | 2018 | Milheto | BRS1501 | 07/03/18 | - | 130 | 22,5 |
| | | Milho | 2B688 PW | 07/03/18 | - | 3,2 | 45 |
| | | Trigo | IAC385 Mojave | 07/03/18 | - | 84 | 22,5 |
| Safra | 2018 | Soja | GDM_DOWBR16_1 | 23/10/18 | 20/02/219 | 18 | 45 |
| Safrinha | 2019 | Milheto | BRS1501 | 14/03/19 | 12/06/19 ³ | 150 | 45 |
| | | Milho | BN110172963 PW | 14/03/19 | 29/07/19 | 3,2 | 45 |
| | | Trigo | Sintonia | 14/03/19 | 29/07/19 | 85 | 22,5 |
| Safra | 2019 | Soja | GDM_DOWBR16_1 | 30/10/19 | 05/03/20 | 17 | 45 |
| Safrinha | 2020 | Milheto | BRS1501 | 17/03/20 | 22/06/20 ³ | 150 | 45 |
| | | Milho | P3565 Enlist | 17/03/20 | 27/07/20 | 3,2 | 45 |
| | | Trigo | IAC 389 | 17/03/20 | 27/07/20 | 93 | 45 |

¹população: plantas por metro; entre linhas: ²espaçamento entre linhas de semeadura; ³data em que foi realizada a roçada do milho

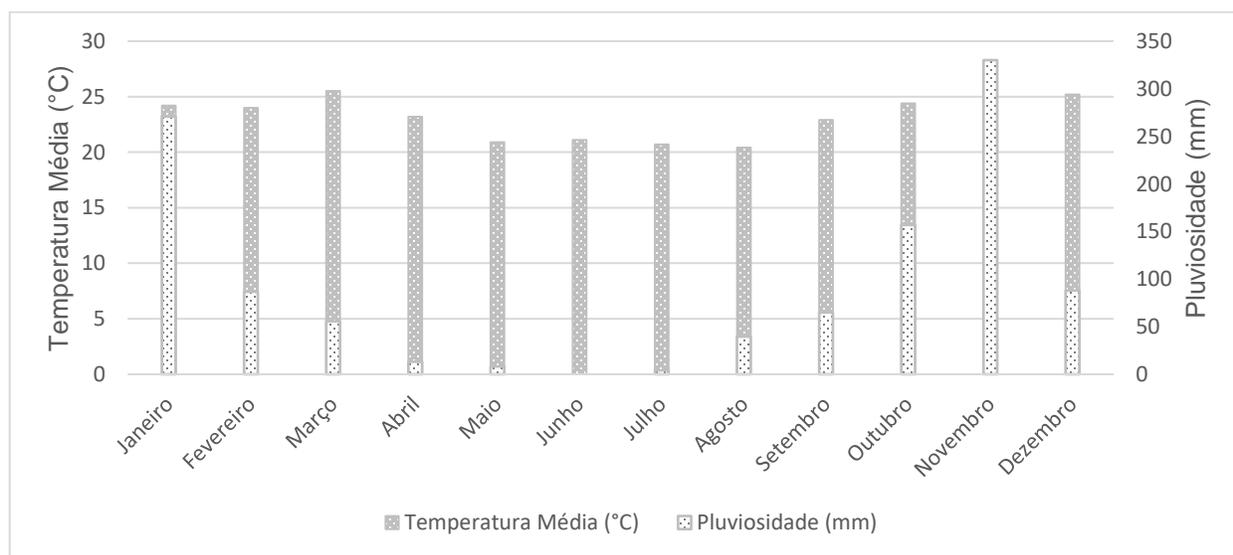


Figura 1. Representação do índice pluviométrico e temperatura média durante a condução do experimento no ano de 2018 (Estação Agroclimatológica UNESP-FCAV).

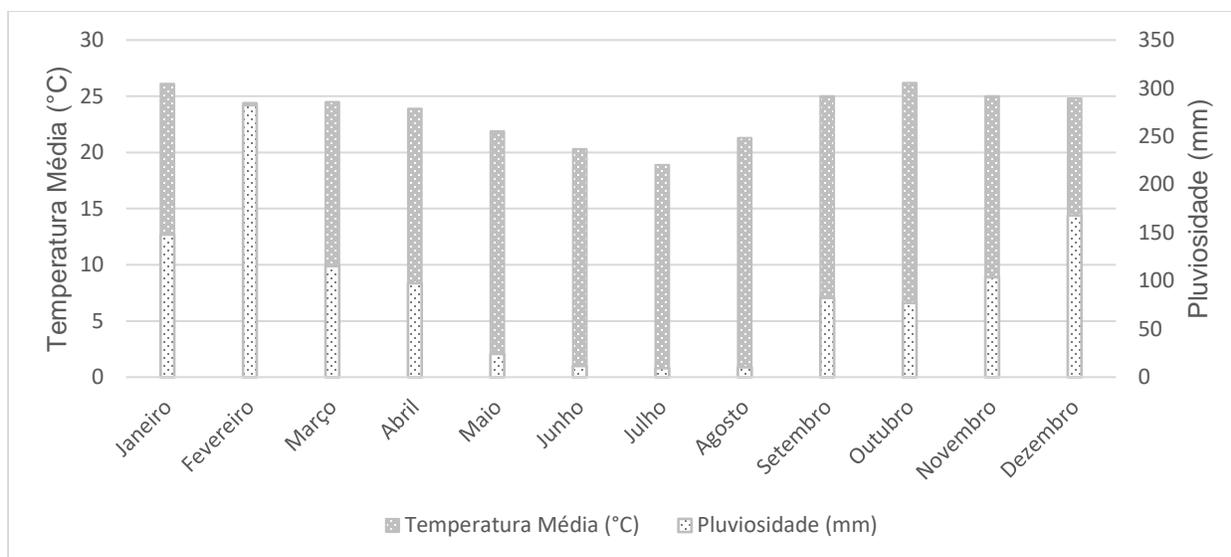


Figura 2. Representação do índice pluviométrico e temperatura média durante a condução do experimento no ano de 2019 (Estação Agroclimatológica UNESP-FCAV).

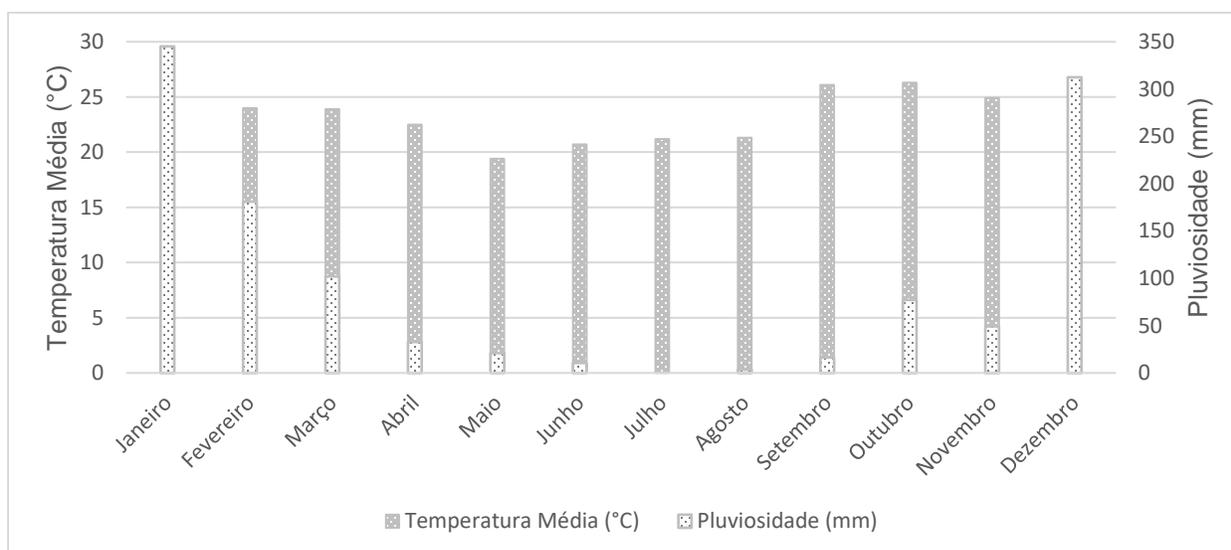


Figura 3. Representação do índice pluviométrico e temperatura média durante a condução do experimento no ano de 2020 (Estação Agroclimatológica UNESP-FCAV).

3.3 *Tratamentos experimentais*

A área experimental foi dividida em quatro experimentos uniformes, cada qual com dimensão de sessenta e cinco metros de comprimento por vinte e três metros de largura, os quais compreenderam os diferentes cultivos da safrinha, posterior à soja, ou seja: **Experimento 1** – safra soja e safrinha milheto; **Experimento 2** – safra soja e safrinha milho; **Experimento 3** – safra soja e safrinha em pousio e **Experimento 4** – safra soja e safrinha trigo. A área e as parcelas experimentais foram georeferenciadas para garantir a mesma distribuição entre os cultivos ao longo dos anos.

Os quatro experimentos foram instalados em delineamento de blocos casualizados. Cada um dos quatro experimentos foi subdividido em vinte e quatro parcelas experimental, sendo cinco tratamentos químicos e uma testemunha sem aplicação, todos com quatro repetições. Cada parcela correspondeu a uma área de cinco metros de largura por dez metros de comprimento, totalizando cinquenta metros quadrados, separadas entre si por corredores de um metro de largura.

Na cultura da soja, os tratamentos químicos compreenderam aplicações na pós-emergência inicial em V3 (três trifólios totalmente expandidos) e aplicação sequencial em pós-emergência tardia em V6 (seis trifólios totalmente expandidos, aproximadamente quinze dias após a primeira aplicação). A descrição do estágio fenológico da soja seguiu referência de Licht (1945). Os tratamentos experimentais encontram-se descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Tratamentos herbicidas empregados no cultivo da soja nas safras de 2017/18, 2018/19 e 2019/20.

| Cultura/ Rotação | Trt. ¹ | Herbicidas ² | Dose (L.ha ⁻¹) | Dose (g ia ou ea.ha ⁻¹) ⁴ | Herbicidas ³ | Dose (L.ha ⁻¹) | Dose (g ia ou ea.ha ⁻¹) ⁴ |
|---------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| Milheto | T1 | 2,4-D+glufosinato ⁵ | 2,0+2,0 | 912+400 | glifosato+haloxifope ⁶ | 2,5+0,115 | 1200+62 |
| | T2 | [2,4-D+glifosato] ⁷ | 4,0 | 1600 | 2,4-D+glufosinato | 2,0+2,0 | 912+400 |
| | T3 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 |
| | T4 | glifosato | 3,0 | 1440 | glifosato | 3,0 | 1440 |
| | T5 | glufosinato | 2,5 | 500 | glufosinato | 2,5 | 500 |
| | T6 | testemunha | --- | --- | --- | --- | --- |
| Milho | T7 | 2,4-D+glufosinato | 2,0+2,0 | 912+400 | glifosato+haloxifope | 2,5+0,115 | 1200+62 |
| | T8 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 | 2,4-D+glufosinato | 2,0+2,0 | 912+400 |
| | T9 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 |
| | T10 | glifosato | 3,0 | 1440 | glifosato | 3,0 | 1440 |
| | T11 | glufosinato | 2,5 | 500 | glufosinato | 2,5 | 500 |
| | T12 | testemunha | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pousio | T13 | 2,4-D+glufosinato | 2,0+2,0 | 912+400 | glifosato+haloxifope | 2,5+0,115 | 1200+62 |
| | T14 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 | 2,4-D+glufosinato | 2,0+2,0 | 912+400 |
| | T15 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 |
| | T16 | glifosato | 3,0 | 1440 | glifosato | 3,0 | 1440 |
| | T17 | glufosinato | 2,5 | 500 | glufosinato | 2,5 | 500 |
| | T18 | testemunha | --- | --- | --- | --- | --- |
| Trigo | T19 | 2,4-D+glufosinato | 2,0+2,0 | 912+400 | glifosato+haloxifope | 2,5+0,115 | 1200+62 |
| | T20 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 | 2,4-D+glufosinato | 2,0+2,0 | 912+400 |
| | T21 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 | [2,4-D+glifosato] | 4,0 | 1600 |
| | T22 | glifosato | 3,0 | 1440 | glifosato | 3,0 | 1440 |
| | T23 | glufosinato | 2,5 | 500 | glufosinato | 2,5 | 500 |
| | T24 | testemunha | --- | --- | --- | --- | --- |

¹Tratamentos; ²Tratamentos herbicidas aplicados no estádio vegetativo da soja (V3); ³Tratamentos herbicidas aplicados no estádio vegetativo da soja (V6); ⁴grama de ingrediente ativo ou equivalente ácido; ⁵adicionado adjuvante à base de éster metilado de óleo de soja 0,2% volume/volume; ⁶adicionado adjuvante à base de óleo mineral 0,5% volume/volume; ⁷195+205 gramas de equivalente ácido de 2,4-D sal amina e glifosato, respectivamente;

As demarcações das parcelas experimentais realizada na cultura da soja foram utilizadas para a semeadura dos cultivos de safrinha (milheto, milho e trigo). No caso do pousio, as parcelas foram mantidas sem cultura durante todo período entre a colheita da soja e nova semeadura na safra subsequente. Anterior a semeadura, procedeu-se com a roçada da área e das plantas daninhas.

Tal como na soja, no cultivo de milho foram realizadas aplicações na pós-emergência inicial em V3 (três folhas totalmente expandidas). O herbicida atrazina foi adicionado a todos os tratamentos químicos aplicados na cultura do milho em V3, com

exceção da testemunha (T12), visando ao controle das plantas voluntárias de soja (Tabela 5).

Na cultura do milho, com exceção do tratamento testemunha (T6), todas as parcelas receberam aplicação de atrazina na pós-emergência inicial (ao redor de três folhas expandidas da cultura). Já cultura do trigo todas as parcelas experimentais receberam aplicação na pós-emergência inicial (três folhas expandidas) do herbicida pyroxsulam, exceto o tratamento testemunha (T24), conforme descrito na Tabela 5.

As aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas nos quatro metros centrais das parcelas com auxílio de pulverizador costal com pressão constante (pressurizado a CO₂), munido de barra de dois metros com quatro pontas AIXR110.015 a 2.4 bar de pressão, o que proporcionou um consumo de calda de 100 L ha⁻¹. Os principais elementos climáticos registrados no momento de cada aplicação encontram-se descritos na Tabela 6.

Tabela 5. Tratamentos herbicidas empregados nos cultivos de sucessão à soja (safrinha) para o milho, milho e trigo nos anos de 2018, 2019 e 2020.

| Cultura | Tratamento | Herbicidas | Dose (L.ha ⁻¹) | Dose (g ia ou ea.ha ⁻¹) ¹ |
|---------|------------|---|----------------------------|--|
| Milheto | T1 | atrazina | 2,0 | 1000 |
| | T2 | atrazina | 2,0 | 1000 |
| | T3 | atrazina | 2,0 | 1000 |
| | T4 | atrazina | 2,0 | 1000 |
| | T5 | atrazina | 2,0 | 1000 |
| | T6 | testemunha | --- | --- |
| Milho | T7 | [2,4-D+glifosato] ² + atrazina | 4,0 + 2,0 | 1600 + 1000 |
| | T8 | [2,4-D+glifosato] + atrazine + sequencial de haloxyfop (V6) | 4,0 + 2,0 + 0,115 | 1600 + 1000 + 62 |
| | T9 | [2,4-D+glifosato] + atrazina | 4,0 + 2,0 | 1600 + 1000 |
| | T10 | glifosato + atrazina | 3,0 + 2,0 | 1440 + 1000 |
| | T11 | glufosinato ³ + atrazina | 3,0 + 2,0 | 500 + 1000 |
| | T12 | testemunha | --- | --- |
| Pousio* | T13 | --- | --- | --- |
| | T14 | --- | --- | --- |
| | T15 | --- | --- | --- |
| | T16 | --- | --- | --- |
| | T17 | --- | --- | --- |
| | T18 | --- | --- | --- |
| Trigo | T19 | pyroxsulam | 0,4 | 18 |
| | T20 | pyroxsulam | 0,4 | 18 |
| | T21 | pyroxsulam | 0,4 | 18 |
| | T22 | pyroxsulam | 0,4 | 18 |
| | T23 | pyroxsulam | 0,4 | 18 |
| | T24 | testemunha | --- | --- |

¹grama de ingrediente ativo ou equivalente ácido; ²195+205 gramas de equivalente ácido de 2,4-D sal amina e glifosato, respectivamente; ³adicionado adjuvante à base de éster metilado de óleo de soja a 0,2% volume/volume.

*na área destinada ao pousio foi realizada a roçada da área anterior à semeadura da soja.

Tabela 6. Estádios de desenvolvimento e elementos climático no momento das aplicações dos tratamentos herbicidas na cultura da soja, milho, milheto e trigo.

| | Ano | Cultura | Estádio | Data | Aplicação | | Temperatura (°C) | | UmidadeRelativa (%) | | Vento (km/h) | | Nebulosidade (%) |
|----------|------|---------|------------|------------|-----------|-------|------------------|--------|---------------------|------|--------------|--------|------------------|
| | | | | | Ínicio | Fim | Mínima | Máxima | Ínicio | Fim | Mínimo | Máximo | |
| Safrinha | 2017 | Soja | V3 | 20/11/2017 | 17:20 | 18:45 | 27,0 | 29,4 | 67,3 | 68,6 | 1,6 | 5,4 | 60 |
| | 2017 | Soja | V6-V7 | 04/12/2017 | 8:40 | 10:30 | 24,4 | 29,7 | 82,4 | 62,5 | 2,5 | 6,1 | 20 |
| Safrinha | 2018 | Milho | V3-V4 | 27/03/2018 | 14:30 | 15:00 | 33,2 | 33,8 | 36 | 34 | 2,0 | 6,0 | 10 |
| | 2018 | Milheto | 4-5 folhas | 27/03/2018 | 14:30 | 15:00 | 33,2 | 33,8 | 36 | 34 | 2,0 | 6,0 | 10 |
| | 2018 | Trigo | 4-6 folhas | 27/03/2018 | 14:30 | 15:00 | 33,2 | 33,8 | 36 | 34 | 2,0 | 6,0 | 10 |
| | 2018 | Milho | V6 | 06/04/2018 | 16:00 | 16:05 | 31,3 | 31,3 | 30 | 30 | 3,1 | 3,5 | 20 |
| Safrinha | 2018 | Soja | V3 | 16/11/2018 | 9:10 | 10:35 | 28,7 | 29,6 | 71 | 76 | 1,9 | 6,7 | 10 |
| | 2018 | Soja | V6-V7 | 28/11/2018 | 16:40 | 18:10 | 31,6 | 32,2 | 60 | 67 | 0,5 | 2,5 | 10 |
| Safrinha | 2019 | Milho | V2-V3 | 29/03/2019 | 9:20 | 10:30 | 26,5 | 27,4 | 72 | 58 | 4 | 7 | 0 |
| | 2019 | Trigo | 2-3 folhas | 29/03/2019 | 9:20 | 10:30 | 26,5 | 27,4 | 72 | 58 | 4 | 7 | 0 |
| | 2019 | Milheto | 3-5 folhas | 29/03/2019 | 9:20 | 10:30 | 26,5 | 27,4 | 72 | 58 | 4 | 7 | 0 |
| | 2019 | Milho | V5-V6 | 12/04/2019 | 10:30 | 10:35 | 27,8 | 27,8 | 68 | 68 | 1 | 1 | 15 |
| Safrinha | 2019 | Soja | V3-V4 | 25/11/2019 | 14:30 | 16:00 | 30,8 | 34,7 | 43 | 69 | 1 | 3,5 | 40 |
| | 2019 | Soja | V6-V7 | 09/12/2019 | 07:30 | 08:10 | 23,5 | 24,1 | 65 | 64 | 1,5 | 4,0 | 30 |
| Safrinha | 2020 | Milho | V3-V4 | 08/04/2020 | 6:50 | 7:50 | 21,4 | 23,1 | 67 | 63 | 1 | 3,0 | 0 |
| | 2020 | Trigo | 3-4 folhas | 08/04/2020 | 6:50 | 7:50 | 21,4 | 23,1 | 67 | 63 | 1 | 3,0 | 0 |
| | 2020 | Milheto | 4-5 folhas | 08/04/2020 | 6:50 | 7:50 | 21,4 | 23,1 | 67 | 63 | 1 | 3,0 | 0 |
| | 2020 | Milho | V6-V7 | 22/04/2020 | 17:30 | 17:40 | 29,5 | 29,5 | 40 | 40 | 1 | 1,5 | 20 |

3.4 Eficácia e seletividade dos tratamentos herbicidas

Para avaliação da fitotoxicidade dos tratamentos em relação à cultura da soja, milho, trigo e milheto foram atribuídas notas visuais de injúria na parte aérea das plantas aos 7, 14 e 28 dias após a primeira aplicação dos herbicidas (DAA), utilizando a escala proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), onde 0 representa ausência de sintomas ocasionados pelos herbicidas e 100% morte da planta.

A avaliação de eficiência dos tratamentos no controle das plantas daninhas nas culturas da soja, milho, trigo e milheto foi realizada visualmente aos 7, 14, 28 e 42 DAA, onde 0 representa ausência de controle da comunidade infestante e 100% controle total (SBCPD, 1995).

A cultura do milheto foi roçada ao redor de 90 dias após a semeadura (Tabela 3) com a utilização do Triton, sendo a palhada remanescente da cultura deixada sobre solo. Na ocasião da roçada do milheto, a cultura apresentava-se com o colmo alongado em fase reprodutiva sendo que o florescimento iniciou ao redor de 55-60 dias após a semeadura. Landau e Pereira Filho (2016) comentam que a época ideal para realização da roçada do milheto ocorre quando a planta se apresenta desenvolvida, após início do florescimento, assim como Assis et al. (2018) que mencionam que a maior produção de biomassa do milheto ocorre entre 60 e 110 dias após a semeadura. Segundo Adami et al. (2020) o milheto semeado em março, aumenta a produção de massa seca total e pode auxiliar na melhor cobertura do solo.

Ao final do ciclo da soja, milho e trigo, as parcelas foram colhidas com utilização de uma colhedora para aferição do rendimento de grãos. Foi avaliado o rendimento total de cada parcela e os resultados convertidos em kg.ha⁻¹ sendo a umidade corrigida para 13%, segundo Damião Filho et al. (1996). Na cultura da soja, milho e trigo também foi realizado aferição do peso de 100 grãos (Brasil, 1992).

Os resultados de toxicidade a cultura, eficácia no controle de plantas daninhas, rendimento de grãos e peso de 100 grãos foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) conforme Pimentel-Gomes e Garcia (2002) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, quando significativas.

3.5 Avaliações da comunidade infestante

Foram realizados oito levantamentos da comunidade infestante durante as três safras que compreenderam o experimento, conforme apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Descrição dos levantamentos fitossociológicos para as espécies de plantas daninhas no decorrer do período experimental.

| Ano | Levantamento | Data | Cultivo | Estádio |
|------|--------------|----------|----------|-----------------|
| 2017 | Primeiro | 20/11/17 | Soja | V3 ¹ |
| 2018 | Segundo | 03/01/18 | Soja | R2 ² |
| 2018 | Terceiro | 27/03/18 | Safrinha | V3 ¹ |
| 2018 | Quarto | 16/11/18 | Soja | V3 ¹ |
| 2019 | Quinto | 17/04/19 | Safrinha | V3 ¹ |
| 2019 | Sexto | 25/11/19 | Soja | V3 ¹ |
| 2020 | Sétimo | 07/04/20 | Safrinha | V3 ¹ |
| 2019 | Oitavo | 20/06/20 | Safrinha | Vn ³ |

¹anterior a aplicação de pós emergência inicial (V3); ²realizado em pleno florescimento da soja, 44 dias após a aplicação de pós-emergência inicial (V3); ³realizado 72 dias após a aplicação de pós-emergência inicial.

O levantamento da comunidade de plantas daninhas foi realizado por meio de quatro lançamentos de quadrados de amostragem vazados de metal com 0,5 x 0,5 metros por parcela, totalizando assim 1,0 m²/parcela ou 4,0 m²/por tratamento. As plantas daninhas foram cortadas rente ao solo, coletando apenas a parte aérea, as quais foram identificadas em nível de espécie, determinando-se o número de indivíduos em cada amostra. A parte aérea das plantas de cada espécie encontrada nos quadrados de amostragem foi coletada e acondicionado em sacos de papel devidamente identificados, direcionados para estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 70°C, por 96 horas, para obtenção da massa seca. No primeiro levantamento das plantas daninhas foi realizada apenas a contagem (densidade) e frequência das espécies. Épocas de amostragem e detalhes da comunidade infestante encontram-se descritos na Tabela 8.

Tabela 8. Caracterização da comunidade infestante no momento das aplicações de herbicidas em pós emergência da soja e dos cultivos da safrinha.

| Planta Daninha | Estádio de desenvolvimento | Safra 2017 | Safrinha 2018 | Safra 2018 | Safrinha 2019 | Safra 2019 | Safrinha 2020 |
|-----------------------------------|----------------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| <i>Acanthospermum hispidum</i> | Número de folhas | 2-5 | 3-5 | 2-4 | 6-10 | 2-8 | 8-12 |
| | Altura* | 5-8 | 5-10 | 7-12 | 10-15 | 5-15 | 10-20 |
| <i>Alternanthera tenella</i> | Número de folhas | 4-10 | 5-10 | 2-6 | >10 | >10 | >10 |
| | Altura | 5-15 | 5-15 | 5-10 | 30-40 | 5-25 | 20-40 |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | Número de folhas | 2-6 | 2-5 | 2-4 | >10 | 3-5 | >10 |
| | Altura | 5-8 | 4-5 | 3-7 | 20-30 | 5-10 | 15-25 |
| <i>Bidens pilosa</i> | Número de folhas | - | 4-7 | 4-6 | 2-8 | 5-10 | 2-10 |
| | Altura | - | 5-8 | 5-8 | 10-15 | 10-20 | 5-15 |
| <i>Cenchrus echinatus</i> | Núm.Folhas/perfilhos | 6-7/2-3 | 5-8/0 | 0/2-3 | 0/2-4 | 7/2-8 | 0/2-6 |
| | Altura | 7-15 | 6-8 | 8-12 | 15-20 | 5-20 | 15-20 |
| <i>Chamaesyce hirta</i> | Número de folhas | - | 5-8 | 6-10 | >10 | >10 | >10 |
| | Altura | - | 3-10 | 5-13 | 20-30 | 15-20 | 5-20 |
| <i>Chenopodium ambrosioides</i> | Número de folhas | - | - | >10 | 8-10 | - | >10 |
| | Altura | - | - | 15-20 | 15-20 | - | 15-20 |
| <i>Commelina benghalensis</i> | Número de folhas | 6-8 | 8-10 | 4-6 | >10 | >10 | >10 |
| | Altura | 8-15 | 10-20 | 5-10 | 20-30 | 3-20 | 10-30 |
| <i>Digitaria horizontalis</i> | Núm. Folhas/perfilhos | 3-4/2-3 | 4-7/0 | 2-4/0 | 0/3-4 | 6/1-4 | 0/3-6 |
| | Altura | 3-10 | 6-12 | 3-5 | 10-15 | 5-15 | 5-12 |
| <i>Digitaria insularis</i> | Núm. Folhas/perfilhos | - | - | - | 0/>10 | 0/5-15 | 0/>10 |
| | Altura | - | - | - | 20-50 | 10-25 | 20-80 |
| <i>Urocloua plantaginea</i> | Núm. Folhas/perfilhos | 3-4 | - | - | 0/2-3 | 0/2-5 | 0/3-4 |
| | Altura | 5-6 | - | - | 10-15 | 10-20 | 10-15 |
| <i>Eleusine indica</i> | Núm. Folhas/perfilhos | 0/2-4 | 1-2/0 | 0/2-3 | 0/3-6 | 2-5 | 0/3-8 |
| | Altura | 8-10 | 5-8 | 5-10 | 10-20 | 5-10 | 8-25 |
| <i>Indigofera hirsuta</i> | Número de folhas | 6-8 | 2-5 | 3-4 | 3-6 | 3-5 | - |
| | Altura | 10-13 | 5-8 | 8-10 | 5-10 | 5-8 | - |
| <i>Ipomoea grandifolia</i> | Número de folhas | 2-6 | 2-5 | 2-6 | 3-6 | 2-4 | 2-6 |
| | Altura | 5-10 | 5-8 | 5-10 | 5-10 | 5-8 | 5-8 |
| <i>Phyllanthus tenellus</i> | Número de folhas | - | 6-7 | >10 | 8-10 | - | - |
| | Altura | - | 8-10 | 20-25 | 15-20 | - | - |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> | Número de folhas | >10 | 5-8 | >10 | >10 | 7-10 | >10 |
| | Altura | 5-20 | 5-10 | 10-30 | 30-40 | 8-12 | 20-30 |
| <i>Richardia brasiliensis</i> | Número de folhas | 2-4 | - | 3-4 | - | 5-8 | 3-4 |
| | Altura | 3-6 | - | 5-7 | - | 5-10 | 3.5 |
| <i>Sida rhombifolia</i> | Número de folhas | - | 2-4 | 2-4 | 4-6 | 2-5 | 3-4 |
| | Altura | - | 5-7 | 5-8 | 10-15 | 5-7 | 5-10 |
| <i>Synedrellopsis grisebachii</i> | Número de folhas | - | - | - | 2-3 | 2-4 | - |
| | Altura | - | - | - | 2-4 | 3-5 | - |

*Altura medida em centímetros.

