

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRODUÇÃO VEGETAL

MARCELO GOULART SOUZA

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS
EM POMARES DE MACIEIRA NO PLANALTO SUL CATARINENSE**

LAGES

2023

MARCELO GOULART SOUZA

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS
EM POMARES DE MACIEIRA NO PLANALTO SUL CATARINENSE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal – CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Mendes de Oliveira Neto

LAGES

2023

Souza, Marcelo Goulart

Composição Florística e Controle Químico de Plantas Daninhas em Pomares de Macieira no Planalto Sul Catarinense / Marcelo Goulart Souza. -- 2023.

117 p.

Orientador: Antonio Mendes de Oliveira Neto

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2023.

1. Malus domestica. 2. Fitossanidade. 3. Herbicidas. 4. Fitossociologia. 5. Produtividade. I. Mendes de Oliveira Neto, Antonio. II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título.

MARCELO GOULART SOUZA

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS
EM POMARES DE MACIEIRA NO PLANALTO SUL CATARINENSE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina.

BANCA EXAMINADORA

Antonio Mendes de Oliveira Neto, Doutor
CAV/UDESC

Membros:

Antonio Mendes de Oliveira Neto, Doutor
CAV/UDESC

Leo Rufato, Doutor
CAV/UDESC

Tiago Afonso Macedo, Doutor
Agromillora

Lages, 24 de Fevereiro de 2023.

Verás que um filho teu não foge a luta,
pátria amada Brasil!

AGRADECIMENTOS

À minha família que desde o reinício da minha jornada acadêmica, na formação em Licenciatura em Ciências Biológicas, em 2019 e posteriormente em Engenharia Florestal, em 2022, onde sempre me apoiaram, especialmente aos meus pais Zilmar da Silva Souza e Selma Aparecida Goulart Souza, e meu irmão Gilberto Goulart Souza que sempre acreditaram e incentivaram.

À Universidade do Estado de Santa Catarina e aos professores do Centro de Ciências Agroveterinárias que fizeram parte desta caminhada transferindo seus conhecimentos, sendo as principais ferramentas de aprendizado. Em especial, aos professores Cristiano Andre Steffens e Leo Rufato por todo suporte nas disciplinas relacionadas a fruticultura.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Mendes de Oliveira Neto, pelo apoio, condução, suporte e paciência durante o período do mestrado.

À empresa Fito – Desenvolvimento, Produção e Pesquisa Agrícola, por ceder a área para a condução do experimento com o controle químico de plantas daninhas.

Aos produtores de maçã da região da Serra Catarinense por disponibilizarem suas áreas de pomares, viabilizando o levantamento fitossociológico de plantas daninhas.

Ao café de cada dia, produto de excelência nacional que ajudou no desenvolvimento histórico do nosso país, que me deu disposição e me manteve acordado mesmo nos momentos de cansaço.

Aos amigos e colegas de pós-graduação Deivid Silva de Souza e José Roberto Rodrigues, pela convivência, toda expertise e experiência a mim passada nos tratos culturais relacionados a fruticultura e a cultura da macieira.

Aos amigos e colegas engenheiros florestais, Lucas Fernandez Barroso e Maria Eduarda Coelho pela convivência e companheirismo, pela ajuda sempre que precisei e a todos os amigos que de alguma forma me apoiaram e ajudaram na realização deste trabalho.

“libertas quae sera tamen!”

RESUMO

A cultura da macieira no Planalto Sul Catarinense corresponde a 49% da produção nacional. Desse modo, o manejo das plantas daninhas (PD) torna-se fundamental para a obtenção de maior qualidade de frutas e redução nos transtornos aos tratos culturais. Nesse contexto, o objetivo desta dissertação foi de avaliar a eficiência do controle químico de PD no ponto de vista agrônomo e econômico em um pomar de macieira convencional, nas cv 'Gala' e 'Fuji', e realizar um levantamento fitossociológico de PD para conhecer a dinâmica da flora infestante nos pomares de macieira na região em diferentes épocas durante a safra. No controle químico foram avaliados 19 tratamentos, em formulações de herbicidas, isolados ou em associação, onde foram avaliados a eficiência de controle semanalmente num período de 60 dias, densidade, produtividade, custos e o retorno econômico dos tratamentos. De maneira geral, verificou-se que todos os tratamentos foram efetivos no controle de PD, exceto os tratamentos com glyphosate isolado e associado ao saflufenacil que não apresentou eficiência no controle de *Lolium multiflorum*, indicando a presença de biótipos resistentes ao glyphosate. Além disso, os tratamentos não obtiveram efeitos diretos na produtividade e no retorno econômico. O levantamento fitossociológico foi realizado em 20 pomares na região em seis épocas distintas. As variáveis avaliadas foram densidade, frequência, abundância, índice de valor de importância (IVI), diversidade, equitabilidade e similaridade. As espécies *Lolium multiflorum* e *Trifolium repens* apresentaram maiores valores de IVI bem como as famílias Poaceae e Fabaceae foram mais representativas. De modo geral, a comunidade infestante na região teve valores elevados nos índices de diversidade e equitabilidade. O período de inverno apresentou maiores variações na flora infestante em relação as demais estações. Portanto, verificou-se uma comunidade infestante diversa, equilibrada e distinta nos pomares de macieira conforme a época. Desse modo, o conhecimento da flora infestante é importante na tomada de decisão no controle de PD. A eficiência e os custos dos herbicidas não devem ser avaliados de forma isolada, pois o manejo de PD permite maior precisão e redução do surgimento de biótipos resistentes, evitando a redução das opções no controle químico de PD para a cultura da macieira.

Palavras-chave: *Malus domestica*; Fitossanidade; Herbicidas; Fitossociologia; Produtividade.

FLORISTIC COMPOSITION AND CHEMICAL CONTROL OF WEEDS IN APPLE ORCHARDS IN THE SOUTHERN HIGHLANDS OF SANTA CATARINA

ABSTRACT

The apple orchards in The Southern Highlands of Santa Catarina, Brazil, corresponds to 49% of the national production. In this way, the management of weeds becomes fundamental for obtaining better fruit quality and reducing disturbances in cultural practices. In this context, the objective of this dissertation was to evaluate the efficiency of the weed chemical control from an agronomic and economic point of view in a conventional apple orchard, in the cv 'Gala' and 'Fuji', and to carry out a phytosociological survey of weeds in order to know the dynamics of weed flora in apple orchards in the region at different times during the harvest. No chemical control was evaluated in 19 treatments, in herbicide formulations, alone or in combination, where the control efficiency was evaluated weekly over a period of 60 days, density, productivity, costs and the economic return of the treatments. In general, it was concluded that all treatments were effective in controlling weeds, except for treatments with glyphosate alone and associated with saflufenacil, which were not efficient in *Lolium multiflorum* control, indicating the presence of glyphosate-resistant biotypes. In addition, the treatments did not have direct effects on production and economic return. The phytosociological survey was carried out in 20 orchards in the region in six different periods. The variables evaluated were density, frequency, abundance, importance value index, diversity, evenness and similarity. The species *Lolium multiflorum* and *Trifolium repens* had higher IVI values and the families Poaceae and Fabaceae were more representative. In general, the weed community in the region had high values in the diversity and evenness indices, with the winter period presenting greater variations in the weed flora in relation to the other seasons. Therefore, a diverse, balanced and distinct weed community is conserved in apple orchards depending on the season. Thus, knowledge of the infesting flora is important in decision-making in weeds control. The efficiency and costs of herbicides should not be considered alone, as integrated weed management allows for greater precision and a reduction in the contingent of resistant biotypes, avoiding the reduction of options in the chemical control of PD for the apple orchards.

Keywords: *Malus domestica*; Plant health; Herbicides; Phytosociology; Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fenologia da macieira e período de interferência por PD.	25
Figura 2 – Localização dos 20 pomares avaliados na região do Planalto Sul Catarinense.	48
Figura 3 – Resumo ilustrativo dos períodos de aplicações de herbicidas e das três principais PD encontradas por épocas de avaliação em função dos meses e estações do ano.	58
Figura 4 – Fitofisionomia dos pomares de macieira nas diferentes estações do ano.	59
Figura 5 – Ausência de controle na entrelinha e a presença de <i>Lolium multiflorum</i> e <i>Trifolium repens</i> na entrelinha do pomar durante o verão.	60
Figura 6 - Linhas de plantio do pomar antes de serem aplicados os tratamentos em 12/10/2021.....	94
Figura 7 - Fluxo de emergência de picão-preto (<i>Bidens spp</i>) no pomar.....	95
Figura 8 - Controle de PD por glyphosate (3), glufosinate (10) e diquat (15) aos 14 DAA no experimento com a cultivar ‘Gala’.....	96
Figura 9 - Controle por flumioxazin + pyroxasulfone (8), indaziflam (9) flumioxazin (19) aos 28 DAA.	98
Figura 10 - Panorama da situação de controle das PD aos 60 DAA.....	102
Figura 11 -Tratamentos com glyphosate e glyphosate + clethodim aos 14 DAA. ...	102
Figura 12 - Interferência pelo trevo-branco na competição por polinizadores na plena florada em pomares de macieira.	103
Figura 13 - Controle de trevo-branco aos 7 DAA.	104
Figura 14 - Interferência por picão-preto em pomares comerciais de macieira.....	105
Figura 15 - Interferência por picão-preto na implantação de mudas de macieira....	106
Figura 16 - Estabelecimento do fluxo de picão-preto no final da primavera.....	106
Figura 17 - Operações de colheita da macieira.....	108
Figura 18 – Frutos da cultivar ‘Gala’ com boa qualidade.	109

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante a safra 2021/22.	53
Gráfico 2 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de julho e agosto.	54
Gráfico 3 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de setembro e outubro.	54
Gráfico 4 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de novembro e dezembro.	55
Gráfico 5 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de janeiro e fevereiro.	55
Gráfico 6 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de março e abril.	56
Gráfico 7 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de maio e junho.	56
Gráfico 8 - Acúmulo de precipitação mensal durante a safra. Lages, SC, 2021/22.	100
Gráfico 9 - Acúmulo de precipitação por período de avaliação na safra. Lages, SC, 2021/22.	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Local, altitude e manejo dos pomares avaliados.	49
Tabela 2 – Classificação das épocas de avaliação do levantamento fitossociológico.	49
Tabela 3 – Histórico e características dos pomares avaliados.	51
Tabela 4 – Frequência relativa (%) das famílias botânicas durante uma safra.	52
Tabela 5 – Índices de Diversidade e Equitabilidade durante as seis diferentes épocas do ano e durante o período total da safra 2021/22.	57
Tabela 6 – Índices de similaridade no levantamento fitossociológico nas seis diferentes épocas do ano e durante o período total da safra 2021/22.	57
Tabela 7 - Tratamentos, doses, adjuvantes usados nos tratamentos para o controle químico de PD em pomares de macieira.	71
Tabela 8 - Caracterização dos herbicidas utilizados nos ensaios.	72
Tabela 9 - Condições do tempo no momento da aplicação dos herbicidas nas datas de aplicação.	73
Tabela 10 - Descrição dos valores conceituais aplicado para avaliações visuais de controle aplicados na escala da SBPCPD (1995).	74
Tabela 11 - Cotações da maçã no Centrais de Abastecimento do Estado de Santa Catarina - CEASA/SC.	75
Tabela 12 - Porcentagem de controle geral nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Gala’. Lages, SC, 2021/2022.	76
Tabela 13 - Porcentagem de controle geral nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.	77
Tabela 14 - Porcentagem de controle de <i>Lolium multiflorum</i> nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Gala’. Lages, SC, 2021/2022.	79
Tabela 15 - Porcentagem de controle de <i>Lolium multiflorum</i> nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.	80

Tabela 16 - Porcentagem de controle de <i>Trifolium repens</i> nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.	81
Tabela 17 - Porcentagem de controle de <i>Trifolium repens</i> nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar 'Fuji'. Lages, SC, 2021/2022.	82
Tabela 18 - Porcentagem de controle de <i>Bidens spp</i> nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.	83
Tabela 19 - Porcentagem de controle de <i>Bidens spp</i> nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar 'Fuji'. Lages, SC, 2021/2022.	84
Tabela 20 - Densidade da população de PD aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.....	85
Tabela 21 - Densidade da população de PD aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.....	86
Tabela 22 - Densidade da população de PD aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar 'Fuji'. Lages, SC, 2021/2022.....	87
Tabela 23 - Densidade da população de PD aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar 'Fuji'. Lages, SC, 2021/2022.....	88
Tabela 24 - Quantificação de frutos e produtividade obtidas nos tratamentos no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.	89
Tabela 25 - Quantificação de frutos e produtividade obtidas nos tratamentos no experimento com a cultivar 'Fuji'. Lages, SC, 2021/2022.	90
Tabela 26 - Preço de compra dos herbicidas utilizados nos experimentos referentes ao controle químico de PD na safra 2021/22. Lages, SC, 2021/2022. ...	91
Tabela 27 - Custos unitário referentes aos produtos utilizados no controle químico de PD na safra 2021/22. Lages, SC, 2021/2022.	92
Tabela 28 - Custos totais e RE dos tratamentos aplicados para os experimentos com as cultivares 'Gala' e 'Fuji'. Lages, SC, 2021/2022.....	92

Tabela 29 – Classificação dos frutos da safra 2021/22 para as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’.	93
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Aminoácido
EROS	Espécies reativas de oxigênio
G	Gramma
Há	Hectare
i. a.	Ingrediente ativo
IVI	Índice de valor de importância
FSI	Fotossistema I
FSII	Fotossistema II
Kg	Quilograma
L	Litros
m ²	Metro quadrado
MIPD	Manejo integrado de plantas daninhas
Mm	Milímetros
mL	Mililitros
PD	Plantas daninhas
PIM	Produção integrada maçã
RE	Retorno econômico
T	Temperatura
UR	Umidade relativa

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
°C	Graus Celsius
B	Boro
Ca	Cálcio
Fe	Ferro
K	Potássio
P	Fósforo
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	A CULTURA DA MACIEIRA.....	17
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	18
2.3	CULTIVAR ‘GALA’.....	18
2.4	CULTIVAR ‘FUJI’.....	19
2.5	PLANTAS DANINHAS.....	19
2.6	INTERFERÊNCIA POR PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MACIEIRA	22
2.7	LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLOGICO	26
2.8	CONTROLE QUÍMICO DE PD EM POMARES DE MACIEIRA.....	29
3	REFERÊNCIAS.....	38
4	CAPÍTULO 1. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM POMARES DE MACIEIRA NO PLANALTO SUL CATARINENSE	45
4.1	INTRODUÇÃO	47
4.1.1	Caracterização da área experimental	48
4.1.2	Método de amostragem	50
4.1.3	Variáveis avaliadas a análise de dados	52
4.2	RESULTADOS	52
4.3	DISCUSSÃO	58
4.3.1	Índices e valor de importância	58
4.3.2	Famílias botânicas	62
4.3.3	Trabalhos correlatos	62
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
4.5	CONCLUSÃO.....	63
4.6	REFERÊNCIAS	64
5	CAPÍTULO 2. CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS EM UM POMAR DE MACIERA COM MANEJO CONVENCIONAL	67
5.1	INTRODUÇÃO	69
5.2	METODOLOGIA.....	70
5.2.1	Área experimental, clima, solo	70

5.2.2	Delineamento experimental e tratamentos	70
5.2.2.1	<i>Aplicação dos tratamentos</i>	<i>72</i>
5.2.3	Variáveis avaliadas e análise de dados	73
5.2.4	Práticas culturais.....	75
5.3	RESULTADOS	76
5.3.1	Controle geral de PD	76
5.3.2	Controle de <i>Lolium multiflorum</i>	78
5.3.3	Controle de <i>Trifolium repens</i>.....	80
5.3.4	Controle de <i>Bidens spp</i>	83
5.3.5	Densidade de PD	85
5.3.6	Quantificação de frutos	89
5.3.7	Avaliação econômica	91
5.4	DISCUSSÃO	94
5.4.1	Controle químico	94
5.4.2	Quantificação de frutos	107
5.4.3	Avaliação econômica	109
5.4.4	Trabalhos correlatos	110
5.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
5.6	CONCLUSÃO.....	112
	REFERÊNCIAS.....	113
	ANEXO A – TRATOS CULTURAIS NO POMAR DE MACIEIRA NA	
	SAFRA 2021/22	116

1 INTRODUÇÃO

A área cultivada com macieiras no Brasil é de aproximadamente 33 mil hectares (ha) onde a maioria dos agricultores cultiva áreas inferiores a 10 ha (FAO, 2022). A cultura da macieira é de grande importância econômica para a região sul do Brasil, principalmente para o estado de Santa Catarina, que é o maior produtor da fruta e responsável por aproximadamente 50% da produção nacional (IBGE, 2022). O estado foi responsável pela produção de 447,4 mil toneladas distribuída em mais de 15 mil ha (IBGE, 2022). Mais especificamente, a região do Planalto Sul Catarinense é a principal região produtora, correspondendo em até 80% da produção catarinense.