Os dados de contagem e de massa seca específicos foram submetidos à análise fitossociológica segundo Mueller-Dombois e Elleberg (1974) obtendo-se: densidade absoluta (De), frequência (Fr), dominância (Do), densidade relativa (De.R), frequência

relativa (Fr.R) e dominância relativa (Do.R), que por sua vez foram utilizados no cálculo do índice de valor de importância (IVI) e importância relativa (IR), conforme descritos a seguir:

Densidade Relativa (Curtis e McIntosh, 1950)

Densidade Relativa (De.R.) = $(N_e / N_t) \times 100$ (%) onde:

N_e = número de indivíduos de uma espécie encontrada nas amostragens

N_t = número total de indivíduos amostrados da comunidade infestante

Frequência e Frequência Relativa (Mueller-Dombois e Elleberg, 1974)

Frequência (Fr) = $(N_{Ae} / N_{At}) \times 100$ (%)

N_{Ae} = número de amostras em que ocorreu uma determinada espécie

N_{At} = número total de amostragens efetuadas

Frequência Relativa (Fr.R) = $(F_{Ae} / F_{At}) \times 100$ (%)

F_{Ae} = frequência absoluta de uma determinada população

F_{At} = somatória das frequências de todas as populações da comunidade infestante

Dominância Relativa (Mueller-Dombois e Elleberg, 1974)

Dominância Relativa (Do.R) = $(M_{Se} / M_{St}) \times 100$ (%)

M_{Se} = peso da matéria seca acumulada por uma determinada população

M_{St} = peso da matéria seca acumulada por toda a comunidade infestante

Índice de Valor de Importância (Mueller-Dombois e Elleberg, 1974)

Índice de Valor de Importância (IVI) = De.R + Fr.R + Do.R

De.R = densidade relativa

Fr.R = frequência relativa

Do.R = dominância relativa

Importância Relativa (Mueller-Dombois e Elleberg, 1974)

Importância Relativa (IR) = $(IVle / IVIt) \times 100 (\%)$

IVle = índice de valor de importância de uma determinada espécie

IVIt = somatória dos índices de valor de importância de todas as espécies da comunidade infestante

Para complementar a análise fitossociológica, foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e de equitabilidade (E'), conforme descrito por Pinto-Coelho (2000), contida em Odum (1985), onde $H = -\sum P_i \cdot \log P_i$, em que P_i é a probabilidade de importância de cada espécie, calculado pela fórmula $P_i = n_i \cdot N^{-1}$, sendo n_i o valor de importância de cada espécie e N o total dos valores de importância. O índice de Equitabilidade foi calculado pela divisão do H pelo $H_{\text{máx}}$.

Os resultados de De.R, Fr.R, Do.R e IR foram transformados para raiz quadrada de $(x + 1)$. Esta é uma das transformações menos drástica, usada quando se tem a distribuição de Poisson, normalmente dados de contagem, como abundância de uma espécie ou riqueza de espécies (Campos, 2001). Posteriormente, estes dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$), considerando-se os efeitos de blocos e tratamentos. As médias dos tratamentos foram agrupadas e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, quando significativo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental foram conduzidas três safras de verão com cultivo de soja (2017/18, 2018/19 e 2019/20) e três safrinhas (2018, 2019 e 2020), nos sistemas de cultivo soja/milheto, soja/milho, soja/trigo e soja/pousio, como já detalhado no item Material e Métodos. Os resultados obtidos para eficácia e seletividades dos tratamentos herbicidas e análise fitossociológica são apresentados a seguir.

4.1 Caracterização da comunidade infestante

O levantamento preliminar da comunidade foi realizado no primeiro ano de implantação do experimento, quando a cultura da soja se encontrava no estágio vegetativo V3.

Durante as três safras de condução da experimentação, foram identificadas onze famílias botânicas e dezenove espécies, destacando-se a família Poaceae com cinco espécies, Asteraceae e Amaranthaceae com três espécies cada (Tabela 9). Poaceae e Asteraceae constituem as principais famílias de plantas daninhas encontradas frequentemente na cultura da soja (Silva et al., 2008; Mesquita et al., 2014), no milho (Duarte et al., 2007; Vaz de Melo et al., 2007), no trigo (Agostinetto et al., 2008) e milheto (Pereira et al., 2011). Dentre as espécies com maior densidade absoluta dentro dos quatro sistemas de cultivo (soja/milheto, soja/milho, soja/trigo e soja/pousio) foram identificadas *Alternanthera tenella*, *Commelina benghalensis* e *Digitaria horizontalis*.

Tabela 9. Relação das plantas daninhas presentes durante a condução do experimento.

| Família | Nome científico | Nome comum | Código de identificação |
|----------------|--|------------------------|-------------------------|
| Amaranthaceae | <i>Alternanthera tenella</i> Colla | apaga-fogo | ALRTE |
| | <i>Amaranthus retroflexus</i> L. | caruru-gigante | AMARE |
| | <i>Chenopodium ambrosioides</i> L. | erva-de-santa-maria | CHEAM |
| Asteraceae | <i>Acanthospermum hispidum</i> DC. | carrapicho-de-carneiro | ACNHI |
| | <i>Bidens pilosa</i> L. | picão-preto | BIDPI |
| | <i>Synedrellopsis grisebachii</i> Hieron&Kuntze | agriãozinho | SDPGR |
| Brassicaceae | <i>Raphanus raphanistrum</i> L. | nabiça | RAPRA |
| Commelinaceae | <i>Commelina benghalensis</i> L. | trapoeraba | COMBE |
| Convolvulaceae | <i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell | corda-de-viola | IAQGR |
| Euphorbiaceae | <i>Chamaesyce hirta</i> L. | erva-de-santa-luzia | EPHHI |
| Fabaceae | <i>Indigofera hirsuta</i> L. | anileira | INDHI |
| Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> L. | guanxuma | SIDRH |
| Phyllanthaceae | <i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb. | quebra-pedra | PTNHY |
| Poaceae | <i>Eleusine indica</i> L. | capim-pé-de-galinha | ELEIN |
| | <i>Cenchrus echinatus</i> L. | capim-carrapicho | CCHEC |
| | <i>Digitaria horizontalis</i> Willd. | capim-colchão | DIGHO |
| | <i>Urochloa plantaginea</i> (Link) Hitc. | capim-braquiária | BRAPL |
| | <i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde | capim-amargoso | TRCIN |
| Rubiaceae | <i>Richardia brasiliensis</i> Gomes | poaia-branca | RCHBR |

4.2 Eficácia e seletividade dos tratamentos herbicidas

Como supracitado, foram identificadas dezenove espécies de plantas daninhas infestando a área experimental. As espécies *Commelina benghalensis* (COMBE), *Alternanthera tenella* (ALRTE), *Digitaria horizontalis* (DIGHO), *Eleusine indica* (ELEIN) e

Digitaria insularis (TRCIN) foram avaliadas separadamente quanto a eficácia de controle dos tratamentos herbicidas. Para as espécies TRCIN e ELEIN já existe relato de resistência ao herbicida glifosato (Heap, 2021). É importante ponderar que em uma comunidade de plantas daninhas, nem todas as espécies têm a mesma importância ou participação na interferência imposta ao desenvolvimento e produtividade da cultura. Fernández-Quintanilla et al. (1991) relatam que normalmente, existem três ou quatro espécies dominantes, que ocasionam maior parte dos danos.

Para as demais quatorze espécies a frequência e a densidade populacional foram consideradas baixas e/ou insuficientes para prover avaliação individual quanto a eficácia de controle assim, optou-se por avaliar a comunidade composta por estas espécies secundárias como OUTRAS. Embora as espécies secundárias não requeiram atenção individualizada, não se deve ignorar sua presença (Fernández-Quintanilla et al., 1991).

Os resultados de eficácia de controle das plantas daninhas ao longo dos três anos (safras), evidenciaram diferenças significativas apesar dos mesmos tratamentos herbicidas empregados (Tabela 10), fato este que pode ser relacionado ao estágio das plantas daninhas no momento da aplicação ao longo das safras (Tabela 8). Variações no estágio de desenvolvimento das plantas daninhas e condições de aplicação e ambiente podem apresentar diferenças nos níveis de controle da comunidade infestante (Fleck et al., 2008; Krolikowski, 2015).

Tabela 10. Análise de variância univariada (ANOVA) dos fatores e interações (tratamento, cultivo e safra) para eficácia de controle das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação em V3 da soja.

| Fatores | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
|--------------------------|---------------------------|------------------|---------------|---------------|------------------|------------------|
| Tratamento | 0.0046¹ | <.0001 | 0.0215 | 0.6666 | 0.0002 | <.0001 |
| Cultivo | 0.3999 | 0.1481 | 0.8998 | 0.2165 | 0.0707 | 0.0002 |
| Safra | 0.0106 | <.0001 | 0.0012 | 0.0012 | <.0001 | <.0001 |
| Tratamento*Cultivo | 0.1363 | 0.2755 | 0.4997 | 0.915 | 0.0394 | 0.0660 |
| Tratamento*Safra | 0.4384 | <.0001 | 0.0124 | 0.7891 | 0.0010 | <.0001 |
| Cultivo*Safra | 0.6627 | 0.1583 | 0.9707 | 0.2006 | 0.0555 | <.0001 |
| Tratamento*Cultivo*Safra | 0.1239 | 0.0610 | 0.2876 | 0.9771 | 0.0565 | 0.0900 |

¹probabilidade de p<0,05.

Analisando o desdobramento dos fatores tratamento e safra para as espécies de planta daninha (Tabela 11), nota-se que os herbicidas empregados na cultura da soja foram efetivos para o controle de COMBE, ALRTE, ELEIN e DIGHO. Para o controle de TRCIN, apenas os tratamentos com 2,4-D + glufosinato aplicado em V3 da soja e sequencial de glifosato + haloxifope em V6 (T1, T7, T13, T19) e, 2,4-D + glifosato aplicado em V3 da soja e sequencial de 2,4-D + glufosinato em V6 (T2, T8, T14, T20), foram eficientes para controle da espécie. No tratamento com 2,4-D + glufosinato (V3) e sequencial de glifosato + haloxifope (V6) foi realizada aplicação sequencial do gramínicida haloxifope, o qual apresenta elevada eficácia no controle desta espécie (Barroso et al., 2014).

Já o tratamento com 2,4-D + glifosato (V3) e sequencial de 2,4-D + glufosinato (V6), observa-se que, na cultura em sucessão do milho, no tratamento T8, também ocorreu aplicação do herbicida haloxifope, fato este que pode ter auxiliado na redução da densidade e frequência da espécie além da aplicação do glufosinato em soja que, mesmo que apresente uma eficiência limitado sobre TRCIN (Mello et al., 2012), é superior ao glifosato ou 2,4-D. Os resultados de importância relativa para TRCIN demonstram menor importância da referida espécie dentro no T2 em comparação com o T3, T4 e T5 (Figura 19).

A baixa eficácia de controle dos tratamentos T3, T4 e T5 sobre TRCIN pode ser correlacionada: (i) ao uso de 2,4-D, herbicida latifolicida que não apresenta qualquer atividade de controle sobre a espécie (Lorenzi, 2006); (ii) resistência da espécie ao herbicida glifosato (Heap, 2021); (iii) conhecida baixa eficiência do glufosinato (Melo et al., 2012). Para as demais plantas daninhas presentes (OUTRAS) o nível de controle proporcionado pelos tratamentos herbicidas foi igual ou superior a 97%.

Relacionando a eficácia de controle das plantas daninhas ao longo dos anos, observa-se que nas duas primeiras safras (2017/18 e 2018/19) não houve diferenças quanto à eficácia de controle dos tratamentos herbicidas sobre as espécies primárias, todavia na safra 2019/20 ocorreu redução na eficácia de controle para toda comunidade infestante avaliada. Pelos dados do levantamento fitossociológico, observa-se uma tendência de seleção e aumento das espécies ALRTE e TRCIN (vide Tabela 34 e 37, respectivamente). Já para ELEIN, DIGHO e OUTRAS, apesar de não se observar a

mesma tendência de seleção, quando comparadas a ALRTE e TRCIN, as plantas de DIGHO e ELEIN também demonstraram uma maior importância relativa na safra 2019/20 (vide Figura 17 e 18, respectivamente).

Outro fato pode ter auxiliado nessa diferenciação de controle para ELEIN e DIGHO foi o estágio de desenvolvimento, mais avançado em relação as safras anteriores no momento da aplicação da safra 2019/20. Diversos autores já relataram que o estágio das plantas daninhas no momento da aplicação pode afetar a eficácia dos herbicidas influenciando a absorção e metabolismo dos herbicidas (Singh e Singh, 2004; Faccini e Puricelli, 2007; Peer et al., 2013).

Tabela 11. Desdobramento dos fatores Tratamento e Safra para eficácia de controle (%) das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação em V3 da soja.

| Tratamento | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|---------------|
| T1 / T7 / T13 / T19 | 96,9 ab* | 96,2 a | 99,5 b | 96,7 a | 90,0 a | 98,8 a |
| T2 / T8 / T14 / T20 | 99,6 a | 99,0 a | 99,9 a | 99,3 a | 85,8 a | 99,8 a |
| T3 / T9 / T15 / T21 | 99,4 a | 99,6 a | 100 a | 99,3 a | 65,5 b | 99,8 a |
| T4 / T10 / T16 / T22 | 96,8 ab | 100 a | 100 a | 97,1 a | 68,1 b | 99,2 a |
| T5 / T11 / T17 / T23 | 91,9 b | 87,6 b | 95,5 b | 97,7 a | 74,8 b | 97,2 b |
| T6 / T12 / T18 / T24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Safra | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
| 2017/18 | 98,1 a | 99,3 a | 99,8 a | 99,9 a | - | 99,5 a |
| 2018/19 | 98,7 a | 99,4 a | 99,9 a | 100 a | 98,7 a | 99,8 a |
| 2019/20 | 93,9 b | 90,7 b | 95,1 b | 94,3 b | 55,0 b | 97,6 b |
| F (Tratamento) | 3,9* | 11,2* | 2,9* | 0,6 ^{ns} | 5,0* | 10,1* |
| F (Safra) | 4,7* | 17* | 6,9* | 6,9* | 105* | 20,7* |
| CV% (Tratamento) | 12 | 14 | 11 | 10 | 48 | 3 |
| CV% (Safra) | 47 | 47 | 45 | 47 | 69 | 44 |

^{ns}não significativo ($p > 0,05$), *significativo a 5% ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1 / T7 / T13 / T19: 2,4-D + glufosinato (V3) e aplicação sequencial de glifosato + haloxifope (V6)

T2 / T8 / T14 / T20: [2,4-D + glifosato] (V3) e aplicação sequencial de 2,4-D + glufosinato (V6)

T3 / T9 / T15 / T21: [2,4-D + glifosato] (V3) e aplicação sequencial de [2,4-D + glifosato] (V6)

T4 / T10 / T16 / T22: glifosato (V3) e aplicação sequencial de glifosato (V6)

T5 / T11 / T17 / T23: glufosinato (V3) e aplicação sequencial de glufosinato (V6)

T6 / T12 / T18 / T24: testemunha

A análise de variância evidenciou significância com relação a produtividade para o fator Safra e interações com Tratamento e Cultivo (Tabela 12), todavia muitas variáveis podem incorrer com relação a produtividade da soja tal como clima e infestação de pragas e patógenos. Assim, optou-se por analisar os dados de produtividade dentro de cada safra para os cinco tratamentos químicos e a testemunha sem aplicação.

Tabela 12. Análise de variância univariada (ANOVA) dos fatores (Tratamento, Cultivo e Safra) e interações para fitointoxicação da soja aos 7 e 28 dias após a aplicação em V3 da soja, produtividade e peso de 100 grãos.

| Fatores | 7 DAA | 28 DAA | Produtividade | Peso de 100 grãos |
|--------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Tratamento | <.0001¹ | <.0001 | <.0001 | 0.0007 |
| Cultivo | 0.0237 | 0.1145 | 0.0013 | 0.0905 |
| Safra | 0.1198 | 0.6653 | <.0001 | <.0001 |
| Tratamento*Cultivo | <.0001 | <.0001 | 0.8558 | 0.5461 |
| Tratamento*Safra | <.0001 | <.0001 | <.0001 | 0.6144 |
| Cultivo*Safra | 0.0058 | 0.0122 | 0.0069 | 0.1369 |
| Tratamento*Cultivo*Safra | 0.0707 | 0.9747 | 0.9045 | 0.0557 |

¹probabilidade de $p < 0,05$.

Apesar dos distintos níveis de controle visual das plantas daninhas propiciado pelos tratamentos químicos, não foi observada diferença estatísticas entre estes para a produtividade (Tabela 13). Apenas a testemunha sem aplicação diferiu dos tratamentos químicos ao longo das três safras, ocasionando perdas médias de 49% no rendimento de grãos de soja frente os tratamentos herbicidas, ou seja, a comunidade infestante da área mostrou elevada capacidade de competição com a cultura da soja.

O tratamento testemunha também apresentou menores valores médios para peso de 100 grãos (Tabela 13). Marangoni et al. (2013) e Soares (2019) também encontraram redução no peso de 100 grãos de soja nas parcelas experimentais em convivência com as plantas daninhas. Na safra 2017/18 e 2019/20, os tratamentos T1, T7, T13 e T19 e tratamentos T3, T9, T15 e T21, apresentaram tendências numéricas superiores quanto ao peso de 100 grãos em ambas as safras. O peso de 100 grãos ou sementes, além de ser um componente da produtividade, também é utilizado para calcular a densidade de semeadura. Na safra 2018/19 não foi aferido o peso de 100 grãos.

Tabela 13. Desdobramento do fator Tratamento para produtividade e peso de 100 grãos ao longo das três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) na cultura da soja.

| Tratamento | Produtividade (kg/ha) | | | |
|----------------------|-----------------------|---------------|---------------|--------|
| | Safra 2017/18 | Safra 2018/19 | Safra 2019/20 | Média |
| T1 / T7 / T13 / T19 | 4417 a* | 3245 a | 5056 a | 4239 a |
| T2 / T8 / T14 / T20 | 4437 a | 3281 a | 4938 a | 4219 a |
| T3 / T9 / T15 / T21 | 4364 a | 3226 a | 4862 a | 4151 a |
| T4 / T10 / T16 / T22 | 4551 a | 3292 a | 4932 a | 4258 a |
| T5 / T11 / T17 / T23 | 4393 a | 3408 a | 4901 a | 4234 a |
| T6 / T12 / T18 / T24 | 3193 b | 2518 b | 804 b | 2172 b |
| F | 6,9* | 18,7* | 95,1* | 81,7* |
| CV (%) | 22 | 15 | 43 | 33 |

| Tratamento | Peso 100 grãos (g) | | | |
|----------------------|--------------------|---------------|-------------------|----------|
| | Safra 2017/18 | Safra 2018/19 | Safra 2019/20 | Média |
| T1 / T7 / T13 / T19 | 19,4 a* | - | 23,2 a | 21,8 a |
| T2 / T8 / T14 / T20 | 18,5 ab | - | 21,6 a | 20,1 abc |
| T3 / T9 / T15 / T21 | 19,5 a | - | 22,8 a | 21,1 ab |
| T4 / T10 / T16 / T22 | 18,7 ab | - | 21,3 a | 20,0 abc |
| T5 / T11 / T17 / T23 | 17,7 ab | - | 21,1 a | 19,4 bc |
| T6 / T12 / T18 / T24 | 17,1 b | - | 21,3 a | 19,2 c |
| F | 4,3* | - | 2,1 ^{ns} | 4,6* |
| CV (%) | 11 | - | 15 | 17 |

^{ns}não significativo ($p > 0,05$), *significativo a 5% ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1 / T7 / T13 / T19: 2,4-D + glufosinato (V3) e aplicação sequencial de glifosato + haloxifope (V6)

T2 / T8 / T14 / T20: [2,4-D + glifosato] (V3) e aplicação sequencial de 2,4-D + glufosinato (V6)

T3 / T9 / T15 / T21: [2,4-D + glifosato] (V3) e aplicação sequencial de [2,4-D + glifosato] (V6)

T4 / T10 / T16 / T22: glifosato (V3) e aplicação sequencial de glifosato (V6)

T5 / T11 / T17 / T23: glufosinato (V3) e aplicação sequencial de glufosinato (V6)

T6 / T12 / T18 / T24: testemunha

Outro fator importante que pode afetar a produtividade de grãos é a injúria ocasionada pelos tratamentos herbicidas. No experimento, como não houve o tratamento testemunha sem interferência de plantas daninhas, não é possível inferir que a injúria visual ocasionada pelos tratamentos herbicidas possa impactar negativamente a produtividade de grãos da soja.

O tratamento com aplicação apenas do herbicida glifosato foi o que ocasionou menores níveis visuais de injúria na cultura da soja na avaliação aos 7 dias após a aplicação em pós emergência inicial (V3). Os tratamentos herbicidas mostraram-se seletivos ao cultivar de soja utilizado (DAS-44406-6 x DAS-81419-2), com injúria visual

máxima de 5% aos 7 dias após a aplicação e 1% aos 28 dias após a aplicação (Tabela 14). A injúria observada nos tratamentos de glifosato + 2,4-D ou glufosinato + 2,4-D referiu-se a pontuações necróticas nas folhas tratadas que foram gradativamente dissipando à medida que novas folhas foram emitidas, conforme observado nas avaliações de 7 e 28 DAA.

A enzima AAD-12 pode metabolizar o herbicida 2,4-D por uma desintoxicação metabólica rápida e única, mediada por uma dioxigenase dependente de Fe (II)/ α -cetoglutarato (Lepping et al., 2013). Já no glufosinato de amônio, a enzima fosfinotricina acetil transferase (PAT) tem a capacidade de inativar quimicamente o herbicida glufosinato de amônio em N-acetil -L-glufosinato (Droge-Laser et al., 1994). Nos tratamentos contendo apenas o herbicida glifosato ou glufosinato a injúria mais pronunciada foi a clorose foliar.

Outros autores também observaram resistência da soja DAS-44406-6 x DAS-81419-2 a aplicações dos herbicidas 2,4-D, glifosato e glufosinato de amônio, sendo observados sintomas de pontuações necróticas ao 2,4-D, 2,4-D + glifosato e 2,4-D + glufosinato, que não refletiram na produtividade da soja, mesmo quando aplicado o dobro da dose recomendada (Robinson et al., 2015; Frene et al., 2018; Kalsing et al., 2018).

As injúrias visuais observadas também não afetaram o fechamento das ruas de soja, favorecendo o controle cultural frente a comunidade infestante.

Tabela 14. Desdobramento do fator Tratamento para fitotoxicidade dos herbicidas aos 7 e 28 dias após a aplicação em V3 da soja, ao longo das três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20).

| Tratamento | 7 DAA | 28 DAA |
|----------------------|-------|--------|
| T1 / T7 / T13 / T19 | 5,1 a | 0,2 c |
| T2 / T8 / T14 / T20 | 3,9 b | 1,2 ab |
| T3 / T9 / T15 / T21 | 3,9 b | 1,0 b |
| T4 / T10 / T16 / T22 | 0,6 c | 0,1 c |
| T5 / T11 / T17 / T23 | 3,5 b | 1,3 a |
| T6 / T12 / T18 / T24 | 0 | 0 |
| F | 3,3* | 5,6* |
| CV (%) | 63 | 22 |

ⁿ não significativo ($p > 0,05$), *significativo a 5% ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1 / T7 / T13 / T19: 2,4-D + glufosinato (V3) e aplicação sequencial de glifosato + haloxifope (V6)

T2 / T8 / T14 / T20: [2,4-D + glifosato] (V3) e aplicação sequencial de 2,4-D + glufosinato (V6)

T3 / T9 / T15 / T21: [2,4-D + glifosato] (V3) e aplicação sequencial de [2,4-D + glifosato] (V6)

T4 / T10 / T16 / T22: glifosato (V3) e aplicação sequencial de glifosato (V6)

T5 / T11 / T17 / T23: glufosinato (V3) e aplicação sequencial de glufosinato (V6)

T6 / T12 / T18 / T24: testemunha

Os cultivos da safrinha 2017/18 foram drasticamente impactados por déficit hídrico no início da implantação dos cultivos ocasionando morte das plantas e necessidade de destruição das parcelas experimentais com uso do Triton (vide Figura 1). Nas safras subsequentes, foi implantado um sistema de irrigação na área experimental para prover regime hídrico necessário para o desenvolvimento das culturas.

Para as três culturas implementadas na safrinha, posterior a colheita da soja, foram observadas diferenças no controle das principais espécies de plantas daninhas avaliadas, assim como o agrupamento das demais espécies ao longo da safra 2018/19 e 2019/20. No fator tratamento, de maneira geral, não existiu significância entre as espécies de plantas daninhas nos cultivos de milho e trigo, fato este justificado pela utilização do mesmo tratamento herbicida dentro de todas parcelas experimentais, todavia para a cultura do milho, observou-se diferença para as cinco principais espécies avaliadas (Tabela 15).

Tabela 15. Análise de variância univariada (ANOVA) dos fatores e interações (tratamento e safra) para o controle das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação de pós emergência inicial na cultura do milho, milho e trigo.

| Milheto | | | | | | |
|------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| Fatores | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
| Tratamento | 0.7234 ¹ | 0.7231 | 0.3902 | 0.2662 | 0.0036 | 0.0023 |
| Safra | 0.0031 | 0.0292 | <.0001 | <.0001 | <.0001 | 0.0058 |
| Tratamento*Safra | 0.7234 | 0.8153 | 0.3902 | 0.2662 | 0.0002 | 0.2055 |
| Milho | | | | | | |
| Fatores | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
| Tratamento | <.0001 | <.0001 | 0.0499 | 0.0029 | <.0001 | 0.0682 |
| Safra | <.0001 | <.0001 | <.0001 | 0.0089 | <.0001 | 0.0178 |
| Tratamento*Safra | <.0001 | <.0001 | 0.0807 | 0.0057 | <.0001 | 0.1117 |
| Trigo | | | | | | |
| Fatores | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
| Tratamento | 0.8547 | 0.8198 | 0.1029 | 0.4731 | 0.4603 | 0.0159 |
| Safra | 0.0325 | <.0001 | 0.0003 | <.0001 | 0.0036 | 0.0042 |
| Tratamento*Safra | 0.9580 | 0.9313 | 0.0399 | 0.3531 | 0.8598 | 0.0263 |

¹probabilidade de $p < 0,05$.

O grande sucesso do milho como planta de cobertura nos solos do Cerrado brasileiro tem como fatores preponderantes a alta resistência à seca, a adaptabilidade a solos de baixo nível de fertilidade, flexibilidade na época de semeadura e por ser uma planta de boa capacidade de produção de massa verde e seca, assim como lenta degradação da matéria seca, fatores estes importantes no sistema de plantio direto (Assis et al., 2018). Apesar de ser uma espécie que vem ganhando destaque, apenas uma marca comercial de herbicida de atrazina está registrada para uso em pós emergência na cultura do milho (AGROFIT, 2020). Ndahi et al. (1980) e mais recente Dan et al. (2009) relataram a eficácia de atrazina no controle de plantas daninhas latifolioladas na cultura do milho, porém limitados são os herbicidas para controle de gramíneas.