Nesse sentido, a cultura da macieira nas regiões de altitude no sul do Brasil é uma importante atividade devido as condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento das plantas, a produção e a qualidade comercial dos frutos. Além disso, a macieira é uma cultura com alto valor agregado, com alto custo de produção e muito exigente em tecnologias para a obtenção de altas produtividades e lucratividade. A partir da década de setenta, através de estudos e pela expansão dos plantios, houve um aumento significativo na produção e na qualidade dos frutos, onde o Brasil passou de importador a exportador de maçãs (NAVA et al., 2007). Em função das exportações e da crescente competição globalizada, torna-se imprescindível aumentar a qualidade dos frutos para atender a demanda de mercados, paralelamente ao aumento da produtividade e à redução dos custos de produção.

A geração de novas tecnologias para a cadeia de produção de maçãs tende a aumentar a produtividade e a qualidade da produção. Entretanto, o Brasil ainda carece de conhecimentos tecnológicos regionais sobre técnicas de cultivo da macieira, existindo uma defasagem entre as necessidades tecnológicas de produção e a geração de conhecimentos científicos, incluindo a área de manejo e controle de plantas daninhas (PD).

No sistema de produção da cultura da macieira, o controle de PD é uma prática utilizada na condução anual dos pomares. As PD são aquelas espécies que emergem nos pomares em número suficientes ou não para causar prejuízos

econômicos e, como não sendo desejadas se justifica a adoção de práticas para redução da infestação (LORENZI, 2014).

A importância das PD em pomares de macieira está relacionada a competição, pois utilizam os mesmos recursos naturais, como luz, nutrientes, água e polinizadores, podendo reduzir a produção e a qualidade dos frutos (MACIEL et al., 2010). Além disso, podem causar dificuldade na realização dos tratamentos fitossanitários e nas operações manuais, como podas, arqueamento de ramos, raleio e colheita.

Para as decisões de manejo e controle de PD em pomares é muito importante o conhecimento da comunidade infestante para suportar as decisões no manejo e controle nos pomares (KUVA et al., 2007). Portanto, numa primeira etapa é necessário conhecer as espécies de PD presentes nos pomares, mediante a identificação, o conhecimento da biologia e as características morfofisiológicas da comunidade infestante. Também devem ser consideradas as principais espécies dominantes e épocas de ocorrência para possibilitar a priorização das medidas de manejo e controle com base em avaliações fornecidas pelos parâmetros fitossociológicos.

Um dos métodos mais utilizados no reconhecimento florístico em área agrícolas ou não agrícolas é o denominado estudo fitossociológico (ERASMO et al., 2004). O levantamento fitossociológico de PD é fundamental, pois a partir dos resultados obtidos é possível definir as estratégias de manejo (OLIVEIRA FREITAS, 2008), se constituindo numa importante ferramenta para análises de parâmetros (BRAUN-BLANQUET, 1979), fornecendo dados mais precisos da comunidade de plantas e suas relações (ERASMO et al., 2004; OLIVEIRA; FREITAS, 2008). A partir dessa etapa, pode-se decidir por qual dos métodos utilizar, se cultural, mecânico, físico, biológico, químico ou pela combinação deles (YANAGIZAWA; MAIMONI-RODELLA, 1999; KUVA et al., 2007; OLIVEIRA; FREITAS, 2008 e INOUE et al., 2012). Deste modo, os objetivos da pesquisa foram:

(i) conhecer a composição florística de PD em pomares de macieira na região do Planalto Sul Catarinense e (ii) avaliar alternativas de controle químico bem como o efeito sobre a produtividade de frutos, rentabilidade e custos da cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA MACIEIRA

A macieira (*Malus domestica* Bork.), pertence à ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Pomoideae, gênero *Malus*. É uma planta lenhosa, decídua, de clima temperado, porém adaptável a diferentes climas, sendo cultivada desde os trópicos até altas latitudes (IUCHI, 2006). A macieira é originária da China, onde se disseminou pelo mundo, principalmente nos países frios do hemisfério Norte (KVITSCHAL; COUTO; BRANCHER, 2019). Além disso, é uma planta de clima temperado, perene, com queda das folhas na estação mais fria do ano, com exigências climáticas específicas que estão presentes em áreas de altitude na região sul do Brasil (EPAGRI, 2006).

As principais áreas de cultivo no Brasil estão situadas nas regiões com maior altitude no sul do Brasil, ou seja, no Planalto Sul Catarinense (Serra Catarinense) e Meio-Oeste Catarinense no Estado de Santa Catarina, nos Campos de Cima da Serra no Estado do Rio Grande do Sul, na região de Palmas no Estado do Paraná e em outras áreas menores, onde as condições meteorológicas são favoráveis ao desenvolvimento e produção desta fruteira de clima temperado (EPAGRI, 2006).

De acordo com os dados da Produção Agrícola Municipal, Santa Catarina é o maior produtor brasileiro de maçã com 561,0 mil t ano⁻¹, e a Serra Catarinense foi responsável pela produção de 447,4 mil t, ou seja, 79,4% (IBGE 2022). As cultivares ‘Gala’, ‘Fuji’ e seus clones são responsáveis por mais de 95% da produção. Por ser uma cultura de alto valor agregado e alto custo de produção, o cultivo da macieira é muito exigente em tecnologias para a obtenção de alta produtividade e lucratividade.

As áreas de produção da macieira no sul do Brasil se caracterizam por clima temperado úmido de altitude, classificado por Köppen como Cfb, com verões amenos, chuvas bem distribuídas, sem estação seca definida e a temperatura do mês mais quente abaixo de 22°C. Em áreas com maior altitude na região do Planalto Sul Catarinense, a temperatura média do mês mais quente (fevereiro) é de 19,5°C e a do mês mais frio (julho) de 9,0°C, com precipitação

anual de 1.100 a 2.000 mm (PANDOLFO et al., 2002), com altitudes que variam de 800 a 1.500 metros.

Os solos dessa região são classificados como Cambissolos Húmicos e Neossolos Litólicos (SANTOS et al., 2018). Na Serra Catarinense, por exemplo, mais de 80% das áreas nos municípios de São Joaquim, Bom Jardim da Serra e Urubici, e 50% no município de Bom Retiro predominam os Neossolos. Esses se caracterizam por apresentarem pouca espessura de camada superficial, são solos rasos e com a presença de pedras. Os Cambissolos são predominantes no restante das áreas, e são solos jovens. Devido às características climáticas e de manejo, ambos possuem altos teores de matéria orgânica na camada superficial e baixa ou média fertilidade natural.

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Em 2022 foram produzidas, mais de 86 milhões de toneladas de maçã no mundo, das quais a China produziu em torno 46% desse volume e o consumo médio mundial da fruta é de 10 kg habitante⁻¹ ano⁻¹. O Brasil mesmo apresentando um consumo médio de metade da média mundial (5 kg habitante⁻¹ ano⁻¹), é o 11º maior produtor mundial de maçãs com uma produção anual de pouco mais de 1,3 milhão de tonelada (FAO, 2022).

A cultura da macieira tem um papel importante na economia da região sul brasileira, sendo que na safra 2021/22 foram colhidas 1,3 milhão de toneladas da fruta (ABPM, 2022), a maioria dessa produção são maçãs da cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’. Na safra 2021/22 houve uma queda de aproximadamente 30% em relação à safra 2020/21 em virtude da ocorrência de uma estiagem nos meses de dezembro e janeiro.

2.3 CULTIVAR ‘GALA’

A ‘Gala’ é uma cultivar desenvolvida na Nova Zelândia, cujo plantio teve início em 1965 (WHITE, 1995). Adapta-se bem em altitudes superiores a 1300 metros no sul do Brasil, necessitando de quebra de dormência artificial em altitudes inferiores. Precisa ser cultivada com cultivares polinizadores, como por

exemplo, 'Fuji', 'Sansa' ou 'Catarina'. (CAMILO; DENARDI, 2002), sendo a cv. 'Fuji' a principal polinizadora. A 'Gala' produz frutos atrativos de epiderme vermelho-rajada sobre o fundo amarelo e um dos principais cultivares brasileiros. Da 'Gala', da qual originou diversos mutantes como a 'Red Gala', 'Royal Gala', 'Imperial Gala', 'Maxi Gala' etc.