Devido a elevada capacidade de produção de biomassa, o controle de algumas espécies, principalmente aquelas de sementes pequenas e fotoblasticas positivas, pode ser alto o suficiente para prover níveis de controle satisfatório, como ocorreu na safra 2018/19 para as espécies ELEIN, DIGHO e TRCIN. Esse controle esáa atrelado a diversos fatores físicos, químicos e biológicos, com por exemplo, densidade do banco de

semente, regime hídrico, alelopatia, amplitude térmica, entre outros (Trezzi e Vidal, 2004; Tokura et al., 2006).

No presente experimento, apenas a TRCIN e OUTRAS diferiram estatisticamente quanto ao fator tratamento (Tabela 16). Tal como no controle de TRCIN na cultura da soja, os tratamentos com apenas uso do herbicida glufosinato mostram-se superiores aqueles que utilizaram 2,4-D e glifosato. Apesar de apresentar controle limitado de TRCIN, o glufosinato tem capacidade de supressão da espécie superior ao 2,4-D, que não tem qualquer eficácia, ou o glifosato que apresenta resistência a espécie.

Com relação as demais plantas infestantes (OUTRAS), apesar das diferenças estatística entre os tratamentos, todos estes proporcionaram controle excelente, acima de 97%. A composição específica da comunidade infestante é fator de fundamental importância na determinação do grau de interferência e eficácia dos herbicidas, pois os níveis de controle das espécies integrantes desta comunidade variam em relação aos seus hábitos de crescimento, exigências em recursos do meio e resposta ao(s) ingrediente(s) ativo (Pitelli, 1987).

Tabela 16. Desdobramento dos fatores Tratamento e Safra para eficácia de controle (%) das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação inicial na cultura do Milheto.

| Tratamento | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------|---------|
| T1 | 93,8 | 85,9 | 46,9 | 47,5 | 10,3 b | 99,9 a |
| T2 | 97,5 | 82,4 | 46 | 48,8 | 42,9 a | 99,6 a |
| T3 | 88,5 | 87,8 | 48,1 | 50 | 16,6 b | 99,1 ab |
| T4 | 86,9 | 85,5 | 50 | 50 | 12,2 b | 99,2 a |
| T5 | 89,4 | 79,9 | 45,6 | 45,6 | 25,4 ab | 97,9 b |
| T6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Safra | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
| 2018/19 | 100 a | 88,7 a | 94,6 a | 96,7 a | 41,2 a | 99,5 a |
| 2019/20 | 82,4 b | 79,2 b | 0 b | 0 b | 6 b | 98,6 b |
| F (Tratamento) | 0,5 ^{ns} | 0,51 ^{ns} | 1,1 ^{ns} | 1,4 ^{ns} | 5,0* | 5,5* |
| F (Safra) | 10,6* | 5,3* | 3793,8 * | 4007,5* | 44,4* | 9,0* |
| CV% (Tratamento) | 50 | 51 | 120 | 119 | 147 | 45 |
| CV% (Safra) | 20 | 21 | 102 | 101 | 128 | 1 |

^{ns}não significativo ($p>0,05$), *significativo a 5% ($p<0,05$). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1, T2, T3, T4, T5: aplicado atrazina quando a cultura apresentava três folhas; T6: testemunha

Tal como observado no milho, as plantas daninhas (OUTRAS), diferiram estatisticamente quanto ao fator tratamento na cultura do trigo, porém a eficácia de controle foi superior a 96% (Tabela 17). O herbicida pyroxsulam apresenta grande espectro de controle, principalmente para as plantas daninhas latifolicidas como demonstrado nos trabalhos de Singh et al. (2010) e Zobiolo et al. (2018), todavia no presente experimento, a eficácia de controle para ALRTE, ELEIN, DIGHO e TRCIN, quando correlacionadas com a escala da ALAM (1974), foi considerado apenas “Bom”.

Não foram observados sintomas de injúria ocasionados pelos herbicidas atrazina e pyroxsulam, respectivamente para cultura do milho e trigo (dados não apresentados). Dan et al. (2009), utilizando atrazina a 1000 g i.a. ha⁻¹ não identificaram danos visuais consideráveis em dois cultivares de milho. Segundo Silva e Silva (2007), umas das explicações plausíveis para a elevada tolerância de gramíneas a atrazina relaciona-se à menor absorção através dos tecidos foliares ou mesmo à existência de compostos como benzoxazinonas, capazes de proporcionarem reações como hidroxilação, dealquilação e até mesmo conjugação, reduzindo a atividade do herbicida. Zobiolo et al. (2018), utilizando também a dose de 18 g i.a. ha⁻¹ de pyroxsulam na cultura do trigo, não observaram qualquer sintoma de injúria em duas regiões distintas do estado do Paraná.

Tabela 17. Desdobramento dos fatores Tratamento e Safra para eficácia de controle (%) das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação inicial na cultura do Trigo.

| Tratamento | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| T19 | 88,6 | 68,8 | 83,5 | 85,6 | 86,3 | 98,9 a |
| T20 | 91,8 | 74,4 | 81,9 | 80 | 80,6 | 98,4 ab |
| T21 | 98,1 | 71 | 74,1 | 85 | 87,3 | 98,6 a |
| T22 | 92,1 | 70 | 63,1 | 72,5 | 70,6 | 96,1 b |
| T23 | 91,3 | 65,6 | 84,1 | 71,9 | 79,4 | 98,3 ab |
| T24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Safra | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
| 2018/19 | 98,5 a | 87,9 a | 88,6 a | 95 a | 90,6 a | 99,6 a |
| 2019/20 | 86,2 b | 52 b | 66,1 b | 63 b | 71,0 b | 97,9 b |
| F (Tratamento) | 0,3 ^{ns} | 0,4 ^{ns} | 2,1 ^{ns} | 1,0 ^{ns} | 1,1 ^{ns} | 3,7* |
| F (Safra) | 5,1* | 60,2* | 17,3* | 26,7* | 10,2* | 9,8* |
| CV% (Tratamento) | 59 | 49 | 57 | 59 | 54 | 45 |
| CV% (Safra) | 34 | 18 | 32 | 34 | 27 | 2 |

^{ns}não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T19, T20, T21, T22, T23: aplicado piroxsulam quando a cultura apresentava três folhas; T24: testemunha

As plantas daninhas COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO e TRCIN tiveram níveis distintos de controle pelos tratamentos herbicidas no cultivo do milho (Tabela 18). Para COMBE, os tratamentos T10 e T11, respectivamente glifosato e glufosinato, propiciaram baixa eficácia de controle sobre esta espécie, diferente dos resultados encontrados no cultivo da soja (Tabela 11), fato este que pode ser explicado pela aplicação sequencial de herbicidas na ocasião. Lima (2020) relatou eficácia de controle do glufosinato de 90 e 86% sobre COMBE, respectivamente nos estádios de quatro e seis folhas. Já para o herbicida glifosato, por ser considerada uma espécie tolerante, é esperado controle ineficiente de COMBE, principalmente em estádios mais avançados de desenvolvimento.

Todos os tratamentos herbicidas controlaram efetivamente a espécie ALRTE, com exceção do T11 (glufosinato), que propiciou controle de 69%. Controle insatisfatório com glufosinato também foi encontrado em trabalho de Franzoni (2018). No caso das Poaceae, o tratamento T8 apresentou destaque principalmente pela aplicação sequencial do graminicida haloxifope, como na ELEIN, sendo este o único tratamento que proporcionou controle igual ou superior a 80%. Para TRCIN o tratamento T8 também propiciou o maior nível de controle da espécie (98%).

O herbicida glufosinato (T11) mostrou ser pouco eficiente no controle das cinco espécies de plantas daninhas avaliadas isoladamente no cultivo do milho safrinha. Níveis muito distintos foram observados para estas espécies na soja e milho, recordando que no cultivo da soja, ocorreu aplicação sequencial do herbicida glufosinato. Ben et al. (2012) encontraram necessidade de até três aplicações de glufosinato para controle efetivo da comunidade infestante. Outro fator importante para essa diferença no nível de controle pode ser explicado pelo estágio das plantas daninhas no momento da aplicação. No geral, as espécies estavam mais desenvolvidas no cultivo do milho safrinha em comparação a safra de verão na soja, corroborando os dados de Lima (2020), que observou níveis de controle superior em estádios iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas.

Tabela 18. Desdobramento dos fatores Tratamento e Safra para eficácia de controle (%) das plantas daninhas (COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS) aos 28 dias após a aplicação inicial na cultura do milho.

| Tratamento | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| T7 | 98,7 a | 99,5 a | 57,1 ab | 100 a | 64,4 b | 99,7 |
| T8 | 99,9 a | 94,8 a | 80 a | 99,4 a | 97,6 a | 99,4 |
| T9 | 100 a | 93,8 a | 64 ab | 98,7 a | 91,2 a | 99,9 |
| T10 | 84,1 b | 88,0 a | 45,2 b | 94,3 a | 63,2 b | 98,8 |
| T11 | 68,5 c | 69,9 b | 57,1 ab | 72,9 b | 56,2 b | 97,4 |
| T12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Safra | COMBE | ALRTE | ELEIN | DIGHO | TRCIN | OUTRAS |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 2018/19 | 98,5 a | 93,6 a | 98,5 a | 99,4 a | 55,8 b | 99,7 a |
| 2019/20 | 81,9 b | 79,9 b | 28,6 b | 86,7 b | 93,3 a | 98,3 b |
| F (Tratamento) | 18,2* | 16,4* | 2,6* | 5,2* | 21,7* | 2,5 ^{ns} |
| F (Safra) | 32,5* | 29,0* | 99,6* | 7,9* | 111,1* | 6,4* |
| CV% (Tratamento) | 49 | 51 | 86 | 51 | 63 | 45 |
| CV% (Safra) | 19 | 23 | 68 | 22 | 40 | 2 |

^{ns}não significativo ($p > 0,05$), *significativo a 5% ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T7: [2,4-D + glifosato] + atrazina (V3); T8: [2,4-D + glifosato] + atrazina (V3) e aplicação sequencial de haloxifope (V6); T9: [2,4-D + glifosato] + atrazina (V3); T10: glifosato + atrazina; T11: glufosinato + atrazina; T12: testemunha.

Analisando os resultados de produtividade na cultura do milho, observa-se que não houve diferença de resposta da cultura entre as safras mesmo sendo semeados híbridos distintos, mas foi evidenciada diferença entre os tratamentos herbicidas empregados (Tabela 19). A testemunha sem aplicação apresentou menor produtividade frente aos tratamentos herbicidas, evidenciando uma competição com a cultura que resultou em perdas de até 75% na produtividade média (Tabela 20).

Apesar das diferenças significativas de controle da comunidade infestante para os tratamentos herbicidas na cultura do milho, estas não refletiram na produtividade final da cultura. O controle em pós emergência do milho foi realizado, em geral, entre V2-V4, ou seja, precedente ao período anterior a interferência (PAI) das plantas daninhas. Bagnara (2017), por exemplo, encontrou PAI de 17 dias após a emergência. Esse resultado também está de acordo com os obtidos em trabalho de Norsworthy e Oliveira (2004), que também indicaram o início do período crítico de prevenção da interferência no estágio fenológico de duas folhas totalmente expandidas.

O peso de 100 grãos, apesar de ser um dos parâmetros para determinação da produtividade, não diferiu entre a testemunha sem aplicação e os herbicidas. Balbinot Jr. et al. (2005) mencionaram que outros fatores, como número de espiga por planta, comprimento de espigas, número de fileiras de grãos e número de grãos por fileira, também influenciam diretamente e estão associados ao potencial produtivo do milho.

Tabela 19. Análise de variância univariada (ANOVA) dos fatores (Tratamento e Safra) e interações para produtividade e peso de 100 grãos na cultura do milho.

| Fatores | Produtividade | Peso de 100 grãos |
|------------------|---------------|-------------------|
| Tratamento | <.0001 | 0.4974 |
| Safra | 0.3795 | <.0001 |
| Tratamento*Safra | 0.7284 | 0.8143 |

¹probabilidade de $p < 0,05$.

Tabela 20. Desdobramento do fator Tratamento e média para produtividade e peso de 100 grãos ao longo das três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) na cultura do milho.

| Tratamento | Produtividade (kg/ha) | | |
|------------|-----------------------|---------------|--------|
| | Safra 2018/19 | Safra 2019/20 | Média |
| T7 | 9818 a | 7132 a | 8475 a |
| T8 | 8098 a | 7672 a | 7885 a |
| T9 | 8503 a | 7958 a | 8230 a |
| T10 | 8843 a | 8970 a | 8906 a |
| T11 | 10079 a | 8980 a | 9529 a |
| T12 | 3548 b | 3228 b | 3387 b |
| F | 4,1* | 10* | 11,1* |
| CV (%) | 35 | 31 | 32 |

| Tratamento | Peso 100 grãos (g) | | |
|------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | Safra 2018/19 | Safra 2019/20 | Média |
| T7 | 20,0 Aa | 14,2 Ba | 17,1 a |
| T8 | 20,5 Aa | 14,7 Ba | 17,6 a |
| T9 | 20,6 Aa | 12,4 Ba | 16,5 a |
| T10 | 19,5 Aa | 11,1 Ba | 15,3 a |
| T11 | 19,8 Aa | 12,3 Ba | 16,0 a |
| T12 | 19,9 Aa | 11,5 Ba | 15,7 a |
| F | 0,1 ^{ns} | 2,5 ^{ns} | 0,9 ^{ns} |
| CV (%) | 13 | 16 | 23 |

^{ns}não significativo ($p > 0,05$), *significativo a 5% ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T7: [2,4-D + glifosato] + atrazina (V3); T8: [2,4-D + glifosato] + atrazina (V3) e aplicação sequencial de haloxifope (V6); T9: [2,4-D + glifosato] + atrazina (V3); T10: glifosato + atrazina; T11: glufosinato + atrazina; T12: testemunha.

Dentre as culturas foi no trigo que as plantas daninhas ocasionaram maior interferência que refletiu no rendimento de grãos (Tabela 21). As plantas daninhas determinaram perdas de até 85% na cultura. Diversos autores relatam altas perdas de produtividade na cultura do trigo em condições de clima tropical (Agostinetto et al., 2008; Lamego et al., 2013; Silva et al., 2016). O levantamento do peso de 100 grãos na cultura do trigo foi aferido apenas na safra 2018/19 não sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 21. Desdobramento do fator Tratamento e média para produtividade e peso de 100 grãos ao longo das três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) na cultura do trigo.

| Tratamento | Produtividade (kg/ha) | | |
|------------|-----------------------|---------------|--------|
| | Safra 2018/19 | Safra 2019/20 | Média |
| T19 | 1732 a | 1859 a | 1795 a |
| T20 | 2025 a | 1730 a | 1877 a |
| T21 | 1801 a | 2007 a | 1904 a |
| T22 | 1901 a | 1692 a | 1796 a |
| T23 | 1516 a | 1490 a | 1502 a |
| T24 | 32 b | 567 b | 299 b |
| F | 15,0* | 2,4* | 5,9* |
| CV (%) | 45 | 82 | 63 |

| Tratamento | Peso 100 grãos (g) | | |
|------------|--------------------|---------------|-------|
| | Safra 2018/19 | Safra 2019/20 | Média |
| T19 | 4,7 a | - | - |
| T20 | 5,6 a | - | - |
| T21 | 5,5 a | - | - |
| T22 | 5,3 a | - | - |
| T23 | 5,4 a | - | - |
| T24 | 5,4 a | - | - |
| F | 0,8 ^{ns} | - | - |
| CV (%) | 14 | - | - |

^{ns}não significativo ($p>0,05$), *significativo a 5% ($p<0,05$). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T19, T20, T21, T22, T23: aplicado piroxsulam quando a cultura apresentava três folhas; T24: testemunha

4.3 Avaliações da comunidade infestante

Antecedendo a aplicação dos tratamentos herbicidas na cultura da soja (safra 2017/18) foi realizado o primeiro levantamento fitossociológico da flora (levantamento preliminar), no qual foi determinada a densidade e frequência das plantas daninhas e, obtidos os índices de Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R), compreendendo assim a intensidade de ocorrência de cada espécie e a relevância destas na área experimental. Albuquerque et al. (2008) mencionam a importância da frequência das plantas daninhas na área experimental, de forma a compreender sua agressividade e capacidade de competir com a cultura, assim como Monquero et al. (2008) que discorreram sobre a importância da densidade das plantas daninhas no reconhecimento do padrão de infestação.

Os resultados da análise da variância univariada com médias e desdobramentos para os componentes: De.R e Fr.R quanto aos tratamentos, rotação de cultura em relação as espécies COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO e OUTRAS estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 22, 23, 24, 25 e 26. Para facilitar a visualização e distribuição dos valores de De.R e Fr.R os resultados também são apresentados graficamente (Figuras 4, 5, 6, 7 e 8).

Tabela 22. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Commelina benghalensis* (COMBE).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|------------|-------|-------------------|---------------------|-------------|------------|-------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 0,31 | 1,41 | 1,94 | 1,17 | 1,21 | 0,87 | 1,44 | 1,88 | 1,81 | 1,50 |
| T2 | 0,12 | 1,35 | 1,05 | 0,16 | 0,82 | 0,75 | 1,03 | 0,94 | 1,12 | 0,96 |
| T3 | 0,15 | 0,14 | 0,97 | 1,47 | 0,68 | 0,41 | 0,41 | 1,04 | 1,96 | 0,95 |
| T4 | 0,37 | 1,21 | 1,12 | 1,28 | 1,00 | 0,48 | 1,17 | 1,11 | 1,34 | 1,01 |
| T5 | 0,90 | 2,10 | 0,64 | 1,97 | 1,40 | 1,06 | 2,14 | 0,46 | 2,14 | 1,45 |
| T6 | 1,48 | 2,07 | 0,91 | 0,35 | 1,03 | 1,69 | 2,21 | 1,17 | 0,29 | 1,32 |
| Média | 0,56 | 1,38 | 1,11 | 1,05 | | 0,88 | 1,39 | 1,10 | 1,43 | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 5,36 ^{ns} | | | | | 5,13 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 8,47 [*] | | | | | 4,86 ^{ns} | | | |
| T*R | | 27,05 ^{ns} | | | | | 23,38 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 105 | | | | | 59 | | | |
| CV% (R) | | 80 | | | | | 45 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 23. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Alternanthera tenella* (ALRTE).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|-------|-------------------|--------------------|-------------|------------|-------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 2,47 | 2,31 | 0,59 | 1,55 | 1,73 | 1,88 | 1,76 | 0,78 | 1,57 | 1,50 |
| T2 | 2,52 | 2,08 | 1,33 | 0,73 | 1,67 | 2,56 | 2,25 | 2,16 | 0,82 | 1,95 |
| T3 | 2,46 | 2,57 | 1,17 | 1,01 | 1,80 | 1,85 | 2,51 | 1,39 | 1,49 | 1,81 |
| T4 | 2,55 | 2,16 | 0,86 | 1,31 | 1,32 | 2,47 | 2,34 | 1,37 | 0,18 | 1,52 |
| T5 | 2,04 | 1,00 | 0,45 | 1,16 | 1,17 | 2,45 | 1,44 | 0,81 | 1,39 | 1,52 |
| T6 | 1,78 | 1,42 | 0,49 | 0,88 | 1,14 | 1,69 | 1,02 | 0,71 | 0,96 | 1,09 |
| Média | 2,30 a | 1,92 a | 0,82 b | 0,84 b | | 2,15 a | 1,89 ab | 1,20 ab | 1,02 b | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,78 ^{ns} | | | | | 0,84 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 7,70 [*] | | | | | 4,22 [*] | | | |
| T*R | | 0,47 ^{ns} | | | | | 0,67 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 121 | | | | | 78 | | | |
| CV% (R) | | 75 | | | | | 59 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 24. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Eleusine indica* (ELEIN).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|------------|-------|-------------------|---------------------|-------------|------------|-------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,41 | 1,90 | 1,62 | 1,20 | 1,79 | 1,80 | 2,06 | 1,85 | 2,75 | 2,12 |
| T2 | 2,10 | 2,66 | 1,98 | 1,73 | 2,12 | 1,97 | 2,73 | 2,11 | 2,20 | 2,25 |
| T3 | 1,33 | 1,12 | 2,62 | 2,69 | 1,94 | 1,87 | 1,09 | 2,86 | 3,26 | 2,27 |
| T4 | 1,86 | 1,82 | 1,07 | 2,44 | 1,80 | 1,96 | 2,29 | 1,23 | 2,78 | 2,06 |
| T5 | 2,84 | 2,23 | 1,93 | 2,70 | 2,43 | 3,51 | 2,08 | 2,51 | 3,12 | 2,80 |
| T6 | 2,51 | 1,84 | 1,32 | 1,26 | 1,73 | 3,18 | 1,87 | 1,67 | 1,76 | 2,12 |
| Média | 2,01 | 1,93 | 1,75 | 2,17 | | 2,38 | 2,02 | 2,04 | 2,65 | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 5,62 ^{ns} | | | | | 5,99 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 2,12 ^{ns} | | | | | 6,53 ^{ns} | | | |
| T*R | | 19,41 ^{ns} | | | | | 24,76 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 74 | | | | | 94 | | | |
| CV% (R) | | 61 | | | | | 79 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 25. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Digitaria horizontalis* (DIGHO).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|------------|---------|-------------------|---------------------|-------------|------------|-------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,26 | 1,92 | 2,35 | 2,36 | 1,97 AB | 2,10 | 2,76 | 3,24 | 2,62 | 2,68 |
| T2 | 3,24 | 2,85 | 2,23 | 2,02 | 2,59 AB | 3,30 | 3,10 | 2,92 | 2,68 | 3,00 |
| T3 | 1,10 | 2,22 | 2,13 | 2,10 | 1,89 AB | 1,96 | 2,58 | 2,89 | 1,97 | 2,35 |
| T4 | 1,82 | 2,60 | 1,93 | 2,38 | 2,18 AB | 2,83 | 2,86 | 2,38 | 3,21 | 2,82 |
| T5 | 1,20 | 1,86 | 2,77 | 1,20 | 1,76 B | 1,86 | 2,75 | 3,36 | 1,87 | 2,46 |
| T6 | 2,77 | 2,75 | 2,63 | 2,75 | 2,73 A | 3,17 | 3,02 | 3,04 | 3,44 | 3,17 |
| Média | 1,90 | 2,37 | 2,34 | 2,14 | | 2,54 | 2,85 | 2,97 | 2,63 | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 12,26* | | | | | 7,81 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 3,41 ^{ns} | | | | | 2,81 ^{ns} | | | |
| T*R | | 15,19 ^{ns} | | | | | 11,46 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 82 | | | | | 53 | | | |
| CV% (R) | | 68 | | | | | 39 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 26. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R e Fr.R para primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|------------|-------|-------------------|--------------------|-------------|------------|-------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 2,43 | 2,72 | 4,04 | 3,80 | 3,25 | 2,63 | 3,41 | 3,64 | 3,60 | 3,32 |
| T2 | 3,37 | 3,14 | 3,92 | 4,40 | 3,71 | 3,43 | 3,42 | 3,64 | 3,84 | 3,59 |
| T3 | 2,32 | 3,68 | 4,13 | 4,20 | 3,58 | 2,68 | 3,60 | 3,68 | 3,72 | 3,42 |
| T4 | 3,85 | 3,65 | 4,15 | 3,82 | 3,87 | 3,62 | 3,62 | 3,86 | 3,60 | 3,68 |
| T5 | 3,75 | 3,14 | 4,03 | 4,12 | 3,76 | 3,53 | 3,47 | 3,66 | 3,71 | 3,59 |
| T6 | 3,46 | 2,70 | 4,28 | 4,39 | 3,71 | 3,37 | 3,38 | 3,94 | 3,84 | 3,63 |
| Média | 3,20 b | 3,17 b | 4,09 a | 4,12 a | | 3,21 b | 3,48 ab | 3,76 a | 3,72 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 3,72 ^{ns} | | | | | 1,50 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 20,40 [*] | | | | | 4,37 [*] | | | |
| T*R | | 10,35 ^{ns} | | | | | 3,15 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 59 | | | | | 38 | | | |
| CV% (R) | | 44 | | | | | 31 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dentro dos quatro experimentos, onde foram divididos os cultivos de safrinha, a planta daninha COMBE apresentou maior De.R (29%) na área destinada a rotação soja/milho (Figura 4). Para ALRTE foi possível observar sua distribuição predominante nas áreas de rotação soja/milheto e soja/milho com De.R de 43 e 32%, respectivamente (Figura 5). As espécies ELEIN e DIGHO encontravam-se similarmente distribuídas por toda área experimental (Figuras 6 e 7, respectivamente), onde a ELEIN apresentava De.R ao redor de 7% enquanto a DIGHO contabilizava 11%. Considerando as demais espécies de plantas daninhas presentes na área experimental (OUTRAS), observou-se uma maior diversidade de espécies nas áreas de rotação soja/pousio e soja/trigo, respectivamente com De.R de 50 e 55% (Figura 8). A planta daninha TRCIN não foi observada na avaliação preliminar (primeiro levantamento fitossociológico).

De forma geral, apesar do experimento estar implementado em uma mesma gleba e, nos anos subsequentes à instalação ter sido cultivada integralmente com o mesmo manejo (milho destinado à silagem), existiram diferenças na intensidade de infestação da comunidade de plantas daninhas ao longo da área, fato este que foi levado em consideração para interpretação dos dados ao longo dos anos. Outros autores como Merotto Jr. et al. (2000) e Kuva et al. (2007) também mencionam a variação de infestação de plantas daninhas em uma determinada área.

Na área experimental, a comunidade representada pelas demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS) apresentou maior Fr.R nos quatro experimentos (soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo), com valores respectivos de 30, 29, 37 e 38% (Figura 8). Esses dados demonstram que, apesar das diferenças observadas quanto a densidade de plantas, a área se encontrava com heterogeneidade de espécies.

Na área destinada ao cultivo soja/milheto, a espécie de planta daninha de maior Fr.R foi a ALRTE com 25% (Figura 5) ao passo que na área de soja/milho a COMBE destacou-se como espécie de maior Fr.R com 22% (Figura 4). Já na área de soja/pousio, a DIGHO apresentou Fr.R de 21% (Figura 7) e, finalizando, na área de soja/trigo, novamente, a COMBE sobressaiu frente as demais espécies com Fr.R de 20% (Figura 4).