2.4 CULTIVAR 'FUJI'

O grupo Fuji é um importante cultivar mundial, desenvolvida no Japão. É uma planta vigorosa e de boa adaptação às regiões mais frias do Brasil, em altitudes superiores a 1300 metros. Produz frutos de tamanho médio a grande, avermelhado estriado sobre fundo esverdeado, de excelente conservação em refrigeração. Possui diversos mutantes como 'Fuji Kiko', 'Fuji Suprema' e 'Fuji Mishima' e outras. Podem ser polinizados por cultivares do grupo 'Gala', 'Golden Delicious', 'Granny Smith', entre outras (PETRI, 2002).

2.5 PLANTAS DANINHAS

O conceito de PD é relativo, pois, a rigor, nenhuma planta é exclusivamente nociva, mas sim, segundo Lorenzi (2008), as circunstâncias do local e o momento é que determinam a indesejabilidade. Na literatura são encontradas várias definições de PD, algumas mais amplas e outras mais restritas. Entre elas, Lorenzi (2014) define planta daninha como “qualquer vegetal que cresce onde não é desejado”, ou, “toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada” (BRIGHENTI, OLIVEIRA, 2011), ou, “qualquer planta ou vegetação que cresça espontaneamente em um local de atividade humana e que interfira nos objetivos ou cause prejuízos a essa atividade” (CARVALHO, 2013), ou ainda, “uma planta que emerge fora do lugar desejado” (BLANCO, 2014).

Portanto, pode-se notar que qualquer planta, de qualquer espécie, pode ser considerada planta daninha, se estiver ocorrendo espontaneamente em um local de atividade humana e se estiver interferindo, em algum momento ou durante todo o tempo, nessa atividade (SILVA et al., 2007; CARVALHO, 2013). Além disso, sob o ponto de vista botânico-ecológico, as PD são consideradas

plantas pioneiras, que evolutivamente se especializaram na ocupação de áreas agrícolas (LORENZI, 2008).

A ocorrência de PD nos cultivos agrícolas é considerada uma das principais causas de redução da produção global, tanto em culturas anuais ou perenes. O impacto sobre a produtividade é variável em função da cultura, espécies de PD presentes no ambiente, nível e duração da interferência, idade das plantas e as condições meteorológicas do local (CORREIA, 2014).

As informações disponíveis na literatura sobre os prejuízos são mais precisas nas culturas anuais, com estimativas médias em torno de 15 a 20%, podendo o prejuízo ser superior a 90%, caso a cultura não receba nenhum tipo de controle. Em culturas perenes, como citros, as perdas na produção decorrentes de infestações por PD são calculadas de 20 a 40%, se o controle não for realizado de forma adequada (CORREIA, 2014).

As PD crescem juntamente com as culturas agrícolas e, se não controladas, podem interferir no seu desenvolvimento, na produtividade e na qualidade do produto. As informações sobre manejo de PD em culturas anuais são mais abundantes e muitas delas precisam ser adequadas para o manejo de plantas perenes que requerem uma abordagem diferenciada. As culturas perenes são mais competitivas que às PD, tolerando mais a convivência, ao passo que as culturas anuais são muito sensíveis, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento (SOUZA, 2021).

Em condições de pomar, as plantas de macieira estão constantemente convivendo com as PD, disputando os recursos limitados do ambiente e, nestas condições, ambas competem por luz, água, nutrientes e espaço (VARGAS, ROMAN, 2006; LORENZI, 2014). A utilização dos recursos para o desenvolvimento das PD causa redução na disponibilidade para a cultura, podendo causar efeitos negativos sobre a produtividade e a qualidade dos frutos (DURIGAN, TIMOSSI, 2002).

Entretanto, os efeitos negativos não devem ser atribuídos somente à competição por recursos do meio, mas também resultantes de todas as pressões diretas do ambiente (competição, alelopatia e outras interferências) ou indiretas (hospedando pragas, doenças, nematoides e outras) (PITELLI, 2014; MACIEL,

2014). Nesse contexto, destacam-se em pomares de macieira algumas espécies de PD como azevém (*Lolium multiflorum*), trevo-branco (*Trifolium repens*) e picão-preto (*Bidens spp*).

O azevém (*Lolium multiflorum*) é uma espécie da família Poaceae de ciclo anual, que se constitui, com frequência, em planta indesejada em lavouras, pomares e florestas plantadas no sul do Brasil. A espécie possui fecundação cruzada ou alogamia que proporciona elevada heterozigose dos indivíduos, representando uma grande variabilidade na população (VARGAS; et al, 2007).

O azevém destaca-se pela sua importância como forrageira de inverno e pelo fornecimento de palha para o sistema de plantio direto sendo cultivada em diversas regiões de clima temperado (LUBBERSTEDT; SCHEJBEL; BACH, 2003). No sul do Brasil, a espécie se desenvolve de forma espontânea ou cultivada na maioria das áreas agrícolas no período de inverno e primavera, apresentando ciclo anual (VARGAS et al., 2006). É considerada uma planta daninha quando presente nos demais cultivos de inverno causando sérios prejuízos à produtividade e a qualidade dos grãos colhidos devido à elevada capacidade de competição (RIGOLI et al., 2008). Em cultivos perenes, como pomares de maçã, é comum a interferência nos primeiros anos, devido a competição por recursos naturais impedindo e retardando o estabelecimento das plantas.

O trevo-branco (*Trifolium repens*) é uma planta pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), e originada da Europa. Foi introduzida no Brasil com interesse forrageiro. Também é considerada uma das espécies herbáceas naturalizadas ou subespontâneas encontradas no Rio Grande do Sul (SCHNEIDER, 2007).

Como características morfológicas, a espécie apresenta um crescimento prostrado. O caule é do tipo estolonífero e a sua altura fica em torno de 20 cm. As raízes pivotantes são bem numerosas e podem atingir até 30 cm. As folhas são erguidas, digitadas, com ausência de pilosidade, trifoliadas, largamente pecioladas, bordas serrilhadas com estípulas e apresenta manchas claras em formas de “V”. A flor é branca e levemente cor-de-rosa com inflorescência formada em capítulo, umbeliforme, e contém de 30 a 40 flores. Prefere solos argilosos e corrigidos, com boa fertilidade e umidade, não sendo tolerante a solos

ácidos, salinos ou muito alcalinos. Pouco tolerante às altas temperaturas e reduzida precipitação. Seu crescimento é limitado em condições de frio ou calor extremos e seca. É razoavelmente tolerante à geada e ao sombreamento (FONTANELI, 2009).

O legume é linear e apresenta entre 2 até 4 sementes. O trevo-branco é planta que produz uma folhagem densa e abundante. Além disso, é uma excelente restauradora de solo, pode fixar o nitrogênio atmosférico, quando comparado a outros tipos de trevo, podendo fixar até 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹. Em anos cujo verão é seco, apresenta um comportamento de planta anual, podendo ser perenizado por ressemeadura natural. (FONTANELI, 2009).

O picão-preto (*Bidens spp*) é uma planta daninha herbácea, ereta, pertencente à família Asteraceae, com porte entre 20-130 cm, originária da América do Sul e amplamente distribuída nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, principalmente em áreas agrícolas (BARTOLOME; VILLASEÑOR; YANG, 2013; AMARAL et al., 2012; ABDOLU et al., 2010). Apresenta folhas simples, geralmente tripartidas, pecioladas e opostas. Sua floração ocorre três vezes ao ano, com capítulos florais terminais e axilares, com flores marginais e centrais amarelas. Seu fruto é um aquênio linear de 5 a 9 mm de comprimento e provida de 2-3 aristas aderentes (para *B. pilosa*) e 4 aristas (para *B. subalternans*); sua propagação é realizada via semente. É uma das mais sérias infestantes de lavouras anuais, pois uma única planta chega a produzir 3.000 a 6.000 sementes, que germinam assim que atingem a maturação, o que garante de 3 a 4 gerações anuais. Além disto, podem resistir de 3 a 5 anos quando enterradas no solo. (AMARAL et al., 2012).

2.6 INTERFERÊNCIA POR PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MACIEIRA

Uma população de plantas é composta por indivíduos de uma mesma espécie e grupos de populações de plantas que ocorrem juntamente caracterizam uma comunidade infestante. As populações variam em termos de fluxo de emergência, índice de mortalidade, taxas de crescimento e duração do ciclo de desenvolvimento (OLIVEIRA & FREITAS, 2008).

Em condições de pomar, as plantas de macieira crescem e se desenvolvem no mesmo ambiente que as comunidades de PD. Portanto, é possível considerar a cultura e as PD como parte de um mesmo ambiente em que vão existir interferências entre as espécies integrantes da comunidade. Na prática, a convivência entre a cultura e as PD é inevitável. Assim, a condução de uma cultura baseia-se na formação de um ambiente favorável ao seu crescimento, com reduzidas limitações de água, nutrientes e luz, sendo que essas condições também favorecem as PD, as quais poderão interferir no crescimento, desenvolvimento, produtividade e qualidade do produto colhido (PITELLI, 2014). Para reduzir ao mínimo a interferência da comunidade de PD sobre as culturas, de forma direta ou indireta, é que são adotadas as medidas de controle.

Para Souza (2021), a interferência se refere ao conjunto de ações que recebe determinada cultura em decorrência da presença de uma comunidade infestante no ambiente comum, sendo que a competição e a alelopatia são os mecanismos mais importantes.

Todos os recursos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas são passíveis de competição, como a radiação solar, os nutrientes e a água do solo, o gás carbônico, o oxigênio, o espaço, os polinizadores e outros. A competição por um recurso se instala quando sua disponibilidade no meio é inferior à demanda por parte das plantas que o utilizam (PITELLI, 2014). A falta de disponibilidade pode ser momentânea e ter pouca influência ou não. A competição por água é importante no ambiente e é mais comum em períodos com restrição hídrica no solo. A falta de água se traduz em prejuízos para a fotossíntese, com redução no crescimento e desenvolvimento das plantas, geralmente com consequências negativas.

A disputa por nutrientes se estabelece na relação entre plantas próximas. Quando não há limitação por água ou luz, a competição se manifesta por aqueles nutrientes que estão abaixo da demanda. Já a competição por luz é muito importante na interação entre culturas agrícolas e PD, sendo que a redução da disponibilidade está ligada ao sombreamento e as espécies variam muito quanto à sensibilidade. Também existe o impedimento físico de crescimento das raízes nos espaços de solo já ocupados por outras plantas. As plantas com

metabolismo fotossintético C4 apresentam elevadas taxas de crescimento sob elevada disponibilidade de radiação solar, geralmente suplantando as plantas com metabolismo C3 (PITELLI, 2014).

A disputa por espaço também está relacionada com a competição pelos demais recursos. Uma planta de crescimento mais rápido ocupa primeiro o espaço para a captação da radiação solar, diminuindo a disponibilidade para o crescimento e o desenvolvimento das demais. A competição é um processo físico, no qual, durante seu crescimento e desenvolvimento, as plantas modificam o ambiente ao seu redor e em consequência influenciam o crescimento de outras plantas (SOUZA, 2021).

As espécies de plantas cultivadas variam bastante em suas capacidades de competir e de suportar a competição imposta pelas comunidades infestantes. Também precisa ser considerado que as práticas culturais, como a aplicação de fertilizantes, a irrigação e os tratamentos fitossanitários nas plantas cultivadas, visam favorecer a competição da cultura em relação às PD. Outro tipo particular de competição pode ser estabelecido por polinizadores entre a cultura da macieira e a presença de algumas PD atrativas para as abelhas ou outros polinizadores que podem prejudicar a produção de frutos. Nessa situação o manejo dessas PD no pomar deve ser realizado no sentido de minimizar o problema. O exemplo típico é a presença de flores abundantes em trevo-branco nos pomares, atrativo às abelhas, com florada coincidente com as plantas de macieira. O manejo do trevo-branco mediante roçadas mecânicas nas entrelinhas do pomar, no período de florescimento da macieira, minimiza os eventuais prejuízos na polinização da macieira. De maneira geral as flores de macieira são menos atrativas às abelhas que muitas espécies de PD. Durante o período de frutificação as PD, principalmente do gênero *Bidens* e *Ipomoea*, interferem na incidência de luz solar. Além da própria competição pelo recurso, prejudicam o pegamento de cor dos frutos, prejudicando a sua qualidade e maturação. Além disso, causam transtornos durante os tratamentos fitossanitários e nas operações manuais como de podas, raleio e principalmente na colheita.

O período crítico de competição pode ser definido como o período em que a competição das PD com a cultura é mais severa e sua ocorrência normalmente causa redução no crescimento ou na produção da cultura (RONCHI et al., 2014).

Em pomares de macieira ocorrem algumas peculiaridades que levam em consideração a idade da cultura e a época do ano. É preciso fazer uma distinção entre pomares recém-implantados em formação e pomares estabelecidos em plena produção. Nos pomares em formação, até cerca de quatro anos, a competição com as PD é muito crítica. A planta jovem de macieira necessita de cuidados especiais para que seu crescimento e desenvolvimento sejam normais. Nesse período a cultura é mais sensível, sendo necessário mantê-la livre da competição, ao passo que os pomares adultos em produção podem tolerar mais a competição. No entanto, em ambas as situações é preciso manter uma faixa de controle na linha de plantio livre de PD durante o período vegetativo (MAGALHÃES et al., 2012; RONCHI et al., 2014). A Figura 1 ilustra a fenologia da macieira com o período de interferência por PD em um pomar produtivo.

Figura 1 - Fenologia da macieira e período de interferência por PD.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Na cultura da macieira, o período crítico de competição praticamente coincide com o período vegetativo, de outubro a abril, sendo que durante o inverno as plantas de macieira estão em repouso vegetativo, tolerando a permanência da vegetação espontânea, pela germinação e crescimento das plantas anuais de inverno. Isso traz benefícios para o pomar, como a proteção do solo contra erosão, a ciclagem de nutrientes, a retenção da umidade, o aumento da matéria orgânica e a melhoria da qualidade do solo (RONCHI et al.,

2014), indicando que a presença das PD pode ser desejável no pomar durante o inverno.

Apesar de se ter conhecimento sobre a interferência por PD em pomares de macieira, os estudos relacionados ao controle químico são incipientes em relação a eficiência no controle de PD no manejo integrado de PD (MIPD), econômica e ambiental.

2.7 LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLOGICO

Um dos métodos mais utilizados no reconhecimento florístico em área agrícolas ou não agrícolas é o denominado estudo fitossociológico (ERASMO et al., 2004), que conforme Araujo et al (2020), pode ser conceituado como a ecologia da comunidade vegetal e envolve as inter-relações de espécies vegetais no espaço e, de certo modo no tempo. A fitossociologia é o estudo das comunidades vegetais do ponto de vista florístico e estrutural (SARMENTO et al, 2015).

Portanto, o levantamento fitossociológico de PD é fundamental, pois a partir dos resultados obtidos é possível definir como, e o que pode ser feito, quanto ao manejo, já que as condições de infestação são variadas e as possibilidades de manejo são diversas (OLIVEIRA; FREITAS, 2008). O método fitossociológico é uma ferramenta muito importante que permite a identificação das PD infestantes e a realização de análises quantitativas das espécies observadas na área (SARMENTO et al, 2015), fornecendo dados específicos das espécies presentes e a sua relação com o total da comunidade infestante, e desta forma fazer inferências nas relações da flora existente (ERASMO et al., 2004; OLIVEIRA; FREITAS, 2008).

Levantamentos fitossociológicos são realizados em frutíferas com a finalidade de manejar a área e evitar perda de produtividade por meio da interferência com PD, bem como evitar o uso desnecessário de agroquímicos (YOUSEFI; RAHIMI, 2014; SENA et al., 2019). Além disso, levantamentos fitossociológicos devem ser realizados com frequência, pois permitirá conhecer as tendências de flutuação de importância de uma ou mais populações presentes na área (SARMENTO et al., 2015).

Em relação a comunidade infestante de PD presentes em pomares de macieira na região do Planalto Sul Catarinense, ainda não foram publicados trabalhos com informações sobre a cultura da macieira ou das plantas infestantes presentes na região do Planalto Sul Catarinense.