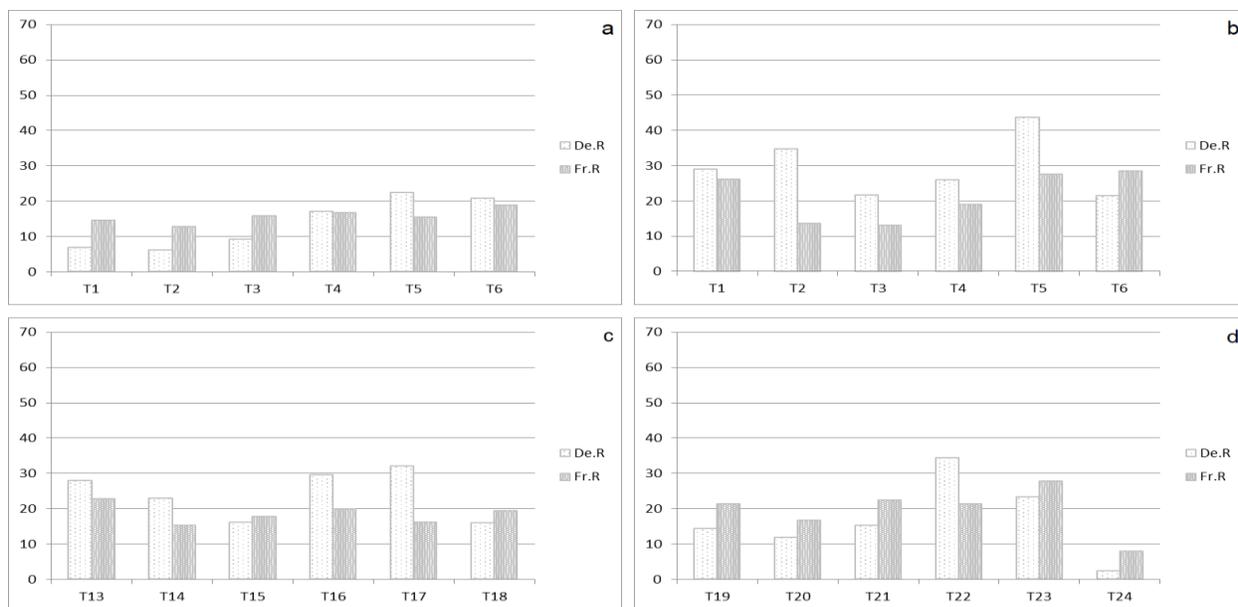


Figura 4. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Commelina benghalensis* (COMBE) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safrá 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

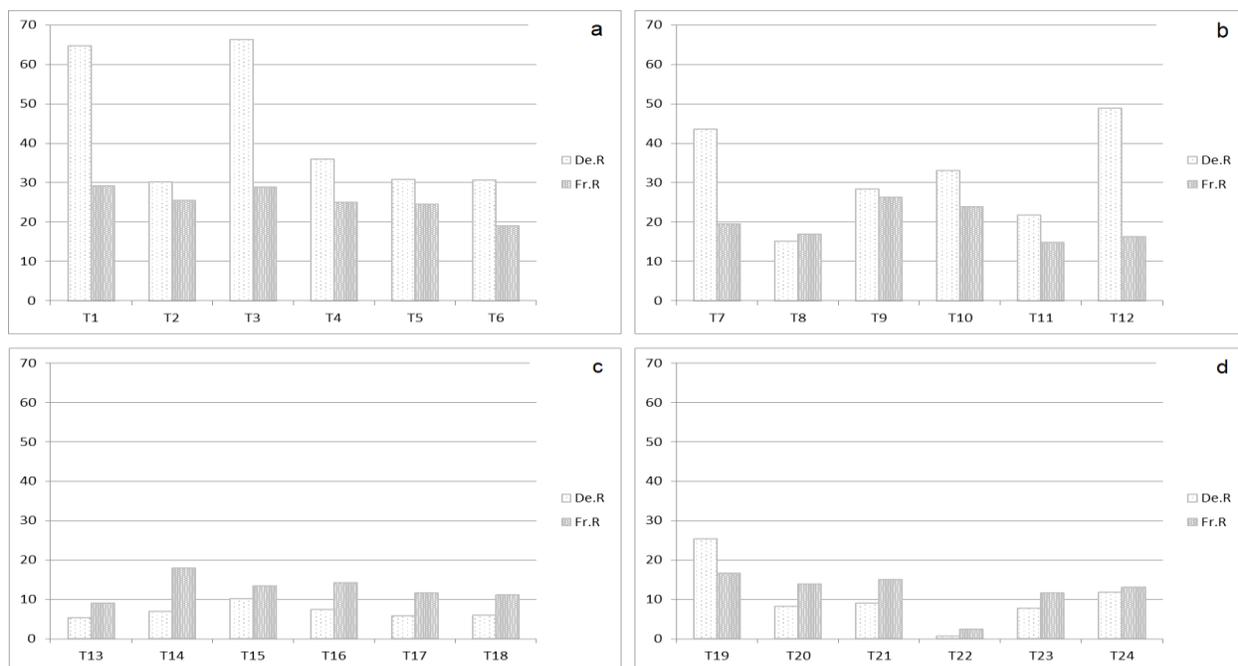


Figura 5. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Alternanthera tenella* (ALRTE) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safrá 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

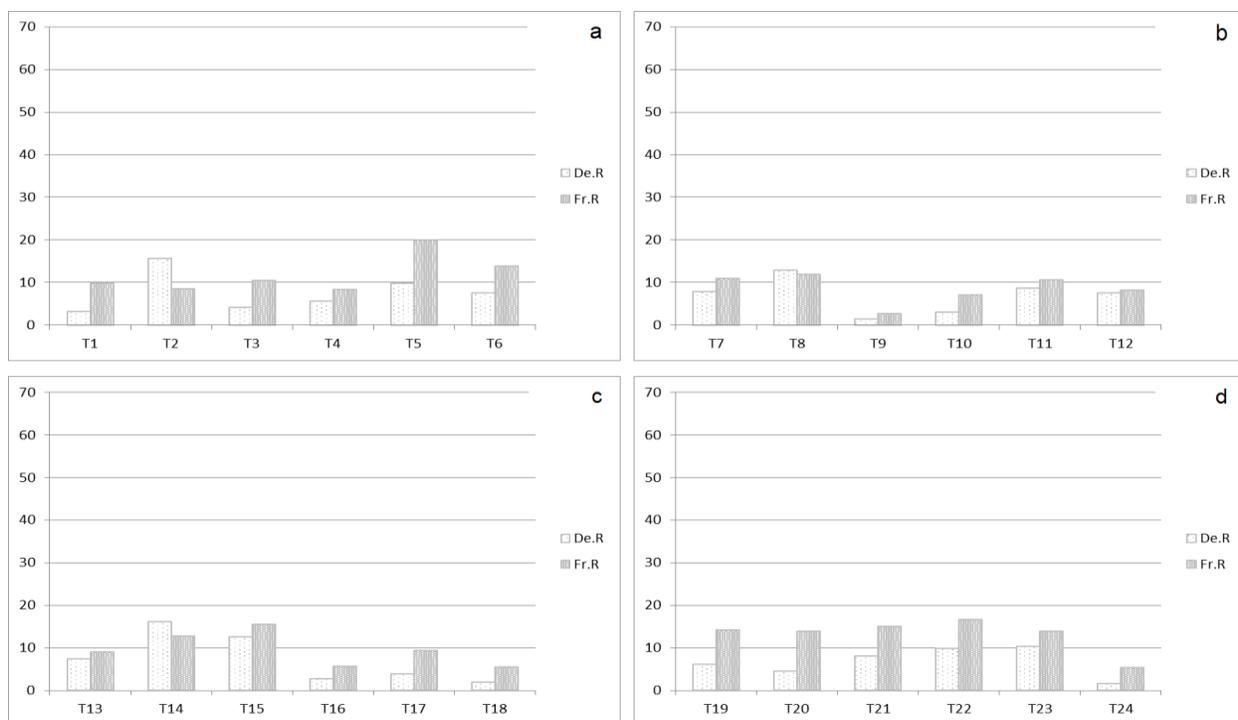


Figura 6. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Eleusine indica* (ELEIN) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safrá 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

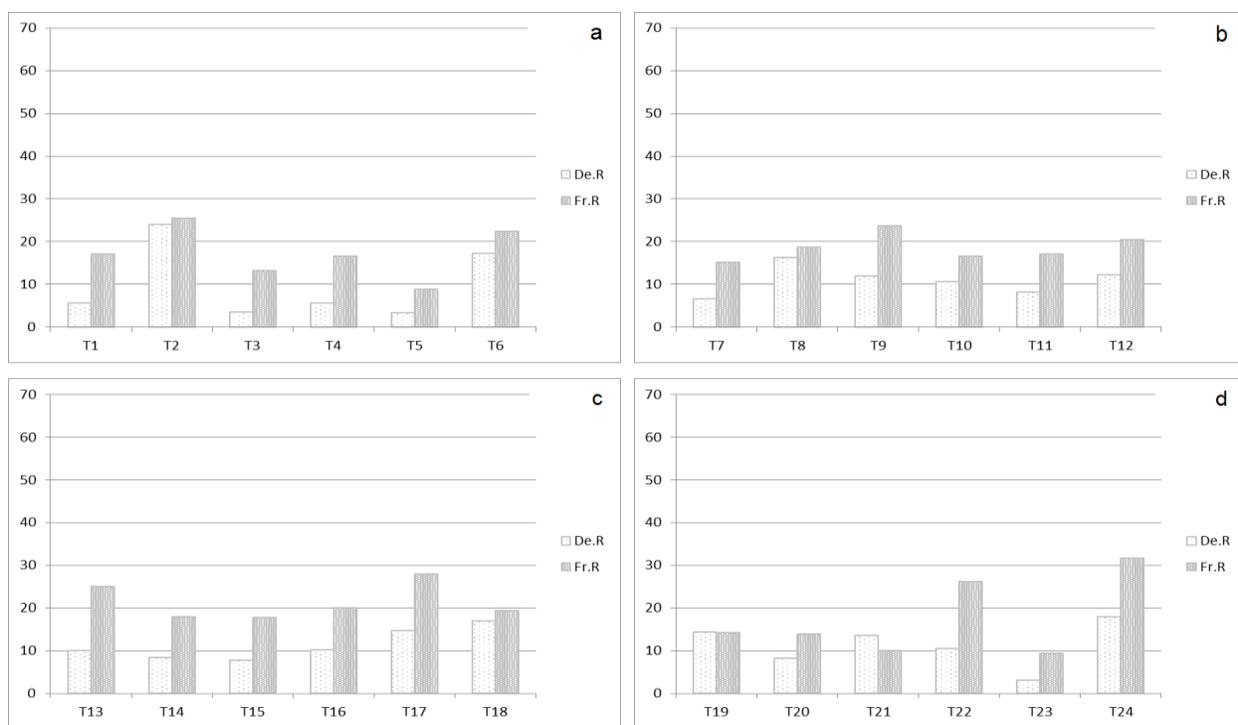


Figura 7. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Digitaria horizontalis* (DIGHO) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safrá 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

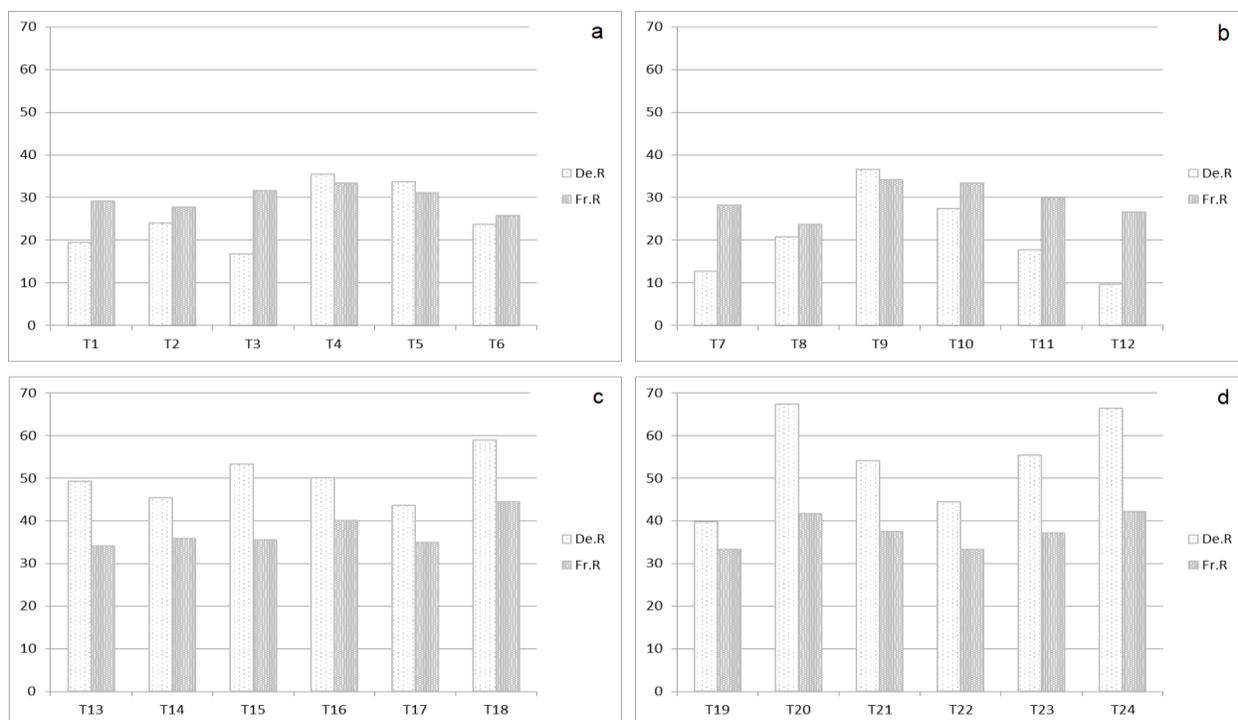


Figura 8. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) pelas demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS) em avaliação preliminar, anterior a aplicação dos herbicidas no 1º Ano (Safrá 2017/18). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

Os resultados da análise da variância univariada com médias e desdobramentos para os componentes De.R, Fr.R, Do.R e IR quanto aos tratamentos, rotação de cultura em relação as espécies COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS, referente ao sexto levantamento fitossociológico, estão apresentados abaixo nas Tabelas 27, 28, 29, 30, 31 e 32, respectivamente. Similarmente ao primeiro levantamento fitossociológico, para facilitar a visualização e distribuição dos valores de De.R e Fr.R, os resultados também são apresentados graficamente (Figuras 9, 10, 11, 12, 13 e 14).

Tabela 27. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safra 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Commelina benghalensis* (COMBE).

| Tratamento | De.R# | | | | Média | Fr.R# | | | | Média |
|--------------------------------|--------------|--------------------|-------------|------------|---------|--------------|--------------------|-------------|------------|---------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,00 | 1,54 | 1,66 | 1,00 | 1,30 B | 1,00 | 1,73 | 2,36 | 1,00 | 1,52 B |
| T2 | 1,56 | 2,98 | 1,96 | 1,00 | 1,87 B | 1,62 | 3,50 | 2,75 | 1,00 | 2,22 AB |
| T3 | 1,00 | 1,70 | 2,50 | 1,10 | 1,57 B | 1,00 | 2,21 | 2,26 | 1,67 | 1,79 B |
| T4 | 1,91 | 1,47 | 2,10 | 1,40 | 1,72 B | 1,51 | 2,00 | 2,31 | 1,51 | 1,83 B |
| T5 | 1,97 | 3,84 | 1,90 | 1,79 | 2,37 AB | 2,40 | 3,52 | 2,47 | 2,12 | 2,63 AB |
| T6 | 2,53 | 5,51 | 2,99 | 1,41 | 3,11 A | 3,28 | 5,60 | 3,18 | 1,73 | 3,45 A |
| Média | 1,66 bc | 2,84 a | 2,18 ab | 1,28 c | | 1,80 bc | 3,09 a | 2,56 ab | 1,51 c | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 6,54** | | | | | 6,64** | | | |
| Rotação (R) | | 8,40** | | | | | 7,83** | | | |
| T*R | | 1,62 ^{ns} | | | | | 1,00 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 51 | | | | | 49 | | | |
| CV% (R) | | 57 | | | | | 56 | | | |
| Tratamento | Do.R# | | | | Média | I.R# | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,00 | 2,55 | 3,67 | 1,00 | 2,05 AB | 1,00 | 2,02 | 2,74 | 1,00 | 1,69 B |
| T2 | 1,67 | 3,72 | 3,08 | 1,00 | 2,36 AB | 1,62 | 3,42 | 2,65 | 1,00 | 2,17 B |
| T3 | 1,00 | 2,52 | 2,57 | 1,15 | 1,81 B | 1,00 | 2,18 | 2,45 | 1,36 | 1,75 B |
| T4 | 1,70 | 3,28 | 2,42 | 1,22 | 2,15 AB | 1,72 | 2,42 | 2,29 | 1,39 | 1,96 B |
| T5 | 2,87 | 4,86 | 2,26 | 2,71 | 3,18 AB | 2,47 | 4,14 | 2,25 | 2,27 | 2,78 AB |
| T6 | 3,60 | 6,12 | 3,49 | 1,64 | 3,71 A | 3,23 | 5,81 | 3,25 | 1,60 | 3,47 A |
| Média | 1,97 b | 3,84 a | 2,91 ab | 1,45 b | | 1,84 bc | 3,33 a | 2,61 ab | 1,44 c | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 4,05* | | | | | 6,58** | | | |
| Rotação (R) | | 6,97** | | | | | 8,12** | | | |
| T*R | | 0,59 ^{ns} | | | | | 0,84 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 58 | | | | | 47 | | | |
| CV% (R) | | 77 | | | | | 63 | | | |

= dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 28. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safra 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Alternanthera tenella* (ALRTE).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|-------------------|------------|--------------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 4,78 | 5,03 | 8,04 | 6,60 | 6,11 A | 5,25 | 5,78 | 5,93 | 5,50 | 5,62 A |
| T2 | 3,03 | 4,72 | 6,50 | 6,25 | 5,13 A | 3,99 | 4,65 | 5,71 | 5,88 | 5,06 A |
| T3 | 5,27 | 1,80 | 5,59 | 4,55 | 4,30 A | 4,28 | 2,02 | 6,35 | 3,81 | 4,12 A |
| T4 | 3,71 | 3,11 | 6,30 | 4,88 | 4,50 A | 3,45 | 4,43 | 5,21 | 5,14 | 4,56 A |
| T5 | 4,45 | 3,17 | 7,05 | 6,25 | 5,23 A | 4,26 | 3,86 | 5,45 | 5,45 | 4,76 A |
| T6 | 6,80 | 6,64 | 4,91 | 6,52 | 6,22 A | 5,83 | 5,24 | 5,15 | 5,82 | 5,51 A |
| Média | 4,67 bc | 4,08 c | 6,40 a | 5,84 ab | | 4,51 b | 4,33 b | 5,63 a | 5,27 ab | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 1,89 ^{ns} | | | | | | 1,92 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 6,73 ^{**} | | | | | | 5,90 ^{**} | | |
| T*R | | 1,38 ^{ns} | | | | | | 1,67 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 44 | | | | | | 34 | | |
| CV% (R) | | 38 | | | | | | 25 | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 7,22 | 6,65 | 7,71 | 9,04 | 7,66 A | 5,90 | 5,91 | 7,33 | 7,27 | 6,60 A |
| T2 | 6,61 | 6,84 | 7,98 | 8,75 | 7,55 A | 4,81 | 5,54 | 6,84 | 7,10 | 6,07 A |
| T3 | 6,70 | 3,07 | 7,16 | 5,22 | 5,54 A | 5,51 | 2,40 | 6,45 | 4,58 | 4,73 A |
| T4 | 4,85 | 5,26 | 6,38 | 7,50 | 6,00 A | 4,06 | 4,39 | 6,06 | 6,01 | 5,13 A |
| T5 | 6,59 | 5,26 | 8,02 | 7,51 | 6,84 A | 5,24 | 4,26 | 6,93 | 6,47 | 5,73 A |
| T6 | 8,63 | 6,73 | 6,59 | 8,16 | 7,53 A | 7,21 | 6,34 | 5,64 | 6,93 | 6,53 A |
| Média | 6,77 ab | 5,64 b | 7,31 ab | 7,70 a | | 5,46 ab | 4,81 b | 6,54 a | 6,39 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 1,39 ^{ns} | | | | | | 1,68 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 3,55 [*] | | | | | | 5,20 ^{**} | | |
| T*R | | 0,67 ^{ns} | | | | | | 1,00 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 44 | | | | | | 40 | | |
| CV% (R) | | 34 | | | | | | 30 | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 29. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safra 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Eleusine indica* (ELEIN).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 4,46 | 1,00 | 2,48 | 3,33 | 2,82 A | 4,14 | 1,00 | 3,24 | 4,57 | 3,24 A |
| T2 | 2,72 | 2,17 | 2,55 | 4,23 | 2,92 A | 2,90 | 2,74 | 2,73 | 4,28 | 3,16 A |
| T3 | 3,03 | 4,27 | 2,08 | 4,36 | 3,44 A | 2,83 | 3,94 | 2,75 | 3,90 | 3,36 A |
| T4 | 4,75 | 1,82 | 2,07 | 5,46 | 3,53 A | 4,96 | 2,29 | 3,03 | 4,90 | 3,79 A |
| T5 | 3,95 | 3,22 | 1,34 | 4,35 | 3,22 A | 4,12 | 3,51 | 2,16 | 4,76 | 3,64 A |
| T6 | 2,11 | 1,69 | 3,02 | 1,19 | 2,00 A | 2,89 | 2,66 | 3,71 | 1,54 | 2,70 A |
| Média | 3,50 ab | 2,36 b | 2,26 b | 3,82 a | | 3,64 ab | 2,69 b | 2,94 b | 3,99 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 1,12 ^{ns} | | | | | 0,91 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 4,40 ^{**} | | | | | 2,76 [*] | | | |
| T*R | | 1,44 ^{ns} | | | | | 1,30 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 70 | | | | | 49 | | | |
| CV% (R) | | 62 | | | | | 54 | | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 3,64 | 1,00 | 1,89 | 2,00 | 2,13 A | 4,12 | 1,00 | 2,66 | 3,52 | 2,83 A |
| T2 | 2,70 | 1,82 | 1,91 | 2,65 | 2,27 A | 2,80 | 2,30 | 2,47 | 3,82 | 2,85 A |
| T3 | 2,84 | 3,53 | 2,40 | 2,90 | 2,92 A | 2,94 | 4,00 | 2,44 | 3,78 | 3,29 A |
| T4 | 4,73 | 1,83 | 1,69 | 4,17 | 3,10 A | 4,82 | 2,00 | 2,36 | 4,94 | 3,53 A |
| T5 | 2,79 | 3,00 | 1,20 | 3,05 | 2,51 A | 3,69 | 3,26 | 1,65 | 4,20 | 3,20 A |
| T6 | 1,24 | 1,35 | 1,92 | 1,04 | 1,39 A | 2,21 | 2,01 | 2,99 | 1,30 | 2,13 A |
| Média | 2,99 a | 2,09 ab | 1,83 b | 2,63 ab | | 3,43 ab | 2,43 b | 2,43 b | 3,59 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 1,34 ^{ns} | | | | | 1,13 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 3,17 [*] | | | | | 3,59 [*] | | | |
| T*R | | 1,32 ^{ns} | | | | | 1,39 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 89 | | | | | 62 | | | |
| CV% (R) | | 60 | | | | | 55 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 30. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safra 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Digitaria horizontalis* (DIGHO).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|--------------------|------------|-------------|------------|--------|--------------------|------------|-------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 3,64 | 6,27 | 1,94 | 4,23 | 4,02 A | 4,02 | 5,62 | 2,83 | 4,71 | 4,30 A |
| T2 | 7,13 | 4,85 | 4,40 | 3,52 | 4,98 A | 5,62 | 4,98 | 4,40 | 4,05 | 4,76 A |
| T3 | 3,99 | 5,74 | 3,62 | 3,81 | 4,29 A | 4,60 | 4,48 | 3,54 | 5,03 | 4,41 A |
| T4 | 4,80 | 8,12 | 3,29 | 4,56 | 5,19 A | 5,00 | 5,73 | 4,04 | 5,79 | 5,14 A |
| T5 | 5,88 | 4,87 | 5,07 | 3,43 | 4,81 A | 5,36 | 5,17 | 4,89 | 4,50 | 4,98 A |
| T6 | 3,43 | 2,63 | 5,01 | 4,44 | 3,88 A | 4,53 | 2,83 | 4,45 | 5,45 | 4,31 A |
| Média | 4,81 ab | 5,42 a | 3,89 b | 4,00 b | | 4,86 a | 4,80 a | 4,02 a | 4,92 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | 2,25 ^{ns} | | | | | 1,19 ^{ns} | | | | |
| Rotação (R) | 2,88* | | | | | 1,93 ^{ns} | | | | |
| T*R | 1,81 ^{ns} | | | | | 1,15 ^{ns} | | | | |
| CV% (T) | 32 | | | | | 28 | | | | |
| CV% (R) | 46 | | | | | 32 | | | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 2,49 ABa | 3,43 ABa | 1,39 Aa | 2,41 Aa | 2,43 | 3,46 | 5,25 | 2,18 | 4,00 | 3,72 A |
| T2 | 5,15 Aa | 3,06 ABab | 2,38 Ab | 1,74 Ab | 3,08 | 6,06 | 4,40 | 3,93 | 3,28 | 4,42 A |
| T3 | 2,71 ABa | 3,93 ABa | 2,83 Aa | 3,53 Aa | 3,25 | 3,88 | 4,82 | 3,43 | 4,32 | 4,11 A |
| T4 | 4,17 ABab | 4,97 Aa | 2,22 Ab | 2,98 Aab | 3,58 | 4,69 | 6,45 | 3,30 | 4,63 | 4,77 A |
| T5 | 3,34 ABa | 3,07 ABa | 3,56 Aa | 1,96 Ab | 2,98 | 5,01 | 4,50 | 4,59 | 3,47 | 4,39 A |
| T6 | 1,88 Ba | 1,85 Ba | 3,45 Aa | 2,77 Aa | 2,49 | 3,48 | 2,53 | 4,39 | 4,38 | 3,70 A |
| Média | 3,29 | 3,39 | 2,64 | 2,57 | | 4,43 a | 4,66 a | 3,63 a | 4,01 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | 1,08 ^{ns} | | | | | 1,51 ^{ns} | | | | |
| Rotação (R) | 2,68* | | | | | 2,10 ^{ns} | | | | |
| T*R | 2,13* | | | | | 1,72 ^{ns} | | | | |
| CV% (T) | 58 | | | | | 33 | | | | |
| CV% (R) | 45 | | | | | 37 | | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 31. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safra 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Digitaria insularis* (TRCIN).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|------------|---------|-------------------|---------------------|-------------|------------|---------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,00 | 1,90 | 1,50 | 1,00 | 1,35 A | 1,00 | 1,80 | 2,54 | 1,00 | 1,59 AB |
| T2 | 1,00 | 1,00 | 2,02 | 1,00 | 1,26 A | 1,00 | 1,00 | 2,53 | 1,00 | 1,38 B |
| T3 | 1,36 | 2,02 | 1,19 | 1,33 | 1,48 A | 1,62 | 2,53 | 1,80 | 1,54 | 1,87 AB |
| T4 | 1,46 | 2,54 | 2,63 | 1,00 | 1,91 A | 1,58 | 3,03 | 3,55 | 1,00 | 2,29 AB |
| T5 | 1,00 | 1,00 | 1,74 | 1,19 | 1,23 A | 1,00 | 1,00 | 2,82 | 1,54 | 1,59 AB |
| T6 | 1,00 | 1,41 | 1,83 | 1,28 | 1,38 A | 1,00 | 3,44 | 3,19 | 1,95 | 2,40 A |
| Média | 1,14 b | 1,64 ab | 1,82 a | 1,13 b | | 1,20 c | 2,13 ab | 2,74 a | 1,34 bc | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 2,18 ^{ns} | | | | | 3,52 [*] | | | |
| Rotação (R) | | 6,16 ^{**} | | | | | 10,99 ^{**} | | | |
| T*R | | 1,22 ^{ns} | | | | | 1,20 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 47 | | | | | 47 | | | |
| CV% (R) | | 48 | | | | | 57 | | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,00 | 1,33 | 3,00 | 1,00 | 1,58 AB | 1,00 | 1,71 | 2,45 | 1,00 | 1,54 AB |
| T2 | 1,00 | 1,00 | 2,34 | 1,00 | 1,34 B | 1,00 | 1,00 | 2,34 | 1,00 | 1,33 B |
| T3 | 1,29 | 2,18 | 2,06 | 1,42 | 1,74 AB | 1,44 | 2,27 | 1,75 | 1,44 | 1,72 AB |
| T4 | 1,37 | 2,47 | 4,42 | 1,00 | 2,32 A | 1,48 | 2,70 | 3,62 | 1,00 | 2,20 A |
| T5 | 1,00 | 1,00 | 2,56 | 1,82 | 1,60 AB | 1,00 | 1,00 | 2,46 | 1,56 | 1,51 AB |
| T6 | 1,00 | 1,16 | 3,58 | 1,72 | 1,86 AB | 1,00 | 2,25 | 3,04 | 1,69 | 2,00 AB |
| Média | 1,11 b | 1,52 b | 2,99 a | 1,33 b | | 1,15 b | 1,82 b | 2,61 a | 1,28 b | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 3,64 [*] | | | | | 3,60 [*] | | | |
| Rotação (R) | | 13,23 ^{**} | | | | | 11,70 ^{**} | | | |
| T*R | | 0,93 ^{ns} | | | | | 0,96 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 40 | | | | | 40 | | | |
| CV% (R) | | 66 | | | | | 55 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 32. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para sexto levantamento fitossociológico (safra 2019/20) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|-------------------|------------|--------------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 4,57 | 4,78 | 4,44 | 3,49 | 4,32 A | 4,70 | 4,97 | 5,55 | 5,02 | 5,06 A |
| T2 | 4,78 | 5,98 | 3,13 | 5,17 | 4,76 A | 6,24 | 5,47 | 4,83 | 5,71 | 5,56 A |
| T3 | 5,91 | 4,02 | 5,24 | 4,42 | 4,90 A | 6,72 | 4,98 | 5,02 | 5,22 | 5,49 A |
| T4 | 5,23 | 3,99 | 4,61 | 3,52 | 4,34 A | 5,40 | 5,34 | 5,23 | 3,67 | 4,91 A |
| T5 | 3,86 | 5,96 | 3,95 | 3,97 | 4,43 A | 4,90 | 5,68 | 5,22 | 4,36 | 5,04 A |
| T6 | 5,74 | 2,13 | 5,24 | 5,47 | 4,65 A | 5,42 | 3,32 | 4,80 | 5,39 | 4,73 A |
| Média | 5,01 a | 4,48 a | 4,44 a | 4,34 a | | 5,57 a | 4,96 a | 5,11 a | 4,89 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,26 ^{ns} | | | | | | 1,30 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 0,66 ^{ns} | | | | | | 1,38 ^{ns} | | |
| T*R | | 1,50 ^{ns} | | | | | | 1,30 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 41 | | | | | | 22 | | |
| CV% (R) | | 40 | | | | | | 25 | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 4,23 | 4,30 | 2,54 | 2,84 | 3,48 A | 4,55 | 4,78 | 4,38 | 3,92 | 4,41 A |
| T2 | 3,59 | 3,89 | 2,59 | 3,44 | 3,38 A | 5,02 | 5,30 | 3,68 | 4,93 | 4,73 A |
| T3 | 4,62 | 4,04 | 3,58 | 4,15 | 4,10 A | 5,86 | 4,42 | 4,79 | 4,71 | 4,94 A |
| T4 | 4,81 | 4,28 | 3,72 | 2,86 | 3,92 A | 5,17 | 4,60 | 4,72 | 3,44 | 4,48 A |
| T5 | 3,48 | 4,37 | 2,75 | 2,84 | 3,36 A | 4,20 | 5,41 | 4,15 | 3,83 | 4,40 A |
| T6 | 2,95 | 1,71 | 3,89 | 4,26 | 3,20 A | 4,89 | 2,55 | 4,70 | 5,15 | 4,32 A |
| Média | 3,95 a | 3,77 a | 3,18 a | 3,40 a | | 4,95 a | 4,51 a | 4,40 a | 4,33 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,50 ^{ns} | | | | | | 0,43 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 0,85 ^{ns} | | | | | | 0,84 ^{ns} | | |
| T*R | | 0,74 ^{ns} | | | | | | 1,11 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 56 | | | | | | 32 | | |
| CV% (R) | | 52 | | | | | | 33 | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), *significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No sexto levantamento, que ocorreu no terceiro ano da condução do experimento, na safra de verão 2019/20, os índices fitossociológicos também foram obtidos anterior a aplicação em pós-emergência inicial da soja (V3). Optou-se por não apresentar os levantamentos fitossociológicos anteriores de forma a ter maior compreensão da dinâmica da comunidade infestante ao longo do tempo, rotações de cultivos e manejos químicos implementados. Outros autores relatam a importância do levantamento fitossociológico ser realizado na mesma época (Jakelaitis et al., 2003) e cultivo (Balbinot Jr. et al., 2008), visto que o comportamento de emergência e desenvolvimento das plantas daninhas podem variar.