Segundo Araújo (2020), denominam-se parâmetros fitossociológicos os índices ou indicadores utilizados para caracterizar a estrutura de uma comunidade vegetal. A estrutura refere-se à disposição, organização e arranjo dos indivíduos dentro da comunidade vegetal tanto em altura (estrutura vertical) quanto em densidade (estrutura horizontal). Nesse sentido, segundo Araújo (2020), os principais indicadores para avaliar a fitossociologia são:

Densidade: refere-se ao número de indivíduos, de numa determinada população, ou mesmo da comunidade, presentes por unidade de superfície ou de volume. No Brasil, para fins agrícolas, a unidade de superfície mais comumente utilizada é o hectare (10.000 m²). Seria o grau de participação das diferentes espécies.

Frequência: refere-se à porcentagem de indivíduos de numa espécie em relação ao total de indivíduos da comunidade. É também designada como abundância relativa e dá numa ideia da participação, em termos numéricos, de uma população na comunidade. Está relacionado com a distribuição espacial das espécies.

Abundância: refere-se à intensidade de ocorrência de numa espécie nos vários segmentos geográficos da comunidade. É expresso em termos de porcentagem de amostras em que indivíduos de uma espécie foram detectados em relação ao número total de amostras efetuadas. A Abundância Relativa refere-se à porcentagem que representa a constância de uma população em relação à soma das constâncias de todas as espécies que constituem a comunidade.

Dominância: exprime a influência de uma espécie em relação à comunidade. É um parâmetro muito difícil de ser avaliado, devido à complexidade de fatores envolvidos na avaliação da atuação de uma espécie em relação a uma comunidade. No caso de comunidades infestantes se aceita que as espécies que detenham maiores acúmulos de matéria seca influenciem, em maior grau, no comportamento da comunidade. Considera-se como dominância

relativa de uma espécie a relação entre o peso da matéria seca acumulada pela espécie em relação ao peso de matéria seca total da comunidade infestante.

Valor de importância: é um índice complexo que envolve três fatores fundamentais na determinação da importância de uma espécie em relação à comunidade: (i) a frequência, ou seja, o que a população representa para a comunidade, em termos de números de indivíduos; (ii) a abundância ou seja, a facilidade em que indivíduos da espécie são detectados na área, comparando com as outras populações e; finalmente (iii) a dominância ou seja, o que representa a população em termos da biomassa acumulada pela comunidade. Assim, o valor da importância é calculado pela somatória da frequência mais a constância relativa mais a dormência relativa. Refere-se ao que representa o valor da importância de uma espécie, em relação à somatória dos valores de importância de todas as populações da comunidade.

Índice de valor de importância (IVI): expressa numericamente a importância de uma determinada espécie em uma comunidade, sendo determinado através da soma de seus valores de densidade, frequência e dominância, expressos em porcentagem.

Avaliação da similaridade: expressa a estimativa do grau de semelhança na composição de espécies entre populações botânicas. Utiliza-se o Índice de similaridade (IS) de Sorensen, $IS = [2a / (b + c)] \times 100$, em que a = número de espécies comuns às duas áreas; e b e c = número total de espécies nas duas áreas comparadas. Também pode-se utilizar o Índice de Jaccard (SJ), utilizando a mesma equação de IS, sendo a diferença que o número de espécies comuns às duas áreas não é multiplicado por dois. Tanto IS como SJ, variam de 0 a 100, sendo máximo quando todas as espécies são comuns às duas áreas e mínimo quando não existem espécies em comum.

Avaliação da diversidade: baseiam-se na abundância proporcional das espécies. Utiliza-se o Índice de Shannon-Wiener, ou simplesmente Índice de Shannon (H'). Esse índice apresenta duas premissas principais: (i) os indivíduos estão distribuídos aleatoriamente em uma população indefinidamente grande (efetivamente infinita); (ii) todas as espécies estão representadas. Onde é feito somatório de cada espécie do produto de pi, que representa a proporção da

iésima espécie na amostra em base logarítmica pode ser a 2, a 10 ou n. Quanto maior o valor de H' , maior a diversidade florística da área em estudo.

2.8 CONTROLE QUÍMICO DE PD EM POMARES DE MACIEIRA

O controle de PD nos pomares na região do Planalto Sul Catarinense é realizado utilizando a combinação do método mecânico, com roçadas nas entrelinhas para possibilitar a passagem de máquinas e equipamentos para realizar os tratamentos fitossanitários, e o método químico, com a aplicação de herbicidas na faixa de plantio, ou seja, na projeção da copa das plantas de macieira, com a realização de 3 a 5 aplicações durante o ciclo vegetativo da cultura (SOUZA, 2021).

Entretanto, diversas outras formas poderiam ser utilizadas. Por exemplo, na produção integrada de maçã (PIM) é preconizada a racionalização no uso de pesticidas com o incentivo do uso de técnicas que diminuam a competição por PD, uso adequado de recursos edafoclimáticos, levando em conta a proteção do meio ambiente e a diminuição de custos ao produtor (EPAGRI, 2006).

A aplicação de herbicidas na projeção da copa das plantas de macieira é a prática de controle mais utilizada durante o ciclo vegetativo das plantas, em função do crescimento das PD, com a dose recomendada de produtos à base de glyphosate, glufosinate, clethodim, saflufenacil e indaziflam (SOUZA, 2021).

Em muitas situações a aplicação não segue a recomendação técnica, com pouca rotação de herbicidas e uso repetido do mesmo ingrediente ativo. Essa prática aumenta o risco de resistência das PD aos herbicidas. Nesse contexto, o conhecimento da comunidade infestante é importante na sustentabilidade das melhores decisões de controle (KUVA et al., 2007).

Esse é o manejo mais adotado pelos produtores, que se caracteriza como controle integrado, com a aplicação de herbicidas ao longo das linhas de plantio e a utilização de roçadas mecânicas nas entrelinhas. Entretanto, diversas outras formas de controle poderão ser utilizadas, ou a combinação de métodos, mais recomendado para culturas perenes (SOUZA, 2021).

As estratégias de manejo e controle mais eficientes num pomar estão relacionadas ao controle eficiente de PD considerando a estrutura da

propriedade, sem interferência na produtividade e qualidade dos frutos, que seja econômico e com baixo impacto negativo ao ambiente.

No Brasil, vários estudos sobre o manejo e controle de PD foram realizados tanto em culturas perenes quanto anuais (CARVALHO; PITELLI, 1992; ERASMO et al., 2004; FONTES; SHIRATSUCHI, 2005; KUVA et al., 2007; OLIVEIRA; FREITAS, 2008; ADEGAS et al., 2010; MACIEL et al., 2010; INOUE et al., 2012), dentre eles, também com plantas frutíferas (YANAGIZAWA; MAIMONI-RODELLA, 1999; GOMES et al., 2010; LIMA et al., 2015). Mas as informações publicadas sobre manejo e controle de PD na cultura da macieira em Santa Catarina são poucas.

Existem diferentes herbicidas no mercado com diferentes mecanismos de ação, ingredientes ativos, formulações, formas de aplicação, indicados para controle de determinadas PD em determinadas culturas. Na cultura da macieira, para cada situação ou problema, existem algumas opções de controle. O herbicida precisa estar registrado para a cultura e ser eficaz no controle de determinada espécie planta daninha com a menor dose possível. Por isso, exige certas condições de aplicação para ser efetivo. Cada herbicida possui uma recomendação técnica de dose e condições de aplicação que garante a eficácia (SOUZA, 2021).

Os herbicidas podem ser classificados de diferentes formas, considerando as características relacionadas ao comportamento que possibilitam formar grupos, embora nenhuma delas seja totalmente completa ou definitiva (OLIVEIRA JR., 2011a). Podem ser considerados na classificação sua atividade herbicida, translocação, modo de aplicação e ação, ou podem ser classificados segundo sua estrutura química ou mecanismo de ação (LORENZI, 2014; OLIVEIRA JR., 2011b).

Os herbicidas classificados como de pré-emergência, devem ser aplicados no solo antes da emergência das PD, pois precisam ser absorvidos pelas raízes, ou outras estruturas subterrâneas antes, durante e imediatamente após a germinação. A eficácia desses herbicidas depende do teor de umidade no solo, ou seja, precisam ser aplicados com solo úmido, pois é na solução do solo que atuam em processos como a germinação de sementes ou o crescimento radicular (OLIVEIRA JR., 2011a; OLIVEIRA JR., 2011b). Já os

herbicidas aplicados em pós-emergência, a aplicação deve ser feita após a emergência das PD e dirigida às mesmas. Os herbicidas precisam ser absorvidos em maior parte pelas folhas e demais partes verdes das PD. O estágio das PD é muito importante para a eficiência dos produtos. As aplicações geralmente são recomendadas para serem feitas nas fases iniciais de desenvolvimento das PD até a fase de florescimento.

Quanto a translocação, os herbicidas com ação de contato: são herbicidas que não se translocam na planta ou com mobilidade muito limitada no vegetal. Só causam danos nas partes onde entram em contato direto com os tecidos, necessitando de uma boa cobertura na aplicação, ou então podem matar a planta inteira quando atingem os pontos de crescimento. São menos eficientes para controle de PD perenes, que são capazes de recuperar seu desenvolvimento por suas estruturas subterrâneas de reprodução vegetativa. O efeito normalmente é rápido e agudo, podendo se manifestar em poucas horas (VARGAS et al, 2003). Por sua vez, os herbicidas sistêmicos que atuam por modos mais complexos, podendo exercer sua atividade próximo ao ponto de entrada ou atuar em pontos distantes desse local. Normalmente são caracterizados pelo efeito mais demorado e persistente. A translocação pode ocorrer pelo floema, xilema ou ambos, dependendo do herbicida e da época de aplicação. As condições meteorológicas e de umidade no solo são muito importantes e interferem no resultado da aplicação. Para ter o efeito desejado sobre as PD, estes herbicidas precisam que as plantas estejam em plena atividade metabólica. São herbicidas de absorção mais lenta e podem sofrer maior influência de chuvas logo após a aplicação (VARGAS et al, 2003).

Quando a seletividade, os herbicidas seletivos: são aqueles que matam ou restringem severamente o crescimento das PD, sem causar prejuízos às espécies de interesse, no caso a cultura da macieira (OLIVEIRA JR., 2011b; OLIVEIRA JR. E INOUE, 2011). A dose de aplicação deve ser aquela com a qual as PD sejam efetivamente controladas, com pouco ou nenhum dano para as plantas cultivadas (OLIVEIRA JR., INOUE, 2011). Já os herbicidas de ação total são herbicidas de amplo espectro de ação que atuam indiscriminadamente e são capazes de controlar ou causar injúrias severamente em partes verdes das plantas, quando aplicados nas doses recomendadas (OLIVEIRA JR., 2011a). Na

aplicação de herbicidas em pomares pode-se ter a seletividade por posição, na qual se aplicam herbicidas com ação de pós-emergência e controle total, em jato dirigido sobre as PD sob a copa das plantas. Dessa forma, viabiliza-se a aplicação de herbicidas de ação total, sistêmicos ou de contato em pomares, cuidando para evitar que a calda entre em contato com as partes verdes das plantas de macieira.

Nesse contexto, pode-se utilizar outro tipo de classificação quanto ao espectro de controle em graminicidas, latifolicidas e ação total (LORENZI, 2014) como os herbicidas graminicidas ou de folhas estreitas, que são aqueles capazes de controle apenas das PD da classe Liliopsida (monocotiledôneas) ou de folhas estreitas (LORENZI, 2014). Já herbicidas latifolicidas ou de folhas largas são aqueles capazes de matar apenas as plantas da classe Magnoliopsida (dicotiledôneas) ou de folhas largas. Entretanto, segundo Lorenzi (2014), essa classificação tem exceções e nem sempre é adequada, pois espécies de trapoeraba (*Commelina spp.*), da família Commelinaceae, por exemplo, é uma planta daninha de folhas largas, mas é uma Liliopsida e responde aos herbicidas latifolicidas, bem como as PD da família Cyperaceae (tiriricas), que têm folhas estreitas e são sensíveis aos herbicidas latifolicidas ou para controle de plantas com folhas largas. Segundo Souza (2021), para a cultura da macieira, existem poucos mecanismos de ação de herbicidas com registro para controle de PD na cultura da macieira. São eles:

- a) Inibidores da EPSPs: inibem a ação da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (Grupo 9).
- b) Inibidores da GS: inibem a ação da enzima glutamina sintetase (Grupo 10).
- c) Inibidores da ACCase: Inibe a ação da enzima acetil coenzima A carboxilase (Grupo 1).
- d) Inibidores da PROTOX: Inibe a ação da enzima protoporfirinogênio oxidase (Grupo 14).
- e) Inibidores da biossíntese de celulose (Grupo 29).
- f) Inibidores do Fotossistema I (FSI) (Grupo 22).

Para Oliveira Jr. (2011a), o tratamento herbicida é a combinação de um determinado herbicida aplicado na dose e na época, conforme a recomendação técnica.

A produção na atividade agrícola requer escolhas racionais e a utilização eficiente dos fatores produtivos. Dessa forma, o conhecimento do custo da produção agrícola é essencial para a gestão do empreendimento rural, sendo ferramentas de controle e gerenciamento das atividades produtivas e de geração de importantes informações para subsidiar as tomadas de decisões pelos produtores rurais. Esse processo de tomada de decisão reflete no seu custo total, que, por sua vez, impacta os resultados da atividade. Para tanto, é fundamental o produtor conhecer a viabilidade econômica de seu negócio, para que possa gerenciar sua propriedade de forma clara, objetiva e com sustentabilidade (OLIVEIRA, 2019).

O retorno econômico dos tratamentos (RE) demonstra o quanto o controle de PD retornou monetariamente, se comparado à testemunha sem controle de PD. Esse indicador demonstra, de forma incisiva, que em situações com alta infestação de PD há desvantagem financeira no uso de produtos com ação imediata, residual no solo e do controle em associação (com herbicidas aplicados em pré e pós emergência), em relação ao controle baseado somente em pós-emergência de PD. A baixa eficiência dos herbicidas, resulta em perda financeira, ou em vantagem não significativa em relação ao não-controle de PD (OLIVEIRA, 2019). A gestão dos gastos com os insumos e serviços em cada fase produtiva do pomar é fundamental para a administração eficiente e eficaz de uma unidade produtiva agrícola, sendo o retorno econômico, produtividade e custo, indicadores importantes para as escolhas do produtor

Em relação aos herbicidas utilizados nesse experimento, o glyphosate é um herbicida que funciona através da inibição da enzima A 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), que é uma enzima importante na síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano. O glyphosate atua inibindo a EPSPs em uma das etapas da síntese desses aminoácidos aromáticos. Uma das consequências imediatas é a elevação dos níveis de amônia fitotóxica, bem como de glutamina e glutamato, com bloqueio da síntese dos aminoácidos e de compostos secundários como algumas

vitaminas, reguladores de crescimento e outros (FONTES et al., 2003; OLIVEIRA JR., 2011b; RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

Em consequência ocorre redução na eficiência fotossintética e menor produção de aminoácidos aromáticos, com paralisação do crescimento e morte das plantas (FONTES et al., 2003; OLIVEIRA JR., 2011b).

O herbicida glufosinate atua na inibição da enzima glutamina sintetase (GS), que converte o glutamato e a amônia em glutamina em rotas metabólicas presentes nos cloroplastos em plantas. A glutamina sintetase desempenha muitas funções importantes nas plantas, como a assimilação de amônio, síntese de aminoácidos, interfere na fotorrespiração e se constitui numa enzima fundamental na fixação de carbono (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

Ela transforma nitrogênio na forma inorgânica absorvida pelas raízes sob forma nítrica sendo reduzida à forma amoniacal (NH_4^+) pela ação da enzima nitrito redutase (VIDAL et al., 2014). Esta forma reduzida de nitrogênio é transformada, pela enzima GS, em uma forma orgânica (glutamina), a qual é assimilável pela planta. Além disso, a enzima GS também recicla amônio proveniente de outras fontes do metabolismo vegetal, produzido na redução dos nitratos, na degradação dos aminoácidos e na fotorrespiração (OLIVEIRA JR., 2011b e VIDAL et al., 2014).

A aplicação de glufosinate leva à inibição da ativação da GS, causando acúmulo rápido de altos níveis de amônia e inibindo reações nos fotossistemas I e II (OLIVEIRA JR., 2011b).

O efeito rápido da aplicação de glufosinate em plantas tem sido atribuído ao elevado acúmulo de amônia como a principal causa, mas estudos recentes demonstram que o motivo da fitotoxicidade rápida é devido ao acúmulo de formas reativas de oxigênio, que formam radicais livres e causam a peroxidação da membrana lipídica e a morte das células (TAKANO et al., 2019 e TAKANO et al., 2020).