Analisando o comportamento da COMBE, no levantamento fitossociológico preliminar (safra 2017/18) a espécie apresentava-se prevalente na área de rotação soja/milho, com De.R de 29%, permanecendo como espécie mais representativa na safra 2019/20, porém com uma De.R de 11% (Figura 9).

Para ALRTE, ocorreu uma mudança considerável na distribuição da espécie ao longo do período e área experimental. Na safra 2017/18, a ALRTE estava distribuída de forma predominante na área destinada a rotação soja/milho, apresentando De.R de 43%, ao passo que, na safra 2019/20, a densidade de planta foi reduzida à 28% (Figura 10), porém sobressaiu-se nas áreas de soja/pousio e soja/trigo, com De.R de 48 e 51%, respectivamente.

A ELEIN, que encontrava-se uniformemente distribuída dentro da área experimental com De.R de 7%, manteve a mesma densidade na área de soja/milho, mas aumentou para 18 e 16% nas áreas de soja/milheto e soja/trigo, respectivamente (Figura 11). Recordando que na área de milheto apenas atrazina foi utilizada para controle das plantas daninhas.

Mudança expressiva ocorreu em relação à distribuição de DIGHO, avançando de uma De.R de 11% nos quatro experimentos no levantamento preliminar para 24, 31, 16 e 15%, respectivamente, para soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo (Figura 12).

Na avaliação da safra 2019/20, a TRCIN, que não havia sido observada no primeiro levantamento fitossociológico, foi quantificada nas áreas de soja/milho e soja/pousio com De.R de 2 e 3%, respectivamente (Figura 13). Com o passar dos anos,

cultivos e práticas agrícolas adotadas, novos indivíduos podem aparecer e atingir o critério de inclusão para avaliação, assim deverão ser considerados nas análises e índices fitossociológicos (Felfili, 2011).

Com relação as demais espécies observadas na área experimental (OUTRAS), observou-se uma redução na densidade populacional da comunidade, partindo de patamares superiores a 30% na safra 2017/18 para, por exemplo, 16% na área destinada a rotação soja/trigo (Figura 14). Tal como observado para De.R, importantes diferenças foram observadas quanto a Fr.R das espécies dentro da área experimental de acordo com as rotações de culturas e tratamentos químicos empregados ao longo dos dois anos anteriores. Observou-se que a comunidade OUTRAS apresentava maior Fr.R dentro dos quatro experimentos, porém na avaliação da safra 2019/20, apenas na área destinada a soja/milheto a Fr.R foi mantida ao redor de 30%.

A DIGHO assumiu papel principal quanto à frequência na área de soja/milho, com 26% (Figura 12). Tal como observado na De.R da ALRTE, esta apresentou a maior Fr.R nas rotações soja/pousio e soja/trigo, lugar este ocupado anteriormente pela DIGHO e COMBE, respectivamente.

Com exceção da ALRTE dentro das rotações soja/pousio e soja/trigo, que apresentaram grandes variações quanto à De.R e Fr.R entre as safras 2017/18 e 2019/20, não foram observadas mudanças significativas quanto ao densidade e distribuição das espécies, quer seja pela rotação exercida ou tratamentos químicos empregados, todavia nota-se tendência de seleção de determinadas espécies frente a comunidade anteriormente presente, assim como percebe-se uma menor representatividade das espécies que compunham a comunidade, principalmente aquelas espécies que apresentavam baixa densidade e frequência inicial. Por exemplo, as espécies *Chenopodium álbum*, *Phyllanthus niruri* e *Synedrellopsis grisebachii* não foram observadas em toda área experimental no sexto levantamento fitossociológico. Felfili (2011) menciona que flutuações populacionais entre indivíduos que entram e saem da comunidade são inerentes à dinâmica florística, porém para persistirem tais mudanças, na maioria dos casos, deverá existir intervenção externa.

Para COMBE, observou-se que o tratamento testemunha apresentou os maiores índices de De.R e Fr.R frente aos tratamentos químicos, evidenciando que a eficácia dos

herbicidas tem-se mostrado relevante para diminuição da incidência da espécie, principalmente quando leva em consideração a grande densidade de plantas no primeiro levantamento na safra 2017/18. A mesma tendência é observada para ALRTE, porém nas áreas destinadas a rotação de soja/milheto e soja/milho.

De maneira oposta, nas áreas de rotação soja/milheto e soja/trigo para a espécie ELEIN e, soja/milheto e soja/milho para DIGHO, os valores de De.R e Fr.R reduziram na testemunha demonstrando que outras espécies estão exercendo maior competição interespecífica, nesse caso com destaque a COMBE e OUTRAS na rotação soja/milheto, COMBE e ALRTE na rotação soja/milho e DIGHO e OUTRAS na rotação soja/trigo. Também deve-se considerar a capacidade dessas plantas produzirem e disseminarem sementes nas parcelas adjacentes. Marchioretto e Santos (2019) mencionam sobre a elevada capacidade de dispersão de ALRTE assim como Vivian (2009) que cita capacidade de dispersão desta espécie, principalmente durante a colheita mecanizada, onde os ramos podem aderir a plataforma de colheita e carregar a planta e suas sementes. Já para a COMBE, apesar de apresentar sementes aéreas e subterrâneas e produzir sementes grandes e pequenas (Dias et al., 2009), as sementes aéreas pequenas podem representar até 79% do total de sementes produzidas (Walker e Evenson, 1985) e dispersarem-se facilmente pelo vento a pequenas distâncias.

Nas áreas destinadas a rotação de soja/milheto e soja/trigo, observa-se uma tendência de redução do número de espécies quando considerado as rotações e tratamentos químicos empregados. Essa menor diferença quanto aos tratamentos pode ser justificada pelos cultivos de milho e trigo, que receberam aplicação única, em todas as parcelas, de atrazina e pyroxsulam, respectivamente. Evidencia-se que, na rotação soja/milho, existiram as maiores variabilidade dos tratamentos químicos que refletiu na Fr.R das espécies avaliadas.

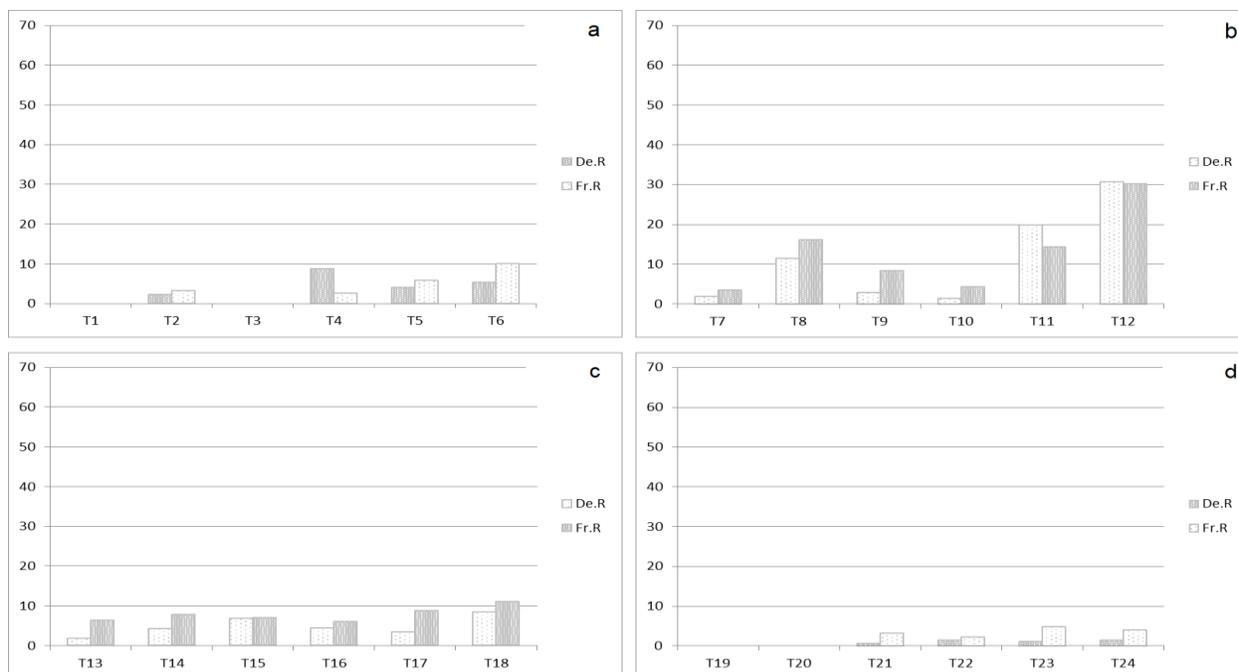


Figura 9. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Commelina benghalensis* (COMBE) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safr 2019/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

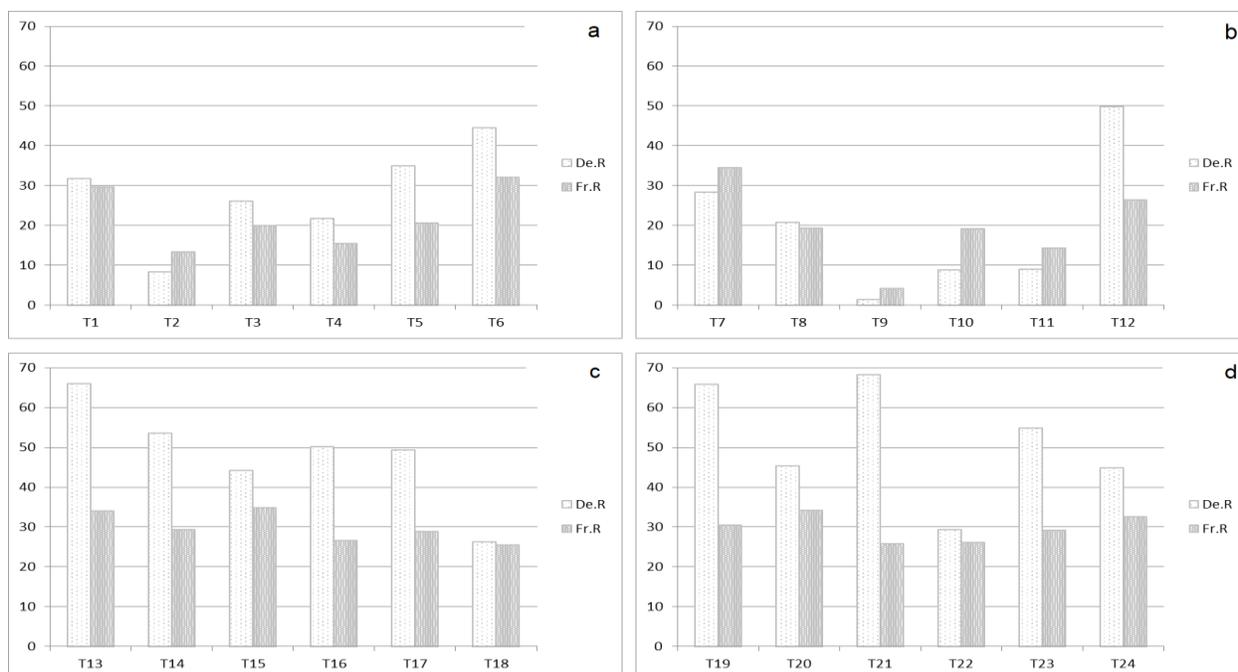


Figura 10. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Alternanthera tenella* (ALRTE) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safr 19/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

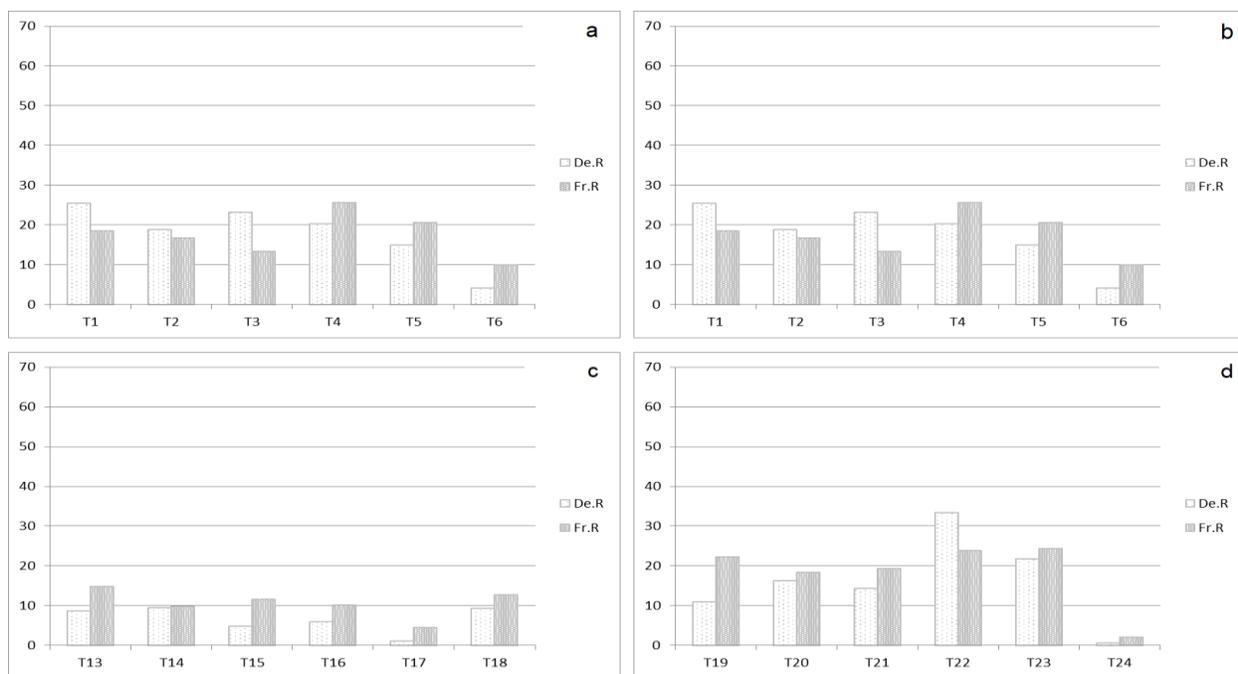


Figura 11. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Eleusine indica* (ELEIN) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 2019/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

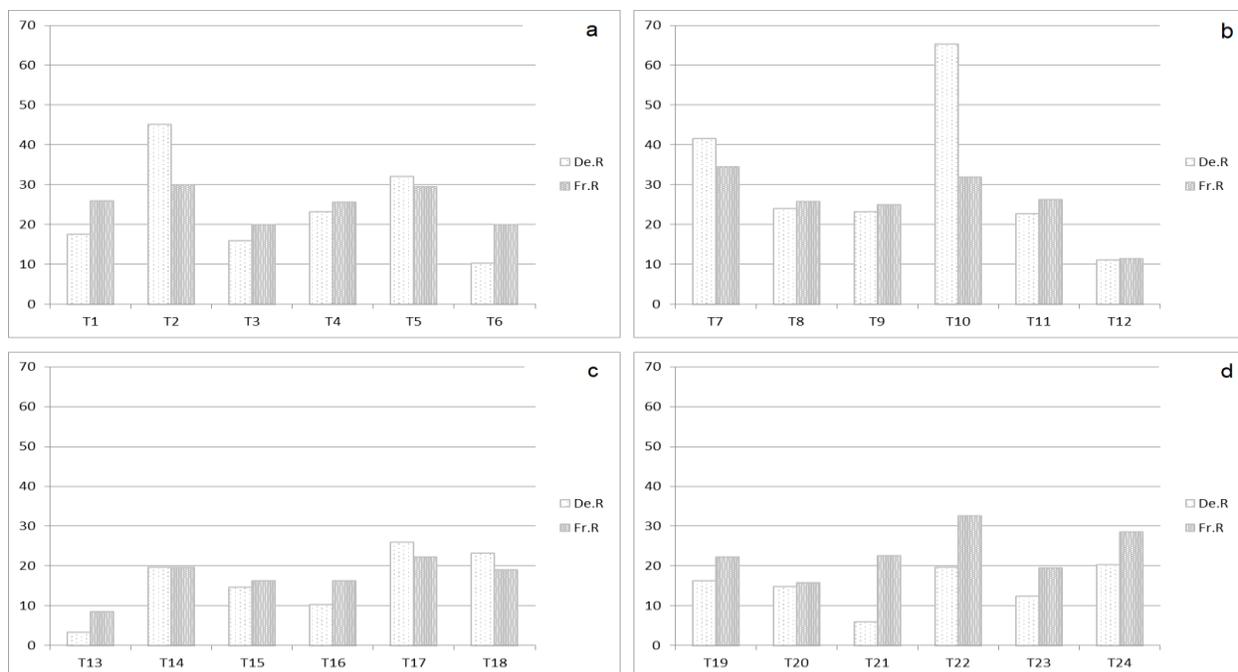


Figura 12. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Digitaria horizontalis* (DIGHO) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 2019/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

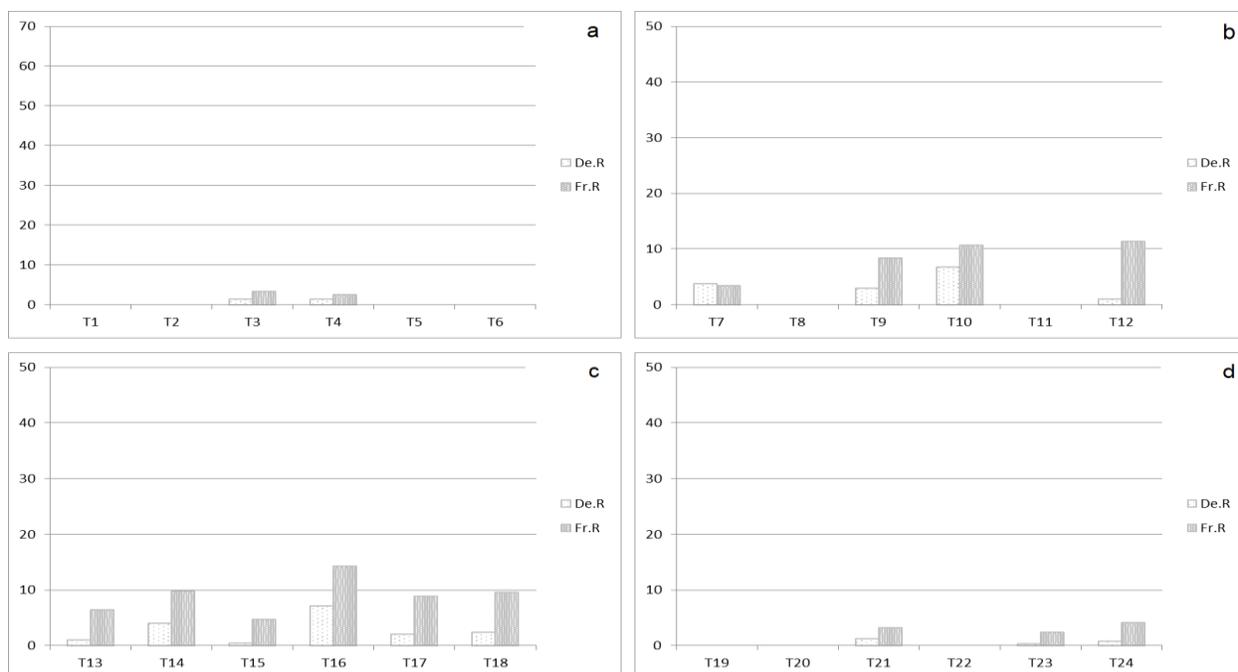


Figura 13. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) de *Digitaria insularis* (TRCIN) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 2019/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

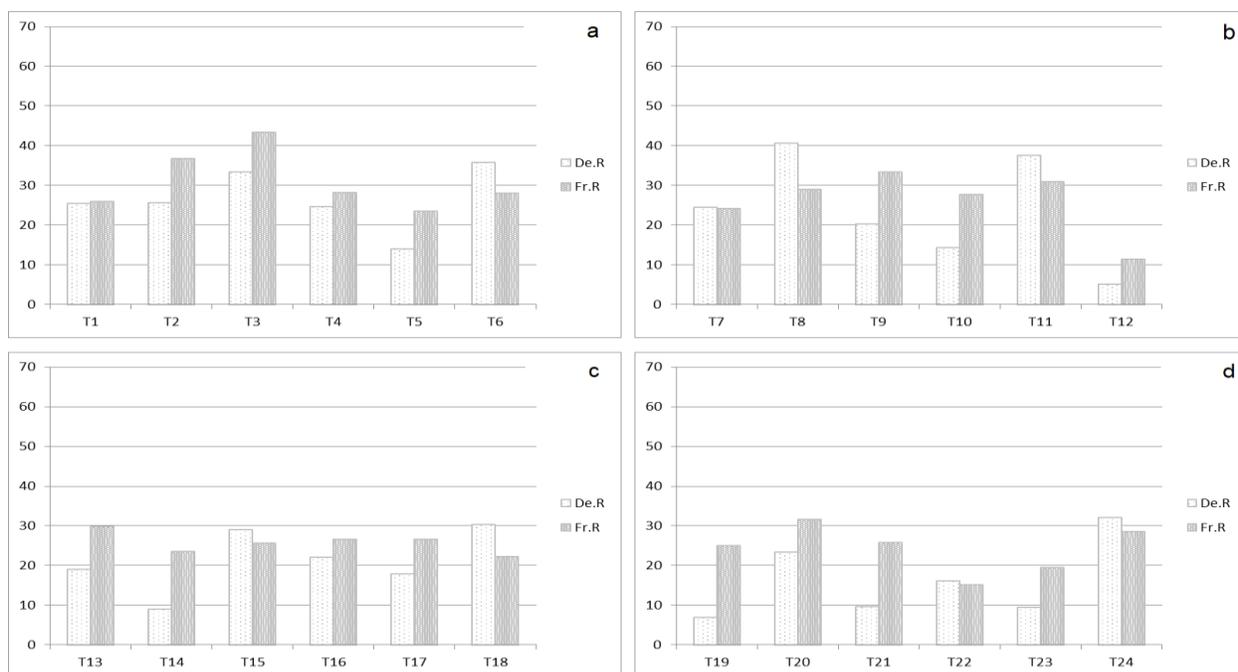


Figura 14. Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R) para as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS) no sexto levantamento, anterior a aplicação dos herbicidas no 3º Ano (Safrá 2019/20). a) soja/milheto; b) soja/milho; c) soja/pousio; d) soja/trigo.

Os resultados da análise da variância univariada com médias e desdobramentos para os componentes De.R, Fr.R, Do.R e IR quanto aos tratamentos, rotação de cultura em relação as espécies COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO, TRCIN e OUTRAS, referente ao oitavo levantamento fitossociológico, estão apresentados abaixo nas Tabelas 33, 34, 35, 36, 37 e 38, respectivamente. Os valores de IR também serão apresentados graficamente (Figuras 15, 16, 17, 18, 19 e 20).

No decorrer do período experimental, ALRTE continuou sendo a espécie com maiores valores de densidade, dominância e importância relativas. Em se tratando de dominância relativa, ainda se destacaram as populações de ELEIN e TRCIN.

O rápido crescimento das plantas de ALRTE novamente fez com que esta se tornasse a população com maior destaque, tanto em termos de densidade de indivíduos (De.R. 52%) como de acúmulo de biomassa seca (Do.R. 62%). Esse comportamento lhe conferiu a maior importância relativa da comunidade infestante nessa avaliação. Giancotti (2015) também observou resultados semelhantes para infestação de ALRTE, sendo esta planta daninha mais proeminente no período outono, data esta e local que se assemelham ao cultivo da safrinha no presente experimento.

Os tratamentos químicos diferiam quanto ao controle da TRCIN, sendo o tratamento T8 o que menos selecionou essa espécie. Importante ponderar que no tratamento T8 foi utilizado o herbicida haloxifope e relatos recentes demonstram resistência ou baixa resposta de haloxifope no controle de *Digitaria insularis* (Correia et al., 2020; Takano et al., 2020).

A COMBE mostrou-se pouco representada na área experimental, assim como a ELEIN (Tabelas 33 e 35, respectivamente). A TRCIN, que na avaliação preliminar não foi observada e no sexto levantamento apresentava De.R de 2%, evoluiu para 23% na rotação soja/milho no oitavo levantamento fitossociológico (Tabela 37).

As demais espécies presentes na área experimental, representada por OUTRAS, tiveram sua De.R e Fr.R consideravelmente reduzidas quando comparado o primeiro e oitavo levantamentos fitossociológicos. Os valores de De.R flutuaram de 26, 21, 50 e 55%, respectivamente, dentro das rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo, para 7, 10, 20 e 22%. Diferenças similares foram observadas para Fr.R (Tabela 38).

Tais mudanças evidenciam maior seleção de determinadas espécies, como a ALRTE, DIGHO e TRCIN frente a comunidade infestante. A densidade relativa e frequência relativa, como já mencionado, são componentes indispensáveis para obtenção da Importância Relativa das espécies.

Tabela 33. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Commelina benghalensis* (COMBE).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|-------------------|------------|--------------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,98 | 1,00 | 1,70 | 1,27 | 1,49 A | 1,80 Ba | 1,00 Aa | 2,07 Aa | 1,73 Aa | 1,65 |
| T2 | 1,48 | 2,81 | 1,42 | 1,12 | 1,71 A | 2,35 ABa | 3,76 Aa | 1,58 Aa | 1,58 Aa | 2,32 |
| T3 | 1,42 | 2,64 | 1,49 | 1,76 | 1,83 A | 1,80 Ba | 2,30 Aa | 2,54 Aa | 2,02 Aa | 2,17 |
| T4 | 4,67 | 1,00 | 1,53 | 1,00 | 2,05 A | 4,90 Aa | 1,00 Ab | 3,07 Aab | 1,00 Ab | 2,49 |
| T5 | 1,00 | 1,51 | 1,00 | 1,00 | 1,13 A | 1,00 Ba | 1,67 Aa | 1,00 Aa | 1,00 Aa | 1,17 |
| T6 | 2,60 | 2,66 | 1,36 | 1,50 | 2,03 A | 3,36 ABa | 3,22 Aab | 1,84 Ab | 1,73 Ab | 2,54 |
| Média | 2,19 a | 1,94 ab | 1,42 ab | 1,28 b | | 2,54 | 2,16 | 2,02 | 1,51 | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,71 ^{ns} | | | | | | 1,58 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 2,80 [*] | | | | | | 2,34 [*] | | |
| T*R | | 1,69 ^{ns} | | | | | | 1,89 [*] | | |
| CV% (T) | | 64 | | | | | | 70 | | |
| CV% (R) | | 55 | | | | | | 61 | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,82 | 1,00 | 1,62 | 2,25 | 1,67 A | 1,87 | 1,00 | 1,84 | 1,83 | 1,63 A |
| T2 | 1,41 | 4,80 | 1,00 | 1,03 | 2,06 A | 1,84 | 3,90 | 1,38 | 1,30 | 2,10 A |
| T3 | 1,78 | 2,52 | 1,55 | 1,53 | 1,84 A | 1,68 | 2,49 | 1,96 | 1,79 | 1,98 A |
| T4 | 3,20 | 1,00 | 1,54 | 1,00 | 1,69 A | 4,61 | 1,00 | 2,20 | 1,00 | 2,20 A |
| T5 | 1,00 | 1,88 | 1,00 | 1,00 | 1,22 A | 1,00 | 1,70 | 1,00 | 1,00 | 1,17 A |
| T6 | 2,17 | 3,12 | 1,31 | 1,82 | 2,11 A | 2,90 | 3,06 | 1,54 | 1,69 | 2,30 A |
| Média | 1,90 a | 2,39 a | 1,34 a | 1,44 a | | 2,32 a | 2,19 a | 1,65 a | 1,43 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,55 ^{ns} | | | | | | 1,29 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 2,21 ^{ns} | | | | | | 2,27 ^{ns} | | |
| T*R | | 1,22 ^{ns} | | | | | | 1,74 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 79 | | | | | | 72 | | |
| CV% (R) | | 71 | | | | | | 68 | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 34. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Alternanthera tenella* (ALRTE).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|-------------------|------------|--------------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 4,48 | 5,78 | 6,77 | 6,00 | 5,75 A | 4,86 | 5,70 | 5,98 | 5,18 | 5,43 A |
| T2 | 6,77 | 5,99 | 7,06 | 7,40 | 6,80 A | 6,08 | 4,54 | 6,34 | 6,42 | 5,84 A |
| T3 | 5,91 | 4,59 | 8,39 | 5,52 | 6,10 A | 6,44 | 4,04 | 6,45 | 5,10 | 5,51 A |
| T4 | 5,98 | 5,60 | 7,80 | 6,23 | 6,40 A | 6,48 | 5,81 | 6,76 | 6,29 | 6,34 A |
| T5 | 3,54 | 5,81 | 9,02 | 6,44 | 6,20 A | 4,55 | 5,75 | 8,32 | 6,42 | 6,26 A |
| T6 | 7,45 | 3,14 | 7,62 | 8,28 | 6,62 A | 6,50 | 3,98 | 6,58 | 6,71 | 5,94 A |
| Média | 5,69 b | 5,15 b | 7,78 a | 6,64 ab | | 5,82 ab | 4,97 b | 6,74 a | 6,02 ab | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,22 ^{ns} | | | | | | 0,29 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 5,60 ^{**} | | | | | | 3,61 [*] | | |
| T*R | | 1,04 ^{ns} | | | | | | 0,82 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 50 | | | | | | 48 | | |
| CV% (R) | | 38 | | | | | | 32 | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 5,19 | 7,40 | 7,50 | 7,41 | 6,88 A | 4,88 | 6,43 | 6,78 | 6,29 | 6,09 A |
| T2 | 9,17 | 5,98 | 7,62 | 7,90 | 7,67 A | 7,50 | 5,58 | 7,05 | 7,29 | 6,85 A |
| T3 | 6,99 | 5,19 | 8,97 | 6,10 | 6,81 A | 6,53 | 4,68 | 8,03 | 5,60 | 6,21 A |
| T4 | 7,12 | 6,22 | 9,00 | 7,28 | 7,41 A | 6,61 | 5,90 | 7,96 | 6,63 | 6,77 A |
| T5 | 4,76 | 6,24 | 9,50 | 7,17 | 6,92 A | 4,39 | 6,05 | 8,98 | 6,74 | 6,54 A |
| T6 | 9,38 | 3,59 | 8,29 | 9,23 | 7,62 A | 7,91 | 3,65 | 7,55 | 8,14 | 6,81 A |
| Média | 7,10 ab | 5,77 b | 8,48 a | 7,52 ab | | 6,30 ab | 5,38 b | 7,73 a | 6,78 ab | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,18 ^{ns} | | | | | | 0,17 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 4,86 ^{**} | | | | | | 5,13 ^{**} | | |
| T*R | | 1,40 ^{ns} | | | | | | 1,20 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 52 | | | | | | 49 | | |
| CV% (R) | | 35 | | | | | | 32 | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 35. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Eleusine indica* (ELEIN).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|-------------------|------------|--------------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,00 | 2,48 | 3,37 | 3,52 | 2,59 A | 1,00 | 2,92 | 3,82 | 3,13 | 2,72 A |
| T2 | 2,30 | 1,63 | 2,53 | 2,65 | 2,28 A | 2,21 | 1,80 | 3,29 | 2,98 | 2,57 A |
| T3 | 1,39 | 1,00 | 1,40 | 1,51 | 1,33 A | 1,67 | 1,00 | 1,67 | 1,90 | 1,56 A |
| T4 | 1,00 | 1,41 | 1,25 | 3,61 | 1,82 A | 1,00 | 1,73 | 1,49 | 4,10 | 2,08 A |
| T5 | 3,39 | 1,51 | 1,46 | 5,77 | 3,03 A | 3,30 | 1,67 | 1,73 | 4,92 | 2,90 A |
| T6 | 1,00 | 2,31 | 2,79 | 3,08 | 2,30 A | 1,00 | 2,74 | 3,06 | 4,02 | 2,70 A |
| Média | 1,68 b | 1,72 b | 2,13 b | 3,36 a | | 1,70 b | 1,98 b | 2,51 ab | 3,51 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,92 ^{ns} | | | | | | 0,79 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 7,05 ^{**} | | | | | | 6,51 ^{**} | | |
| T*R | | 1,67 ^{ns} | | | | | | 1,41 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 71 | | | | | | 84 | | |
| CV% (R) | | 64 | | | | | | 63 | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 1,00 | 1,19 | 3,57 | 3,24 | 2,25 A | 1,00 | 2,42 | 3,65 | 3,35 | 2,60 A |
| T2 | 2,31 | 1,80 | 2,91 | 1,69 | 2,18 A | 2,28 | 1,75 | 2,96 | 2,55 | 2,38 A |
| T3 | 1,34 | 1,00 | 1,81 | 1,19 | 1,34 A | 1,48 | 1,00 | 1,64 | 1,58 | 1,43 A |
| T4 | 1,00 | 1,09 | 1,15 | 2,09 | 1,33 A | 1,00 | 1,46 | 1,31 | 3,42 | 1,80 A |
| T5 | 5,24 | 2,02 | 2,32 | 5,65 | 3,81 A | 4,10 | 1,75 | 1,89 | 5,48 | 3,31 A |
| T6 | 1,00 | 3,17 | 3,09 | 2,62 | 2,47 A | 1,00 | 2,93 | 3,09 | 3,35 | 2,59 A |
| Média | 1,98 a | 1,71 a | 2,48 a | 2,75 a | | 1,81 b | 1,88 b | 2,43 ab | 3,29 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 1,74 ^{ns} | | | | | | 1,11 ^{ns} | | |
| Rotação (R) | | 1,62 ^{ns} | | | | | | 5,01 ^{**} | | |
| T*R | | 1,43 ^{ns} | | | | | | 1,65 ^{ns} | | |
| CV% (T) | | 93 | | | | | | 86 | | |
| CV% (R) | | 81 | | | | | | 63 | | |

= dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 36. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Digitaria horizontalis* (DIGHO).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|---------|-------------------|--------------------|-------------|------------|---------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 4,30 | 1,54 | 1,00 | 1,51 | 2,09 AB | 4,01 | 1,80 | 1,00 | 1,80 | 2,15 A |
| T2 | 4,26 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,81 B | 4,13 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,78 A |
| T3 | 3,04 | 1,84 | 2,24 | 1,00 | 2,03 AB | 3,63 | 1,58 | 2,02 | 1,00 | 2,06 A |
| T4 | 3,95 | 1,62 | 3,00 | 2,40 | 2,74 AB | 3,49 | 1,90 | 2,35 | 2,62 | 2,59 A |
| T5 | 7,72 | 2,38 | 1,54 | 2,24 | 3,47 A | 6,28 | 2,30 | 1,73 | 2,70 | 3,25 A |
| T6 | 3,15 | 4,83 | 1,84 | 2,71 | 3,14 AB | 3,43 | 3,77 | 1,84 | 3,26 | 3,07 A |
| Média | 4,40 a | 2,20 b | 1,77 b | 1,81 b | | 4,16 a | 2,06 b | 1,66 b | 2,06 b | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 3,73* | | | | | 2,74ns | | | |
| Rotação (R) | | 7,91** | | | | | 8,26** | | | |
| T*R | | 1,16 ^{ns} | | | | | 0,66ns | | | |
| CV% (T) | | 55 | | | | | 57 | | | |
| CV% (R) | | 85 | | | | | 78 | | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 2,85 | 1,04 | 1,00 | 1,04 | 1,48 A | 3,83 | 1,53 | 1,00 | 1,52 | 1,97 AB |
| T2 | 1,31 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,08 A | 3,53 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,63 B |
| T3 | 1,36 | 1,13 | 2,07 | 1,00 | 1,39 A | 2,91 | 1,57 | 2,11 | 1,00 | 1,90 AB |
| T4 | 1,92 | 1,02 | 2,19 | 1,89 | 1,76 A | 3,26 | 1,59 | 2,55 | 2,41 | 2,45 AB |
| T5 | 3,87 | 1,27 | 1,01 | 1,17 | 1,83 A | 6,21 | 2,08 | 1,49 | 2,18 | 2,99 A |
| T6 | 1,45 | 2,72 | 1,70 | 1,23 | 1,78 A | 2,85 | 3,98 | 1,88 | 2,61 | 2,83 AB |
| Média | 2,13 a | 1,36 ab | 1,50 ab | 1,22 b | | 3,76 a | 1,96 b | 1,67 b | 1,79 b | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 1,65 ^{ns} | | | | | 3,99* | | | |
| Rotação (R) | | 3,14* | | | | | 7,75** | | | |
| T*R | | 1,77 ^{ns} | | | | | 1,05 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 59 | | | | | 48 | | | |
| CV% (R) | | 71 | | | | | 76 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 37. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando a espécie *Digitaria insularis* (TRCIN).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|------------|--------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 2,98 | 4,28 | 2,21 | 1,58 | 2,77 A | 2,53 | 4,63 | 3,22 | 1,73 | 3,03 A |
| T2 | 1,66 | 4,33 | 2,85 | 1,72 | 2,64 A | 2,35 | 5,03 | 4,11 | 2,60 | 3,52 A |
| T3 | 3,86 | 6,10 | 2,01 | 4,24 | 4,05 A | 3,24 | 6,98 | 3,82 | 4,91 | 4,74 A |
| T4 | 2,25 | 5,83 | 2,68 | 2,56 | 3,33 A | 3,16 | 5,27 | 3,50 | 3,08 | 3,75 A |
| T5 | 2,02 | 5,87 | 1,35 | 1,00 | 2,56 A | 2,83 | 5,60 | 2,62 | 1,00 | 3,01 A |
| T6 | 3,20 | 4,05 | 3,18 | 1,54 | 2,99 A | 3,72 | 3,96 | 3,41 | 1,73 | 3,20 A |
| Média | 2,66 b | 5,08 a | 2,38 b | 2,11 b | | 2,97 b | 5,24 a | 3,45 b | 2,51 b | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,46 ^{ns} | | | | | 0,59 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 12,27 ^{**} | | | | | 9,17 ^{**} | | | |
| T*R | | 0,77 ^{ns} | | | | | 0,63 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 88 | | | | | 76 | | | |
| CV% (R) | | 62 | | | | | 55 | | | |

| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------|--------|------------------|---------------------|-------------|------------|--------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 2,25 | 3,97 | 2,74 | 1,01 | 2,49 A | 2,66 | 4,36 | 2,77 | 1,51 | 2,83 A |
| T2 | 1,26 | 3,63 | 3,74 | 3,18 | 2,95 A | 1,85 | 4,48 | 3,66 | 2,64 | 3,16 A |
| T3 | 3,60 | 6,92 | 2,12 | 4,78 | 4,36 A | 3,61 | 6,76 | 2,80 | 4,69 | 4,46 A |
| T4 | 3,78 | 4,70 | 2,70 | 2,98 | 3,54 A | 3,17 | 5,32 | 3,02 | 2,94 | 3,61 A |
| T5 | 2,08 | 5,62 | 1,10 | 1,00 | 2,45 A | 2,38 | 5,78 | 1,87 | 1,00 | 2,76 A |
| T6 | 1,92 | 4,42 | 2,72 | 1,05 | 2,53 A | 3,08 | 4,34 | 3,19 | 1,50 | 3,03 A |
| Média | 2,48 b | 4,88 a | 2,52 b | 2,33 b | | 2,79 b | 5,17 a | 2,89 b | 2,38 b | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 0,86 ^{ns} | | | | | 0,60 ^{ns} | | | |
| Rotação (R) | | 6,79 ^{**} | | | | | 10,75 ^{**} | | | |
| T*R | | 0,86 ^{ns} | | | | | 0,70 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 87 | | | | | 80 | | | |
| CV% (R) | | 75 | | | | | 57 | | | |

= dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 38. Análise da variância univariada (ANOVA) com médias e desdobramentos das interações para De.R; Fr.R; Do.R e I.R para oitavo levantamento fitossociológico (safrinha 2020) em função dos tratamentos e rotação/cultura fixando as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS).

| Tratamento | De.R [#] | | | | Média | Fr.R [#] | | | | Média |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------|---------|-------------------|--------------------|---------------|---------------|---------|
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 4,94 | 2,93 | 5,68 | 5,03 | 4,65 A | 5,48 | 2,70 | 5,92 | 6,44 | 5,13 A |
| T2 | 3,68 | 3,90 | 5,27 | 5,15 | 4,50 A | 4,67 | 4,48 | 5,20 | 5,79 | 5,03 A |
| T3 | 3,99 | 3,79 | 2,94 | 4,79 | 3,88AB | 4,14 | 4,48 | 4,14 | 4,85 | 4,40 AB |
| T4 | 1,00 | 2,84 | 2,38 | 3,35 | 2,39 B | 1,00 | 3,01 | 4,40 | 2,79 | 2,80 B |
| T5 | 2,10 | 1,58 | 3,12 | 2,54 | 2,33 B | 2,68 | 2,21 | 3,22 | 3,74 | 2,96 B |
| T6 | 2,90 | 3,63 | 3,74 | 2,87 | 3,29 AB | 3,42 | 4,98 | 4,89 | 4,37 | 4,41 AB |
| Média | 3,10 a | 3,11 a | 3,86 a | 3,96 a | | 3,56 b | 3,64 b | 4,63 a | 4,66 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 5,80** | | | | | 7,41** | | | |
| Rotação (R) | | 1,35 ^{ns} | | | | | 3,39* | | | |
| T*R | | 0,64 ^{ns} | | | | | 1,24 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 47 | | | | | 36 | | | |
| CV% (R) | | 56 | | | | | 39 | | | |
| Tratamento | Do.R [#] | | | | Média | I.R [#] | | | | Média |
| | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | | Soja/Milheto | Soja/Milho | Soja/Pousio | Soja/Trigo | |
| T1 | 5,88 | 1,80 | 3,67 | 2,51 | 3,46 A | 5,45 | 2,56 | 5,25 | 4,98 | 4,56 A |
| T2 | 1,92 | 1,35 | 3,14 | 3,86 | 2,57 AB | 3,66 | 3,55 | 4,74 | 5,09 | 4,26 A |
| T3 | 3,24 | 1,40 | 1,51 | 3,73 | 2,47 AB | 3,92 | 3,49 | 3,14 | 4,56 | 3,78 AB |
| T4 | 1,00 | 2,94 | 1,53 | 2,48 | 1,99 AB | 1,00 | 3,01 | 3,04 | 2,93 | 2,49 B |
| T5 | 1,26 | 1,01 | 1,09 | 1,57 | 1,23 B | 2,13 | 1,73 | 2,71 | 2,80 | 2,34 B |
| T6 | 1,59 | 2,17 | 1,76 | 1,19 | 1,68 B | 2,80 | 3,83 | 3,74 | 3,11 | 3,37 AB |
| Média | 2,48 a | 1,78 a | 2,12 a | 2,56 a | | 3,16 a | 3,03 a | 3,77 a | 3,91 a | |
| Teste F (análise da variância) | | | | | | | | | | |
| Tratamento (T) | | 4,83** | | | | | 6,70** | | | |
| Rotação (R) | | 1,01 ^{ns} | | | | | 1,80 ^{ns} | | | |
| T*R | | 1,60 ^{ns} | | | | | 0,97 ^{ns} | | | |
| CV% (T) | | 63 | | | | | 41 | | | |
| CV% (R) | | 78 | | | | | 46 | | | |

[#] = dados transformados raiz de (x + 1). ns = não significativo (p>0,05), * significativo a 5% (p<0,05). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

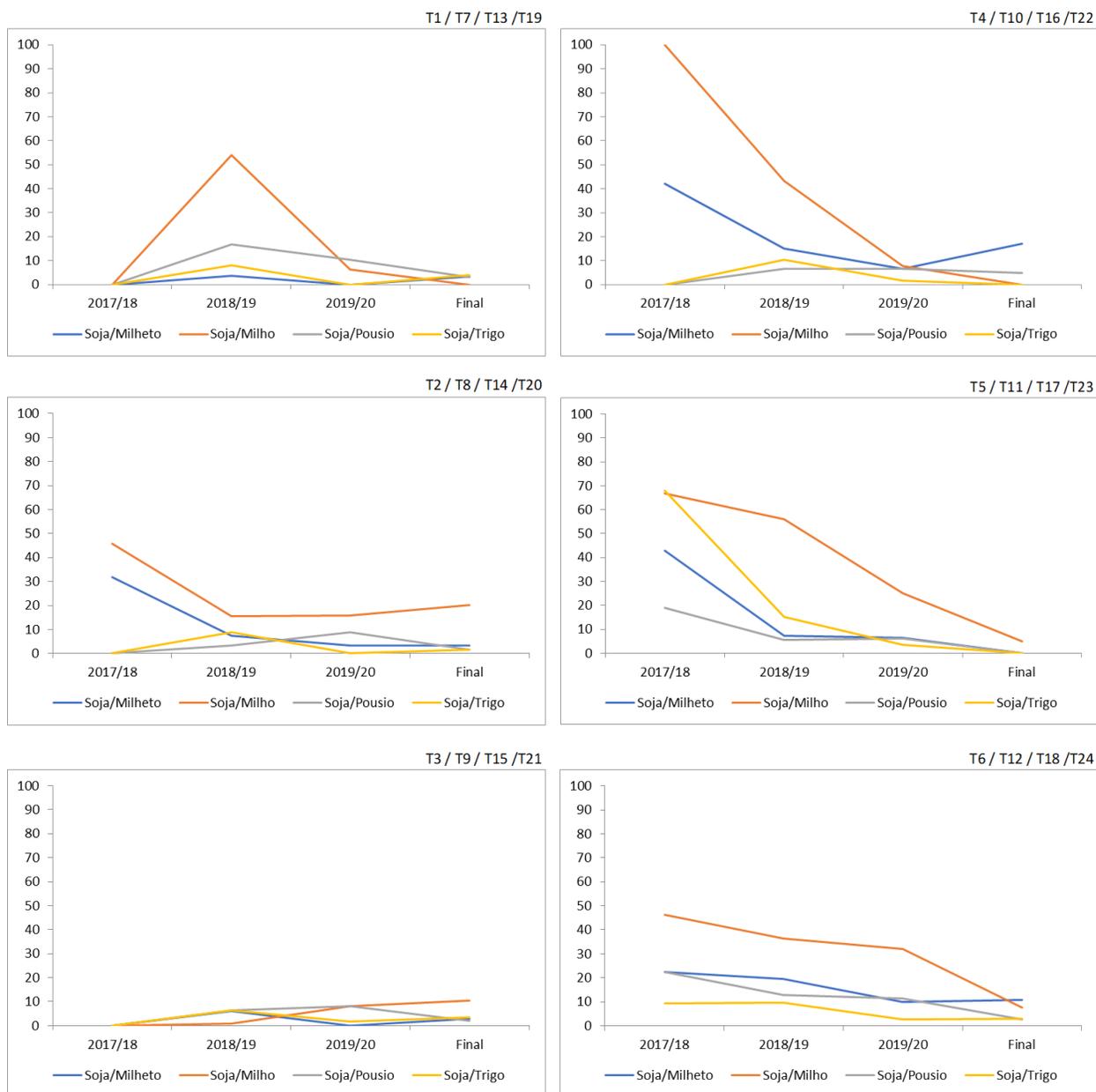


Figura 15. Importância Relativa (IR) para *Commelina benghalensis* (COMBE) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo.

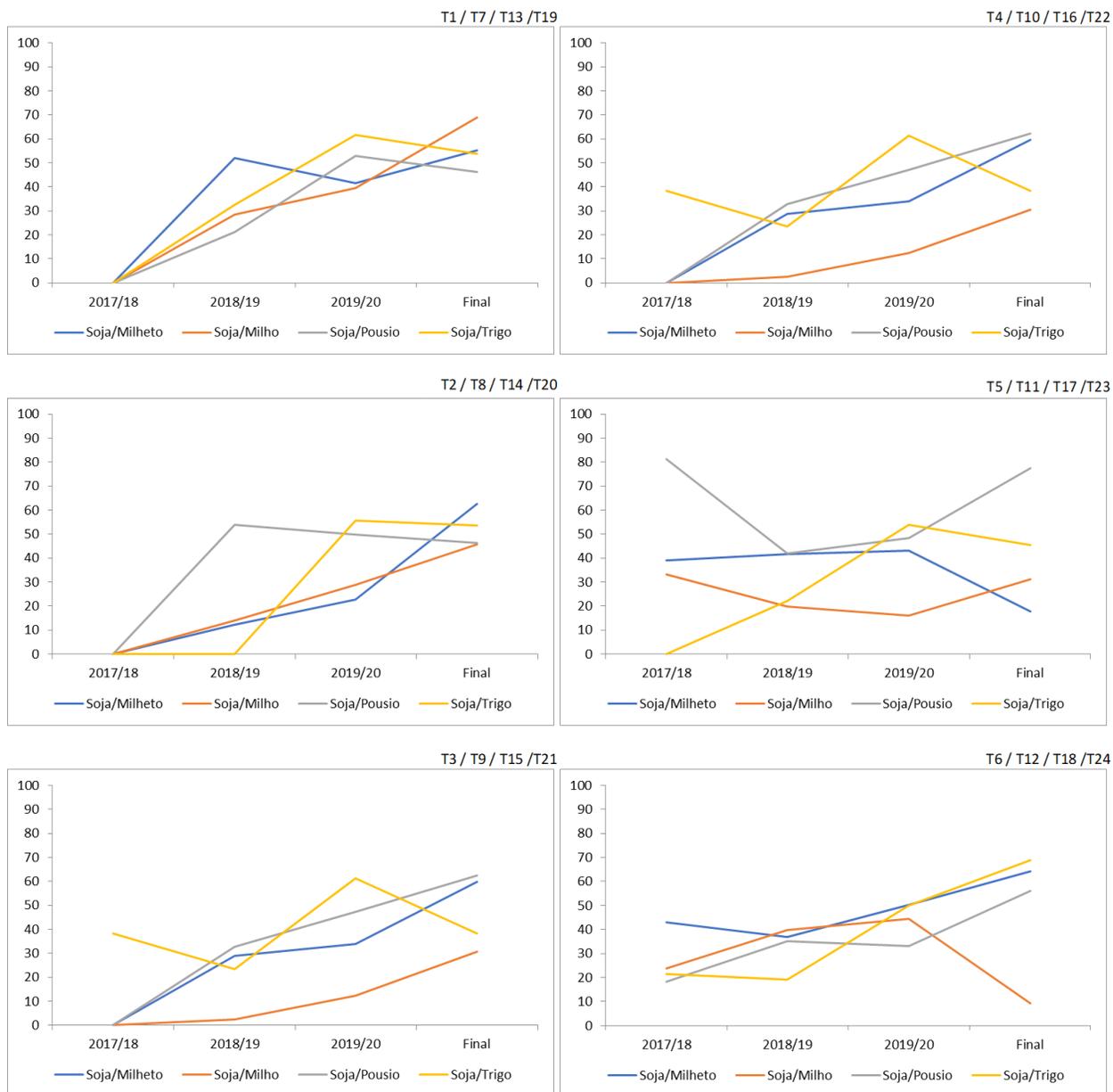


Figura 16. Importância Relativa (IR) para *Alternanthera tenella* (ALRTE) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo.

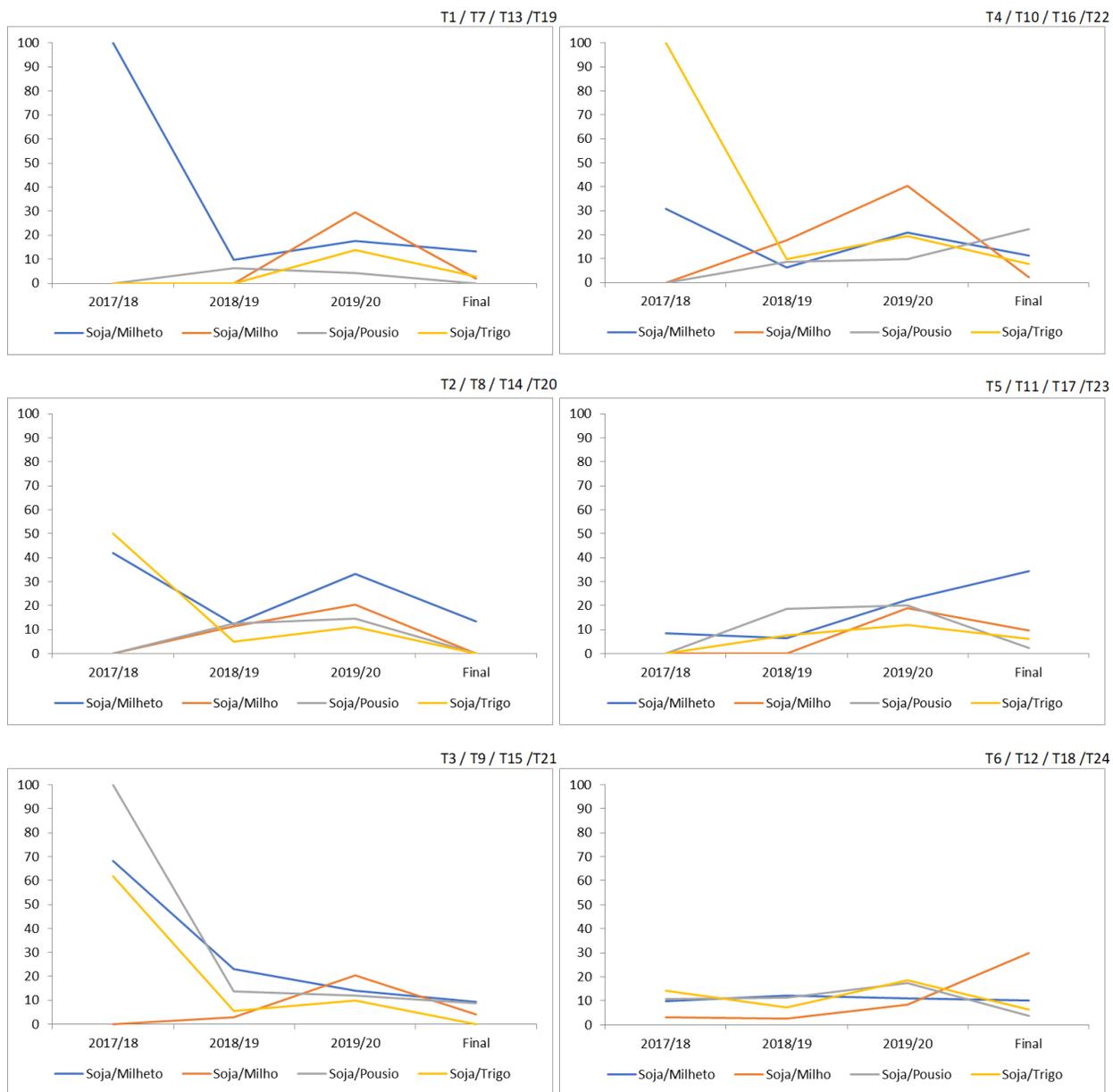


Figura 17. Importância Relativa (IR) para *Digitaria horizontalis* (DIGHO) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo.

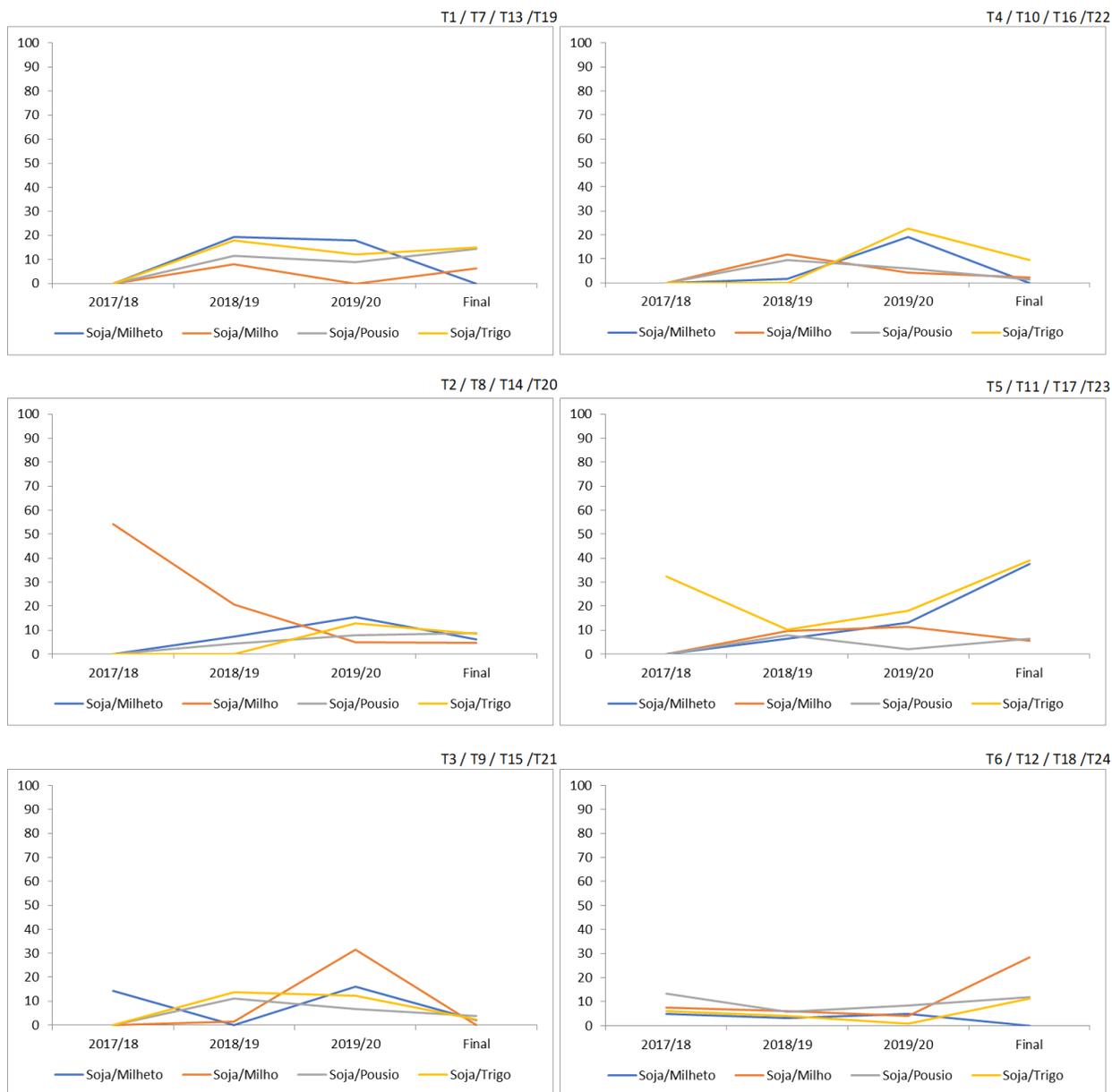


Figura 18. Importância Relativa (IR) para *Eleusine indica* (ELEIN) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo.

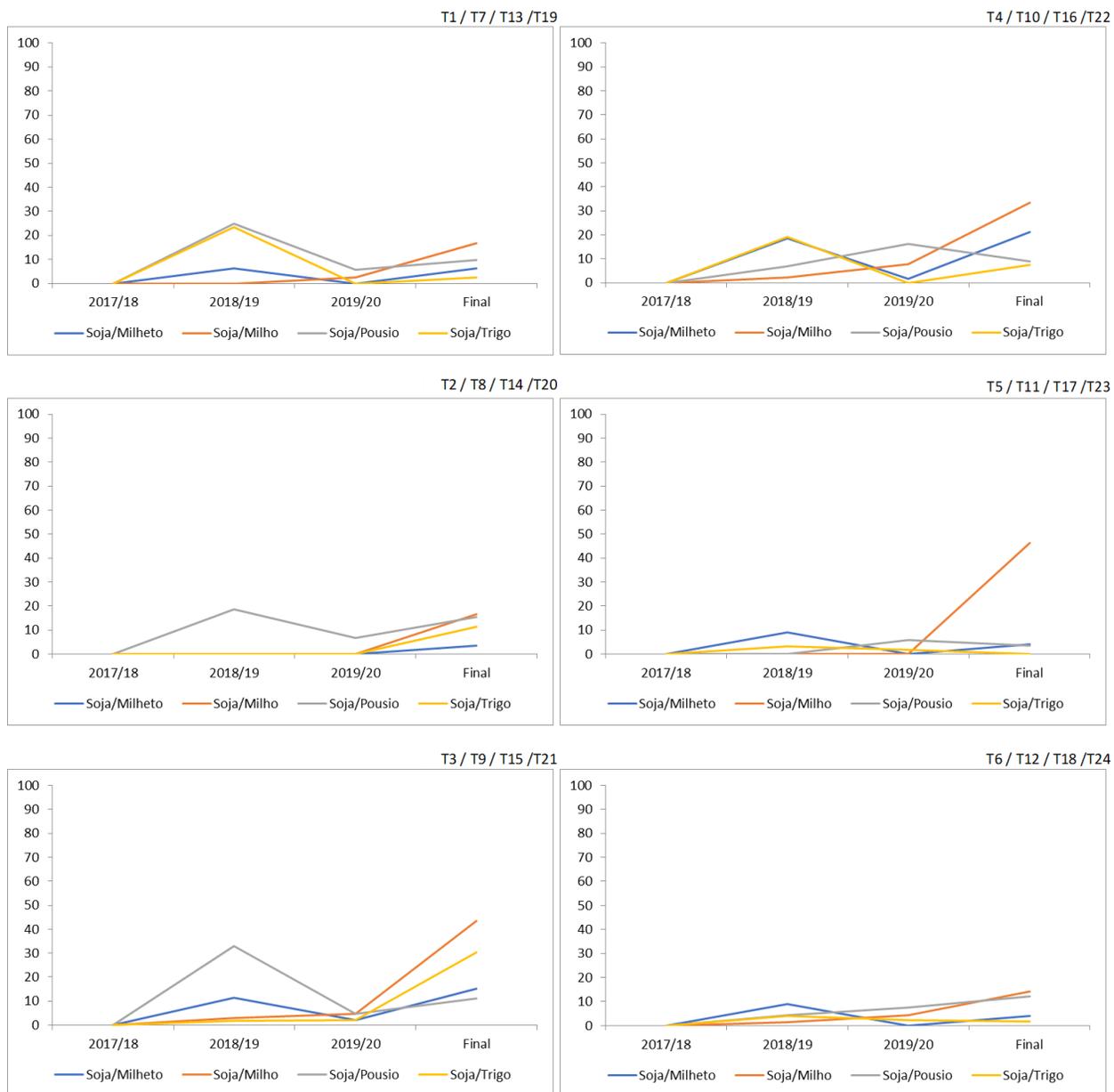


Figura 19. Importância Relativa (IR) para *Digitaria insularis* (TRCIN) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo.

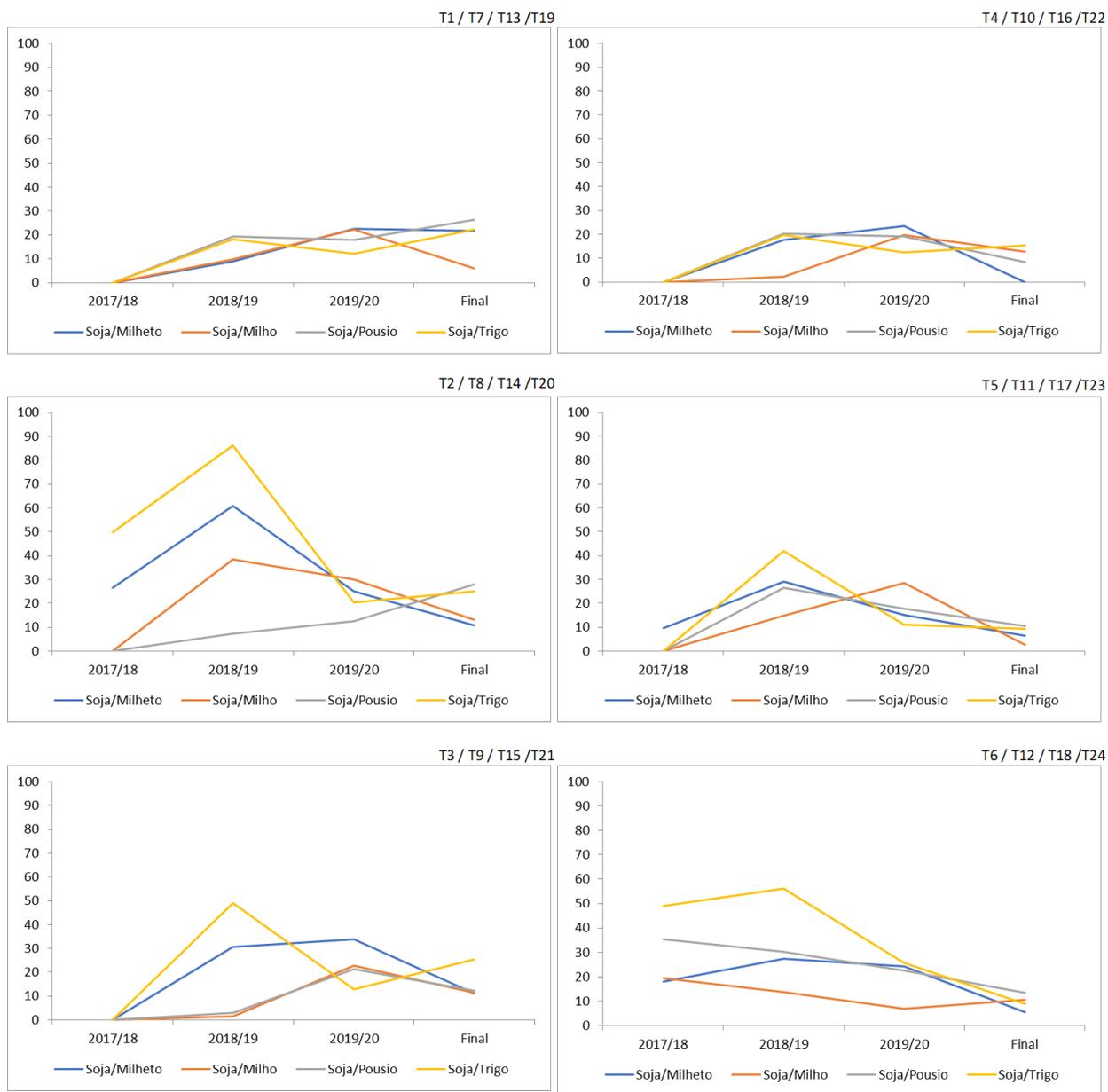


Figura 20. Importância Relativa (IR) para as demais quatorze espécies de plantas daninhas (OUTRAS) em função dos tratamentos herbicidas e rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo.

4.4 Índices de Diversidade de Shannon-Weaver e Equitabilidade

Dentro das comunidades bióticas, a diversidade das espécies que as compõem é um importante parâmetro a ser analisado para o entendimento das mesmas (Pitelli et al., 2008). Através dos índices de diversidade é possível avaliar a equitabilidade das populações de plantas, a qual expressa o equilíbrio entre as espécies que compõem uma comunidade. O índice de equitabilidade varia de 0 a 1,0, sendo que o valor 1,0 representa a situação em que todas as espécies possuem a mesma abundância, ou seja, a mesma quantidade de indivíduos e, tende a zero quando uma espécie domina totalmente a comunidade (Dajoz, 2006).

Quando empregado o MIPD, espera-se que se obtenha uma comunidade mais diversificada. Kuva et al. (2007) mencionam que comunidades mais diversificadas são mais complexas, requerendo medidas de controle mais eficientes, exigindo combinações de métodos de controle, como os herbicidas, já que as espécies apresentam sensibilidade diferenciada. Porém, essa afirmação não leva em consideração que a dominância de uma espécie, seja por tolerância ou mesmo seleção de biótipo resistente, tende a ser muito mais prejudicial alavancando os custos de produção (Adegas et al., 2017). Nesse cenário de MIPD, opções que reduzam o banco de semente e, por consequência a infestação de plantas daninhas devem ser adotadas.

Neste estudo, o índice diversidade de Shannon-Weaver e equitabilidade foram calculados considerando-se as participações das populações em termos de densidade relativa e frequência relativa para o primeiro levantamento fitossociológico e densidade relativa, dominância relativa e importância relativa para o sexto e oitavo levantamento.

No levantamento fitossociológico preliminar, realizado na safra 2017/18, os índices de diversidade e equitabilidade estimados para De.R e Fr.R apresentaram a mesma tendência por toda a área experimental demonstrando assim diversidade de espécie e uma relação de equilíbrio entre estas (Tabela 39). A equitabilidade entre as populações de plantas daninhas referente à Fr.R foi superior a 0.8 por toda área experimental, evidenciando a alta similaridade entre as populações. Como já mencionado, no primeiro levantamento fitossociológico não foi obtida a massa seca das

plantas daninhas, impossibilitando assim a obtenção dos valores de dominância e importância relativa.

A área destinada a experimentação, nos últimos cinco anos que antecedeu o início do trabalho, foi cultivada com milho para silagem, ou seja, a área apresentava cultura em aproximadamente 100 dias no ano. Nesse sentido, de maneira generalizada é possível inferir que a área se apresentava sem qualquer cobertura vegetal ou manejo químico por 2/3 do ano, possibilitando assim a germinação, desenvolvimento e multiplicação das plantas daninhas.

Tabela 39. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade (E') das populações componentes da comunidade infestante no primeiro levantamento fitossociológico (Safrá 2017/18), estimados para Densidade Relativa (De.R) e Frequência Relativa (Fr.R), em função dos tratamentos para rotações soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo.

| Cultura/ Rotação | Tratamento | De.R | | Fr.R | |
|---------------------|------------|------|------|------|------|
| | | H' | E' | H' | E' |
| Soja/Milheto | T1 | 1,6 | 0,67 | 2,5 | 0,84 |
| | T2 | 2,0 | 0,76 | 2,8 | 0,87 |
| | T3 | 1,6 | 0,72 | 2,6 | 0,86 |
| | T4 | 1,9 | 0,76 | 2,7 | 0,88 |
| | T5 | 1,9 | 0,78 | 2,7 | 0,89 |
| | T6 | 1,9 | 0,76 | 2,5 | 0,87 |
| Soja/Milho | T7 | 1,6 | 0,73 | 2,6 | 0,82 |
| | T8 | 1,9 | 0,79 | 2,8 | 0,82 |
| | T9 | 1,8 | 0,82 | 2,8 | 0,83 |
| | T10 | 1,9 | 0,77 | 2,7 | 0,85 |
| | T11 | 1,7 | 0,80 | 2,6 | 0,85 |
| | T12 | 1,7 | 0,74 | 2,7 | 0,83 |
| Soja/Pousio | T13 | 2,0 | 0,82 | 2,8 | 0,92 |
| | T14 | 2,2 | 0,84 | 2,9 | 0,94 |
| | T15 | 2,2 | 0,88 | 2,9 | 0,97 |
| | T16 | 2,1 | 0,86 | 2,6 | 0,88 |
| | T17 | 2,0 | 0,78 | 2,9 | 0,93 |
| | T18 | 1,9 | 0,81 | 2,6 | 0,88 |
| Soja/Trigo | T19 | 2,0 | 0,85 | 2,6 | 0,90 |
| | T20 | 2,3 | 0,88 | 3,1 | 0,93 |
| | T21 | 2,1 | 0,89 | 2,6 | 0,95 |
| | T22 | 1,9 | 0,78 | 2,6 | 0,85 |
| | T23 | 2,0 | 0,77 | 2,9 | 0,92 |
| | T24 | 2,1 | 0,83 | 3,0 | 0,94 |

Os índices de diversidade calculado para o sexto levantamento fitossociológico, quanto à Do.R., foram semelhantes aos referentes à IR, assim como os índices de equitabilidade para os tratamentos e rotação de cultivos (Figura 21). Isso evidencia que a IR esteve mais ligada ao acúmulo de massa seca do que ao número de indivíduos. Os índices de diversidade e de equitabilidade calculados em referência à IR são os que expressam mais eficientemente a relação entre as populações de plantas daninhas componentes da comunidade infestante, pois considera a frequência de ocorrência, o número de indivíduos e a massa seca acumulada por essas populações (Carvalho et al., 2008).

Observou-se, também, que nas rotações soja/pousio e soja/trigo a testemunha apresentou maior diversidade quando comparada aos tratamentos químicos. No entanto, para as rotações soja/milheto e soja/milho, a testemunha foi o tratamento com menor diversidade e equitabilidade, destacando maior dominância de uma ou mais espécies, fato este fundamentado pela elevada IR das espécies ARLTE e COMBE (Tabela 27 e 28, respectivamente).

Dentre os tratamentos químicos, o T5 apresentou elevada discrepância frente aos demais tratamentos na rotação soja/milheto, com redução expressiva na diversidade e equitabilidade. O tratamento T5 refere-se ao uso apenas do herbicida glufosinato. Na rotação soja/milho, o tratamento T7 foi o que resultou em menor diversidade e equitabilidade e a DIGHO, assim como OUTRAS sobressairam referente a IR. Analisando o comportamento dos tratamentos quanto a rotação soja/milheto, verifica-se que os tratamentos T22 e T23 foram os que resultaram em maiores índices de diversidade e equitabilidade e os valores de IR corroboram esta observação, na qual a comunidade representada OUTRAS, que engloba quatorze distintas espécies, destacou-se frente COMBE, ALRTE, ELEIN, DIGHO e TRCIN. Não foram observadas diferenças consideráveis entre os tratamentos herbicidas na rotação soja/pousio.

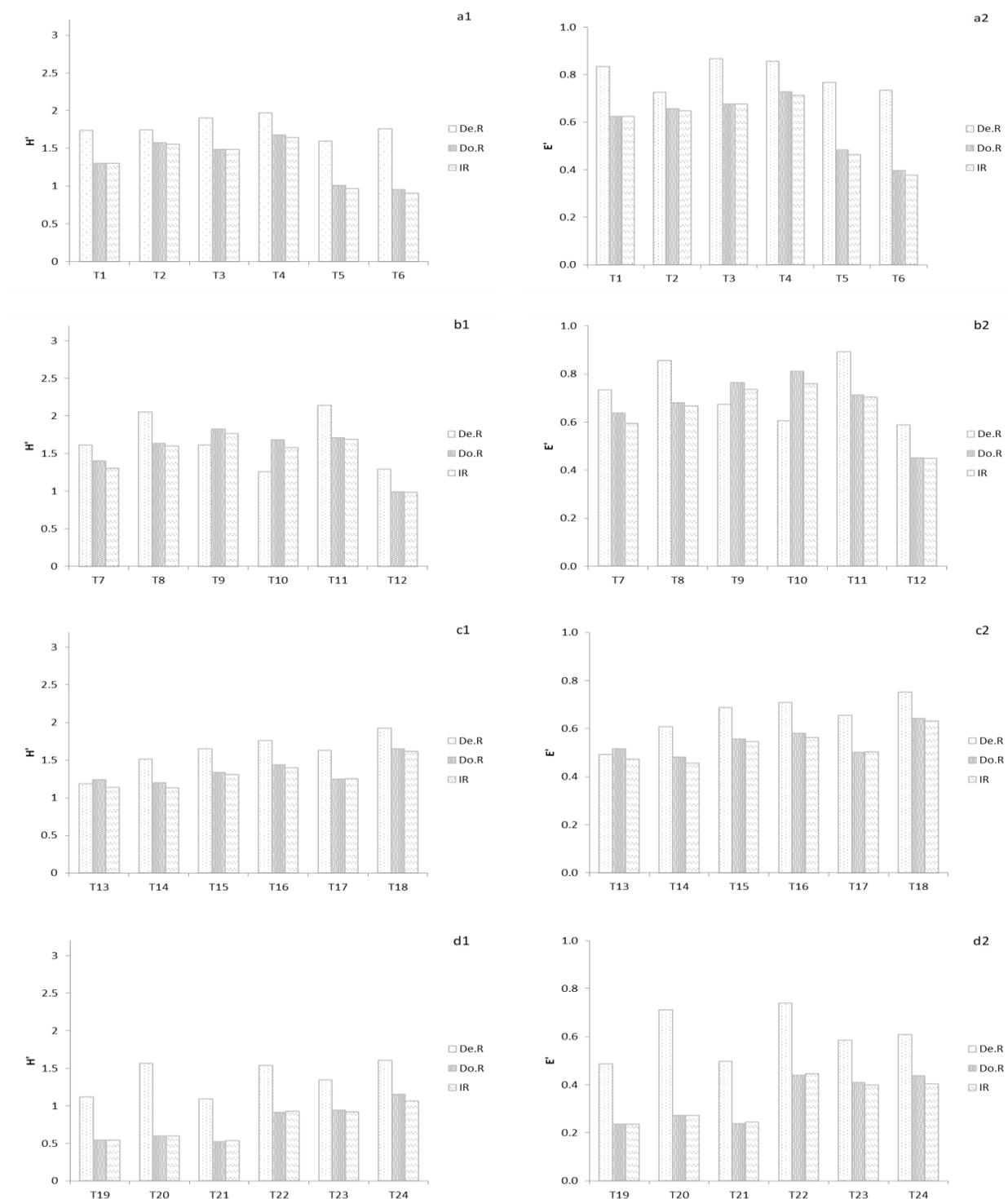


Figura 21. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade (E') das populações componentes da comunidade infestante no sexto levantamento fitossociológico (Safrá 2019/20), estimados para Densidade Relativa (De.R), Dominância Relativa (Do.R) e Importância Relativa (IR), em função dos tratamentos para rotações soja/milheto (a1, a2), soja/milho (b1, b2), soja/pousio (c1, c2) e soja/trigo (d1, d2).

Similarmente ao observado no sexto levantamento, ao final do período experimental (oitavo levantamento fitossociológico), valores de Do.R e IR tiveram mesmo comportamento. Apesar do sexto levantamento ser realizado na cultura da soja, enquanto o oitavo foi realizado na safrinha, a tendência foi a mesma. Houve maior estabilidade no índice de diversidade e equitabilidade nas rotações soja/milheto, soja/milho e soja/trigo (Figura 22).

O oitavo levantamento fitossociológico foi realizado 72 dias após a aplicação de pós-emergência das culturas do milheto, milho e trigo. Na rotação soja/pousio, a ALRTE mostrou elevada dominância frente as demais espécies, reduzindo drasticamente a diversidade e abundância no tratamento T5. Na rotação soja/milheto as plantas daninhas ELEIN e DIGHO mostraram-se predominantes e dominantes, que refletiu nos índices de diversidade e equitabilidade do tratamento T1.

Observou-se, também, que, na rotação soja milho o tratamento T6 a diversidade aumentou, o que não foi observado para o índice de equitabilidade, ou seja, aumentou o número de espécies encontradas e reduziu a similaridade entre elas. Já no tratamento T1, que apresentou menor diversidade e equitabilidade a ALRTE e TRCIN mostraram-se dominantes na área.

Com o tempo, de maneira geral, ocorreram reduções nos índices de diversidade e equitabilidade. Ficou evidente que o parâmetro fitossociológico de importância relativa reflete as participações das populações na comunidade infestante de forma mais equilibrada. Esse comportamento é possível porque a importância relativa é um índice complexo, que considera a densidade de indivíduos, a biomassa acumulada e a distribuição das populações na área experimental.

Assim como os estudos fitossociológicos, os estudos relacionados à distribuição espacial e temporal representados através do mapeamento das plantas daninhas, se tornam fundamentais para a orientação mais adequada da combinação de técnicas de manejo que visam reduzir as populações de plantas daninhas restantes em níveis que não ocasionem prejuízos diretos ou indiretos à cultura de interesse (Alves e Pitelli, 2001).

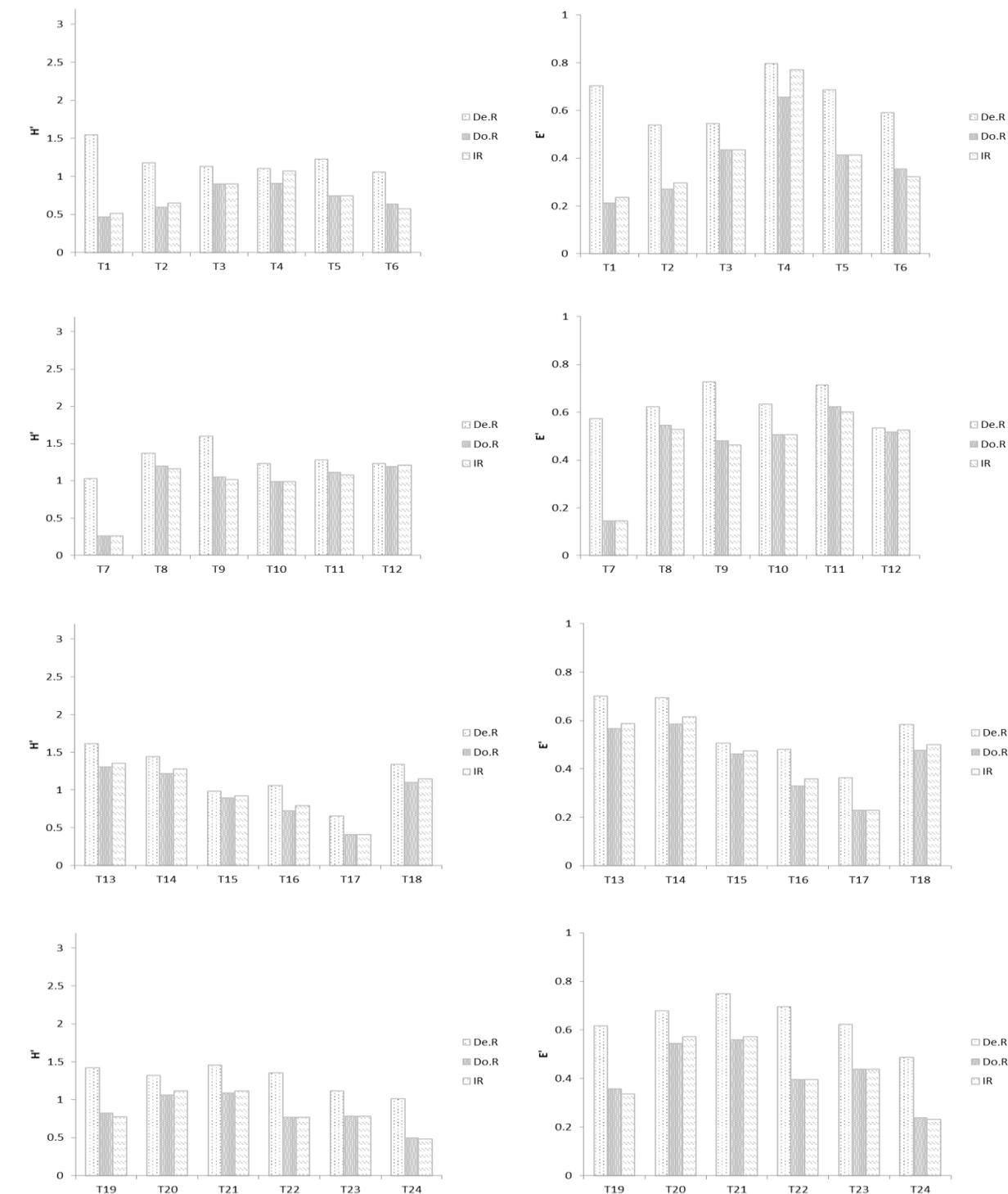


Figura 22. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade (E') das populações componentes da comunidade infestante no oitavo levantamento fitossociológico (Safrinha 2020), estimados para Densidade Relativa (De.R), Dominância Relativa (Do.R) e Importância Relativa (IR), em função dos tratamentos para rotações soja/milheto (a1, a2), soja/milho (b1, b2), soja/pousio (c1, c2) e soja/trigo (d1, d2).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo dos três anos/safras se observou nível distinto de controle com relação as espécies de plantas daninhas em função dos tratamentos herbicidas, uma vez que as diferenças no estágio das plantas daninhas no momento da aplicação são fundamentais quando analisamos a eficácia de controle. A *Digitaria insularis* requer atenção ao seu manejo, sendo necessária aplicação sequencial e uso de herbicidas específicos.

Ficou evidente que o parâmetro fitossociológico de importância relativa reflete as participações das populações na comunidade infestante de forma mais equilibrada. Com o tempo, de maneira geral, ocorreram mudanças nos índices fitossociológicos.

A condução do experimento em três safras não selecionou espécies de plantas daninhas em função da cultura semeada em sucessão à soja ou tratamentos herbicidas empregados, porém evidencia-se forte tendência de menor incidência e predominância de plantas daninhas na rotação soja/milho, em contrapartida a área destinada à rotação soja/pousio propiciou um aumento de 213% na densidade de plantas daninhas ao final do ciclo experimental.

Os herbicidas seletivos atuam como potentes agentes de seleção da composição específica das comunidades infestantes. Com isso, a monocultura e anos sucessivos de utilização dos mesmos produtos/ingredientes ativos, haverá uma alteração de flora, predominando amplamente aquelas espécies tolerantes aos produtos empregados. Atrelado a isso, a elevada capacidade de sobrevivência e disseminação das plantas daninhas eleva a densidade de plantas e frequência, as quais deverão exercer maior competição com a cultura.

Gestão eficaz, econômica e sustentável de plantas daninhas em sistemas de cultivo exigirão a integração de novas informações com princípios estabelecidos. Rotação de cultura, culturas de cobertura, preparo e uso do solo e métodos inovadores na aplicação de herbicidas poderão auxiliarem no manejo de plantas daninhas. Novas tecnologias também são necessárias para lidar com os ecossistemas alterados, como a resistência de plantas daninhas, trazendo novas opções de controle que atuem como ferramentas adicionais na gestão das invasoras. Muitas espécies de plantas daninhas se

comportam de maneira distinta de acordo com o manejo implementado na lavoura e essas mudanças devem ser levadas em consideração para desenvolver sistemas de controle e manejo de plantas daninhas economicamente e ambientalmente saudáveis. É essencial que os agricultores considerem o manejo integrado de plantas daninhas, utilizando as ferramentas disponíveis e aplicáveis para evolução de seu cultivo e utilização da área.

6. CONCLUSÕES

Em suma, considerando o comportamento das populações mais importantes nas quatro áreas de rotação (soja/milheto, soja/milho, soja/pousio e soja/trigo), assim como o emprego do uso de herbicidas, seja na cultura da soja ou nos cultivos da safrinha, pode-se dizer que a população de *Alternanthera tenella* se destacou por apresentar elevada representatividade numérica, acompanhada de grande acúmulo de biomassa seca, em relação as demais populações, independentemente da época em que se iniciou seu desenvolvimento (safra ou safrinha).

A *Digitaria insularis*, pelo fato de apresentar grande acúmulo de biomassa seca, figurou como segunda população mais importante na comunidade avaliada ao longo dos anos. *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis* se destacaram como as espécies mais evidentes no cultivo da soja.

Ao longo dos três anos da experimentação, a *Commelina benghalensis* reduziu significativamente sua importância relativa, independente da rotação de cultivo ou tratamento químico empregado. Sua inferioridade numérica e frequência de ocorrência influenciaram de forma acentuada para a redução na importância relativa.

A dominância da *A. tenella* e *D. insularis* reduziu drasticamente a presença das plantas daninhas secundárias. As espécies *Acanthospermum hispidum*, *Chenopodium ambrosioides*, *Sida rhombifolia* e *Phyllanthus tenellus*, deixaram de ser presentes no último ano do experimento.

7. REFERÊNCIAS

Adami PF, Colet RA, Lemes ES, Oligini KF, Batista VV (2020) Plantas de cobertura nas entressafras soja-trigo e soja-soja. *Brazilian Journal of Development* 6(3):16551-16567.

Adegas FS, Vargas L, Gazziero DLP, Karam D (2017) Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 11 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 132).

Agostinetto D, Rigoli RP, Schaedler CE, Tironi SP, Santos LS (2008) Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha** 26(2):271-278.

AGROFIT (2020) Consulta de produtos formulados. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons: Acesso em: 21 nov. 2020.

ALAM - Asociación Latinoamericana de Malezas (1974) Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. *ALAM*, v. 1, n. 1, p.35-38.

Albuquerque JAA, Sedyama T, Silva AA, Carneiro JES, Cecon PR, Alves JMA (2008) Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihotesculenta*). **Planta Daninha** 26(2):279-289.

Alves PLCA, Pitelli, RA (2001) Manejo ecológico de plantas daninhas. **Informe Agropecuário** 22:29-39.

Amare T (2014) Effect of weed management methods on weed and wheat (*Triticum aestivum* L.) yield. **Afr J Agric Res** 9:1914-1920.

Assis RL de, Freitas RS de, Mason SC (2018) Pearl millet production practices in Brazil: a review. **Experimental Agriculture** 54(5):699-718.

Bagnara MAM (2017) **Períodos de interferência de plantas daninhas infestantes do milho**. 25 f. Monografia - UFFS, Erechin.

Bajwa AA, Sadia S, Ali HH, Jabran K, Peerzada AM, Chauhan BS (2016) Biology and management of two important *Conyza* weeds: a global review. **Environmental Science and Pollution Research** 23:24694-24710.

Balbinot Jr. AA, Moraes A, Pelissari A, Dieckow J, Veiga M (2008) Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho (*Zea mays*) cultivado em sucessão. **Planta Daninha** 26(3):569-576.

Balbinot Jr AA, Backes RL, Alves AC, Ogliari JB, Fonseca AJA (2005) Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira Agrociência** 11(2):161-166.

Barroso AAM, Albrecht AJP, Reis FC, Filho RV (2014) Interação entre herbicidas inibidores de ACCase e diferentes formulações de glifosato no controle de capim-amargoso. **Planta Daninha** 32(3):619-627.

Ben R, Inoue M, Cavalcante N, Mendes K, Dallacort R, Santos E (2012) Eficácia do glufosinato de amônio associado com outros herbicidas na cultura do algodão Liberty Link. **Revista Brasileira de Herbicidas** 11(3):249-257.

Boer CA, Assis RL de, Silva GP, Braz AJBP, Barroso ALL, Cargnelutti Filho A, Pires F R (2008) Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32(4):843-851.

Brasil (1992) Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.

Buhler R, Hartzler RG, Forcella F (1997) Implications of weed seedbank dynamics to weed management. **Weed Sci** 45:329-336.

Busi R, Powles SB, Beckie HJ, Renton M (2019) Rotations and mixtures of soil-applied herbicides delay resistance. **Pest Manag Sci** 76:487-496.

Campos GM (2001) Estatística prática para docentes e pós-graduandos. Disponível em: www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro_cap19.html. Acesso em 10 nov. 2020.

Cardina J, Herms CP, Doohan DJ (2002) Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. **Weed Sci** 50:448–460.

Carvalho FP, Santos JB, Cury JP, Valadão Silva D, Braga RR, Byrro ECM (2011) Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. **Planta Daninha** 29(2):373-382.

Carvalho LB, Pitelli RA, Cecílio Filho AB, Bianco S, Guzzo CD (2008) Interferência e estudo fitossociológico da comunidade infestante na cultura da beterraba transplantada. **Acta Scientiarum. Agronomy** 30(3):325-331.

Chioderoli CA, Mello LMM, Grigolli PJ, Silva JOR, Cesarin AL (2010) Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola** 30(6):1101-1109.

Christoffoleti PJ (1998) Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo de herbicidas para a cultura da soja. In: CÂMARA, G.M.S. (editor). **Tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique, p.121-138.

CONAB (2020) Acompanhamento da safra brasileira: Acomp. safra bras. grãos, v. 7 - Safra 2019/20 - Décimo segundo levantamento. Brasília. 68 p.

CONAB (2019) Acompanhamento da safra brasileira: Acomp. safra bras. grãos, v. 6 - Safra 2018/19 - Décimo segundo levantamento. Brasília. 47 p.

Concenço G, Ceccon G, Correia IVT, Leite LF, Alves VB (2013) Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha** 31(2):359-368.

Correia NM, Rampazzo PE, Araújo LS, Rossi CVS (2020) Sensitivity of *Digitaria insularis* to herbicides in agricultural areas, in th eBrazilian Cerrado biome. **Pesq Agrop Bras** 55:e01570.

CTNBIO (2020). Disponível em: <http://ctnbio.mctic.gov.br/deliberacoes>. Acesso em: 23 out. 2020.

Curtis JT, Mc Intosh RP (1950) The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. **Ecology** 31:434-435.

Dajoz R (2006) **Princípios de ecologia**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 519p.

Damião Filho CF, Moro FU, Taveira LR (1996) Resposta de híbridos de milho ao nicossulfurom. I - Aspectos Biológicos e da Produção. **Planta Daninha** 14(1):3-13.

Dan HDA, Barroso ALD, Dan LGD, Tannús VR, Finotti TR (2009) Seletividade de herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do milheto (*Pennisetum Glaucum*). **Rev Bras Milho Sorgo** 8(3):297-306.

Derksen DA, LaFond GP, Thomas AG, Leopky HA, Swanton CJ (1993) Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. **Weed Sci** 41:409-417.

Dias Dias ACR, Carvalho SJP, Brancalion PHS, Novembre ADLC, Christoffolet PJ. (2009) Germination of small bengal dayflower (*Commelina benghalensis*) aerial seeds. **Planta Daninha** 27:931-939.

Droge-Laser W, Siemeling U, Puhler A, Broer I (1994) The metabolites of the herbicide L-Phosphinothricin (Glufosinate); **Plant Physiol** 105:159-66.

Duarte JO, Garcia JC, Miranda RA (2011) **Mercado e comercialização**. In: CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.

Duarte AP, Silva AC, Deuber R (2007) Plantas infestantes em lavouras de milho safrinha, sob diferentes manejos, no médio Paranapanema. **Planta Daninha** 25(2):285-291.

Ehler LE (2006) Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. **Pest ManagSci**62:787-789.

Faccini D, Puricelli E (2007) Efficacy of herbicide, dose and plant stage on weeds present in fallow. **Agriscientia** 24(1):29-35.

Fast BJ, Schafer AC, Jonson TY, Potts BL, Herman RA (2015) Insect-protected event DAS-81419-2 soybean (*Glycine max* L.) grown in the United States and Brazil is compositionally equivalent to non-transgenic soybean. **J Agr Food Chem** 63:2063-2073.

Favero C, Jucksch I, Alvarenga RC, Costa LM da (2001) Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesq Agro Bras** 36:1355-1362.

Felfili JM (2011) **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. UFV, Viçosa. 556 p.

Ferreira EA, Concenço G, Silva AA, Reis MR, Vargas L, Viana RG, Guimarães AA, Galon L (2008) Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha** 26(2):261-269.

Fernández-Quintanilla C, Saavedra MS, Garcia Torres L (1991) **Ecologia de lãs malas hierbas**. In: Garcia Torres L, Fernández-Quintanilla C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. cap.2, p.49-69.

Fialho CMT, Santos JB, Freitas MAM, França AC, Silva AA, Santos EA (2011) Fitossociologia da comunidade de plantas daninhas na cultura da soja transgênica sob dois sistemas de preparo do solo. **Sci Agr** 12:9-17.

Fleck NG, Lazaroto CA, Schaedler CE, Ferreira FB (2008) Controle de papuã (*brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida clethodim. **Planta Daninha** 26(2):375-383.

Franzoni MM (2018) **Aspectos do glufosinato de amônio como principal ferramenta de controle no manejo de plantas daninhas na soja**. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - USP, Piracicaba.

Freitas RE, Mendonça MAA (2016) Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos. **Econ e Soc Rural** 54:497-516.

Galon L, Ferreira EA, Concenção G, Silva AA, Silva DV, Silva AF, Aspiazú I, Vargas L (2013) Características fisiológicas de biótipos de *Conyzabonariensis* resistentes ao glifosato cultivados sob competição. **Planta Daninha** 31(4):859-866.

Gazziero DLP, Adegas FS, Silva AF, Concenção G (2019) Estimating yield losses in soybean due to sourgrass interference. **Planta Daninha** 37:e019190835.

Gharde Y, Singh PK, Dubey RP, Gupta PK (2018) Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. **Crop Prot** 107:12-18.

Giancotti, PRF (2015) **Interação entre sorgo sacarino e plantas daninhas**. 80 f. Tese (Doutorado em Produção vegetal) - UNESP, Jaboticabal.

Grime JP (1979) **Plant strategies and vegetation processes**. Wiley, New York.

Heap I (2021) The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.com>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

Heap I (2014) Global perspective of herbicide-resistant weeds. **Pest Manag Sci** 70:1306-1315.

Heard MS, Hawes C, et al. (2003a) Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. I. Effects on abundance and diversity. **Phil Trans R Soc Lond B** 358:1819-1832.

Heard MS, Hawes C, et al. (2003b) Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. II. Effects on individual species. **Phil Trans R Soc Lond B** 358:1833-1846.

Hickmann C, Costa LM (2012) Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 16(10):1055-1061.

HRAC. Disponível em: <<https://www.hrac-br.org/assuntos-tecnicos>>. Acesso em: 22 out. 2020.

Iqbal J, Zahra ST, Ahmad M, Shah AN, Hassan W (2018) Herbicidal potential of dryland plants on growth and Tuber sprouting in purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha** 36:1-8.

Jakelaitis A, Ferreira LR, Silva AA, Agnes EL, Miranda GV, Machado AFL (2003) Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha** 21(1):71-79.

Jasieniuk MJ, Brule-Babel AL, Morrison IN (1996) The evolution and genetics of herbicide resistance in plants. **Weed Sci** 44:176-193.

Johnson WG, Owen MDK, Kruger GR, Young BG, Shaw DR, Wilson RG, Wilcut JW, Jordan, DL, Weller SC (2009) U.S. farmer awareness of glifosato-resistant weeds and resistance management strategies. **Weed Tech** 23:308-312.

Kalsing A, Lucio FR, Rossi CVS, Rampazzo PE, Gonçalves FP, Valeriano R (2018) Tolerance of DAS-44406-6 and DAS-44406-6 x DAS-81419-2 soybeans to 2,4-D and glifosato in the Cerrado region of Brazil. **Planta Daninha** 36:e018174410.

Kniss A (2017) Long-term trends in the intensity and relative toxicity of herbicide use. **Nat Commun** 8:14865.

Köppen, W. 1948. **Climatologia**. Fundo de Cultura Econômica, México.

Kozłowski LA (2002) Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha** 20(3):365-372.

Krolikowski V (2015) **Comportamento morfo-fisiológico de *Commelina benghalensis* em resposta a herbicidas aplicados em pós-emergência** 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP, Ilha Solteira.

Kuva MA, Pitelli RA, Salgado TP, Alves PLCA (2007) Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha** 25:501-511.

Lamego FP, Ruchel Q, Kaspary TE, Gallon M, Basso CJ, Santi AL (2013). Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha** 31(3):521-531.

Landau EC, Pereira Filho JA (2016) **Cultivo de Milheto**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo.

Légère A, Samson N (1999) Relative influence of crop rotation, tillage, and weed management on weed associations in spring barley cropping systems. **Weed Sci** 47:112-122.

Legleiter T (2017) **Dicamba and 2,4-D Utilization in Growth Regulator Resistant Soybean**. [tese]. Universidade de Purdue, Lafayette, IN.

Lepping M, Herman RA, Potts BL (2013) Compositional equivalence of DAS-44406-06 (AAD-12 + 2mEPSPS + PAT) herbicide-tolerant soybean and non-transgenic soybean. **J Agric Food Chem** 61:11180-11190.

Licht M (1945) **Soybean growth and development**. Iowa State Univ. Ames: Ext Pub PM 1945 Iowa State Univ; 2014. 28 p.

Lima CC (2020) **Controle de *Commelina benghalensis* L. e *Spermacoce densiflora* por herbicidas alternativos ao glifosato**. 33 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – USFCar, Araras.

Lorenzi, H. 2006. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Instituto Plantarum, 6. Ed. Nova Odessa, Brasil. 339 p.

Lucio FR, Kalsing A, Adegas FS, Rossi CVS, Correia NM, Gazziero DLP, da Silva AF (2019) Dispersal and frequency of glifosato-resistant and glifosato-tolerant weeds in soybean producing edaphoclimatic micro regions in Brazil. **Weed Tech** 33:217-231.

Marangoni RE, Jakelaitis A, Tavares CJ, Rezende BPM, Mello Filho OL, Cunha PCR (2013). Effect of weed interference on soybean cultivars at two sowing times. **Planta Daninha** 31(3):511-519.

Marchioretto MS, Santos GF (2019) Fitogeografia das espécies de *Alternanthera forssk.* (Amaranthaceae) no Rio Grande do Sul. **Pesquisas, Botânica** 74:121-132.

Melo MSC, Rosa LE, Brunharo CACG, Nicolai M, Christoffoleti PJ (2012) Alternativas de controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glifosato. **Revista Brasileira de Herbicidas** 11(2):195-203.

Merotto Jr A, Pitelli RA, Vidal RA, Fleck NG, Schumm KC (2000) Redução da interferência de *Brachiaria plantaginea* (link) Hitch. em milho através de capinas e aplicação de herbicidas em diferentes épocas. **Planta Daninha** 18(3):471-477.

Mesquita MLR, Andrade LA, Pereira WE (2014) Banco de sementes do solo em áreas de cultivo de subsistência na floresta ombrófila aberta com babaçu (*Orbygnya phalerata* Mart.) no Maranhão. **Revista Árvore** 38(4):677-688.

Monquero PA, Amaral LR, Binha DP, Silva PV, Silva AC, Martins FRA (2008) Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Planta Daninha** 26(1):47-55.

Monquero PA, Christoffoleti PJ (2003) Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação frequente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha** 21(1):63-69.

Morse S (2009) **IPM: Ideals and realities in developing countries. Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies**, eds Radcliffe EB, Hutchinson WD, Cancelado, RE (Cambridge Univ Press, Cambridge, UK) p. 458-470.

Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York, John Wiley & Sons, Inc.

Nascimento FM, Bicudo SJ, Rodrigues JGL, Furtado MB, Campos S (2011) Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres** 58(2):193-201.

Murphy SD, Clements DR, Belaoussoff S, Kevan PG, Swanton CJ (2006) Promotion of weed species diversity and reduction of weed seedbanks with conservation tillage and crop rotation. **Weed Sci** 54:69-77.

Ndahi WB, Russ OG, Moshier LJ (1980) Growth of pearl millet (*Pennisetum Americanum* (L.) Leeke) as influenced by selected herbicide applications and delay in planting. In:

VANDERLIP, R. L. (Ed.) **Improvement of pearl millet: Second annual report.** Manhattan: Kansas State University, 1980. p. 67-71.

Norsworthy JK, Oliveira MJ (2004) Comparison of the critical period for weed control in wide- and narrow-row corn. **Weed Sci** 52(5):802-807.

Norsworthy JK, Ward S, et al. (2012) Reducing the Risks of Herbicide Resistance: Best Management Practices and Recommendations. **Weed Sci** 60(Special Issue):31-62.

Odum E (1985) **Trends expected in stressed ecosystems** **BioScience**, 419p.

Oerke EC (2006) Crop losses to pests. **J AgricSci** 144(1):31-43.

Oliveira Neto AA, Santos CMR (2017) **A cultura do Trigo.** Brasília-DF: CONAB, 218p.

Oliveira AR, Freitas SP (2008) Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha** 26(1):33-46.

Owen MDK (2001) Importance of weed population shifts and herbicide resistance in the Midwest USA corn belt. **Proc British Crop Prot Conf – Weeds**, BCPC, Farnham, Surrey, UK, p 407-412.

Peer FA, Badrul lone BA, Qayoom S, Ahmed L, Khanday BA, Ssingh P, Singh G (2013) Effect of weed control methods on yield and yield attributes of soybean. **African Journal of Agricultural Research** 8(48):6135-6141.

Pereira RA, Alves PLCA, Corrêa MP, Dias TCS (2011) Ausência da cobertura de aveia preta e milho sobre comunidade de plantas daninhas e produção de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 6:1-11.

Pimentel-Gomez F, Garcia CH (2002) **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos.** Piracicaba, FEALQ, 2002. 309p.

Pinto-coelho RM (2000) **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul. p. 87-88.

Pinotti EB, Bicudo SJ, Ferreira MC, Monteiro AA (2013) Índice de espigas de dois híbridos de milho em quatro populações de plantas e três épocas de semeadura na safrinha. In: XII Simpósio nacional Milho Safrinha. **Anais eletrônicos...** Dourados: EMBRAPA, 2013. Disponível em: <<https://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosufrinha2013/PDF/62.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

Pitelli RA (2000) Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Conserb** 1(2):1-7.

Pitelli RA (1985) Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf Agropec** 11:16-27.

Pitelli RA (1987) Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, Piracicaba, 1986. **IPEF - Série Téc.**4(12):25-25.

Rigoli RP, Agostinotto D, Schaedler CE, Dalmagro T, Tironi S (2008) Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticuma estivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha** 27(1):41-47.

Rizzardi MA, Silva L (2014) Manejo de plantas daninhas eudicotiledôneas na cultura da soja RoundupReady®. **Planta Daninha** 32(4):683-697.

Robinson AP, Simpson DM, Johnson WG (2015) Response of aryloxyalkanoate dioxygenase-12 transformed soybean yield components to postemergence 2,4-D. **Weed Sci** 63:242–247.

SCOT Consultoria (2020) Cotações - Grãos: Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/cotacoes/soja>>. Acesso em: 18 out. 2020.

Severino FJ, Carvalho SJP, Christoffoleti PJ (2005) Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. I - Implicações sobre a cultura do milho (*Zea mays*). **Planta daninha** 23(4):589-596.

Service RF (2007) Agbiotech. A growing threat down on the farm. **Science** 316:1114-1117.

Silva SR, Bassoi MC, Soloni JSS (2017) Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2017. Londrina: Embrapa soja, 242p.

Silva AAP, Oliveira Neto AM, Naiara G, Karpinski RAK, Maciel CDG (2016) Weed Interference Periods in Early Wheat in the Midwest of Paraná. **Planta Daninha** 34(2):291-298.

Silva DV, Freitas MAM, et al. (2015) Crescimento e rendimento do milho sob interferência da tiririca. Semina: **Ciências Agrárias** 36(5):3077-3084.

Silva AF, Concenço G, et al. (2009) Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha** 27(1):57-66.

Silva AF, Ferreira EA, Concenço G, Ferreira FA, Aspiazu I, Galon L, Sedyama T, Silva AA (2008) Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha** 26:65-71.

Silva AA, Silva JF (2007) **Tópicos em plantas daninhas**. UFV: Viçosa. 260p.

Singh RK, Dhyan VC, Singh SP, Kumar A, Singh MK, Tripathi N (2010) Bioefficacy of pyroxsulam (XDE-742) for weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Indian J. Weed Sci** 42:95-97.

Singh S, Singh M (2004) Effect of growth stage on trifloxysulfuron and glifosato efficacy in twelve weed species of citrus groves. **Weed Tech** 18(4):1031-1036.

Soares NSO (2019) **Interferência de plantas infestantes na cultura de soja (*Glycine max* L.)** 30 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – UFT, Gurupi.
Sociedade Brasileira da Ciência Das Plantas Daninhas (1995) **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.

Sodré Filho J, Carmona R, Cardoso AN, Carvalho AM (2008) Culturas de sucessão ao milho na dinâmica populacional de plantas daninhas. **Scientia Agraria** 9:7-14.

Soltani N, Dille JA, et al. (2018) Potential yield loss in sugar beet due to weed interference in the United States and Canada. **Weed Tech** 32(6):749-753.

Swanton CJ, Clement DR, Derksen DA (1993) Weed succession under conservation tillage: A hierarchical framework for research and management. **Weed Tech** 7:286-297.

Swanton CJ, Weise SF (1991) Integrated weed management: the rationale and approach. **Weed Tech** 5:657-663.

Takano HK, Melo MSC; Ovejero RFL Westra PH, Gaines TA, Dayan FE (2020) Trp2027Cys mutation evolves in *Digitaria insularis* with cross-resistance to ACCase inhibitors. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 164:1-6.

Tokura LK, Nóbrega LHP (2006) Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum. Agronomy** 28(3):379-384.

Trezzi MM, Vidal RA (2004) Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha** 22(1):1-10.

USDA 2020: Foreign Agricultural Service: Soybeans. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/commodities/soybeans>>. Acesso em: 10 out. 2020.

Vargas L, Peixoto CM, Roman ES (2006) **Manejo de plantas daninhas na cultura de milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 20 p.

Vaz de Melo A, Galvão JCC, Ferreira LR, Miranda GV, Tuffi-Santos LD, Santos IC, Souza LV (2007) Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha** 25(3):521-527.

Vivian R (2009) **Caracterização competitiva de *Alternanthera tenella*, *Tridax procumbens* e *Digitaria ciliaris* com soja em condições de deficiência hídrica.** 130 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – USP, Piracicaba.

Voll E, Torres E, Brighenti AM, Gazziero DLP (2001) Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo. **Planta Daninha** 19(2):171-178.

Walker SR, Evenson JP (1985) Biology of *Commelina benghalensis* L. in south-eastern Queensland. 1. Growth, development and seed production. **Weed Res** 25(4):239-244.

Wibawa W, R Mohamad AS, Juraimi D, Omar M, Ghazali M, Begum M (2009) Weed control efficacy and short term weed dynamic impact of three Non-selective herbicides in immature oil palm plantation. **Int. J. Agric. Biol.** 11:145-150.

Wright TW, Shan G, et al. (2010) Robust crop resistance to broadleaf and grass herbicides provided by aryloxyalkanoate dioxygenase transgenes. **Proc Natl Acad Sci USA** 107:20240-20245.

Young BG (2006) Changes in herbicide use patterns and production practices resulting from glifosato-resistant crops. **Weed Tech** 20:301-307.

Zimdahl RL (2018) **Fundamentals of Weed Science 5th Edition (2013).** California: Elsever. 694 p.

Zobiole LHS, Gast R, Masters RA, Pereira GR, Rubin R (2018) Pyroxsulam: sulfonamide herbicide for weed control in wheat in Brazil. **Planta Daninha** 36:e018155253.