A inibição da GS leva ao acúmulo de amônia e metabólitos da via fotorrespiratória, interrompendo a fotorrespiração, assimilação de carbono e perturbando o fluxo de elétrons nas reações com a presença de luz, que sobrecarregam o sistema antioxidante e os elétrons são então aceitos pelo O_2 e, como consequência, ocorre a peroxidação lipídica e a rápida ação do glufosinate

(TAKANO et al., 2020). Portanto, o glufosinate é tóxico para as plantas não por causar acúmulo de amônia, nem pela inibição dos assimilados de carbono, mas pelas formas reativas de oxigênio produzidas que conduzem à peroxidação lipídica das membranas celulares e à morte celular (TAKANO; DAYAN, 2020).

O diquat por sua vez, é um herbicida inibidor do fotossistema I (FSI) não seletivo usados para o controle de toda a vegetação existente atuando também como dessecantes na pré-colheita. O diquat funciona como acceptor de elétrons do FSI (OLIVEIRA JR., 2011b). Em circunstâncias normais, os elétrons levados a níveis de energia superiores pelo centro de reação P700 são transferidos a ferredoxina, que por sua vez, os transfere para o NADP⁺, transformando-os em NADPH. Esses elétrons são a fonte de energia para os processos biossintéticos celulares. Quando o diquat está presente, interage com a ferredoxina, competindo pelo NADP⁺ como acceptor de elétrons. Dessa forma, o herbicida ganha um elétron e se reduz, rapidamente transferem o elétron ao oxigênio molecular formando o anión superóxido (O₂⁻), que é altamente reativo e tóxico. Essa interferência causa necrose em questão de horas após a aplicação do diquat (MARKHELL et al, 2006).

Todo este processo ocasiona a formação dos radicais livres. Estes radicais são instáveis e rapidamente sofrem a auto oxidação. Durante o processo de auto oxidação são produzidos radicais de superóxidos, os quais sofrem o processo de dismutação, para formarem o peróxido de hidrogênio. Este composto e os superóxidos, na presença de magnésio, reagem, produzindo radicais hidroxil. Essa substância promove a degradação rápida das membranas (peroxidação de lipídios), ocasionando o vazamento do conteúdo celular e a morte do tecido (MARKHELL et al, 2006).

O herbicida clethodim atua como inibidor da enzima Acetil-coenzima A carboxilase (ACCase) e pertencem a três grupos químicos. A maioria dos herbicidas atua na inibição de proteínas nos cloroplastos em rotas metabólicas presentes em plantas, inibindo a atividade da enzima ACCase responsável pela biossíntese dos ácidos graxos, com bloqueio da produção de fosfolipídios usados na construção de novas membranas necessárias para o crescimento celular, causando a inibição da divisão celular, formação de cloroplastos e diminuição da respiração, com a imediata paralisação do crescimento das

gramíneas (OLIVEIRA JR., 2011b; VIDAL et al., 2014; RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

É encontrada nos plastídios, converte acetil coenzima A (Acetil co-A) à malonil-coenzima-A (malonil co-A), através da adição de CO_2 (HCO_3^-) à acetil co-A, no primeiro passo do processo de biossíntese dos ácidos graxos, o que requer a intervenção da enzima ACCase. (OLIVEIRA JR., 2011b; VIDAL et al., 2014).

Os herbicidas saflufenacil e flumioxazin atuam inibindo a formação da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), impedindo a síntese de clorofila (OLIVEIRA JR., 2011b; RODRIGUES e ALMEIDA, 2018). São também denominados inibidores da síntese do tetrapirrole ou inibidores da síntese de protoporfirina IX (OLIVEIRA JR., 2011b).

A enzima PROTOX está presente nos cloroplastos e mitocôndrias das células vegetais, que oxidam protoporfirogênio para produzir protoporfirina IX, precursora da clorofila e de grupamentos heme (necessários para a transferência de elétrons), que, portanto, estão envolvidos na captação de luz. Sua inibição é capaz de afetar a produção dos compostos de ambas as rotas (GROSSMANN et al., 2010; CARVALHO, 2013; VIDAL et al., 2014).

A aplicação de herbicidas inibidores da PROTOX interrompe a capacidade de síntese destes compostos em plantas sensíveis. O resultado da aplicação desses herbicidas é o acúmulo de protoporfirina IX no citoplasma, um pigmento fotodinâmico que, em presença de luz e oxigênio molecular, gera radicais livres (oxigênio singleto), ânion superóxido e o peróxido de hidrogênio. Essas formas reativas de oxigênio promovem o estresse oxidativo, pois são moléculas altamente reativas, provocando a peroxidação dos lipídeos das membranas, extravasamento de água e íons, interrupção da fotossíntese, branqueamento de pigmentos dos cloroplastos e consequente morte celular (GROSSMANN et al., 2010; OLIVEIRA JR., 2011b; VIDAL et al., 2014).

Esse efeito pode ser observado cerca de 1 a 2 horas após a aplicação dos herbicidas e a redução dos níveis de ascorbato e glutatona, bem como ocorrem danos ultraestruturais (VIDAL et al., 2014). A seletividade em espécies tolerantes é devida à barreira física e ocorre também pela metabolização mais rápida do produto.

Algumas injúrias podem ocorrer em plantas tolerantes caso as aplicações sejam realizadas em desacordo com as recomendações descritas. A seletividade das culturas tolerantes pode variar de acordo com a dose utilizada, a época de aplicação, as condições climáticas, o tipo de solo, a baixa fertilidade, o alto pH do solo e a deficiência hídrica (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

O herbicida pyroxasulfone atua no crescimento inicial de plantas inibindo a enzima que catalisa a biossíntese dos ácidos graxos, que é uma das enzimas do grupo das sintetases de ácidos de cadeia longa, chamadas SAG. Sua inibição impede a elongação dos ácidos graxos e, assim, a formação de ceras e suberina, que são importantes para a formação da camada cerosa que reveste as plântulas e impede a perda de água.

As espécies suscetíveis não emergem. O efeito na parte aérea de plântulas é a redução da elongação celular. As plântulas, quando emergem, os brotos são encarquilhados nas laterais do coleóptilo (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

Por fim, segundo (SOUZA, 2021), o mecanismo de ação do indaziflam ainda não está totalmente esclarecido, mas as informações disponíveis indicam que é um inibidor da biossíntese de celulose. Atua inibindo a formação da parede celular, na formação de celulose com efeitos sobre a divisão e o alongamento celular, ou seja, sendo inibidor do crescimento inicial com modo de ação em pré-emergência nas PD.

3 REFERÊNCIAS

ABDOU, R. et al. **Botryorhodines A–D, antifungal and cytotoxic depsidones from *Botryosphaeria rhodina*, an endophyte of the medicinal plant *Bidens pilosa***. *Phytochem.*, v. 71, p. 110–116, 2010.

ADEGAS, F.S.; OLIVEIRA, P.M.; VIEIRA, O.V.; PRETE, C.E.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol**. *Planta Daninha*, v.28, n.4, p.705-716, 2010.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <<http://www.agrofit.com.br>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

AMARAL, P.A. et al. **Fitoterapia Racional: aspectos taxonômicos, agroecológicos, etnobotânicos e terapêuticos**. Florianópolis: DIOESC. 2012.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA MAÇÃ. MAÇÃ BRASILEIRA NO ANUÁRIO DE HORTI & FRUTI – ABPM 2022. Disponível em: <https://www.abpm.org.br/maca-e-tudo-de-bom/maca-brasileira-no-anuario-de-horti-fruti-2022>. Acesso em 10 de outubro. 2022.

ARAÚJO, H. H. R. et al. **Levantamento fitossociológico das plantas daninhas em diferentes frutíferas de clima temperado no Município de Lavras – MG**. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v.9, n.8, e964986553, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6553>.

BARTOLOME, A.P.; VILLASEÑOR, I.M.; YANG, W-C. “*Bidens pilosa* L. (Asteraceae): **Botanical Properties, Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology**” *eCAM*: p. 1-51, 2013

BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, M.F. **Biologia de plantas daninhas**. In: OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-36.

CAMILO, A. P.; DENARDI F. **Cultivares: descrição e comportamento no sul do Brasil**. In: *A cultura da macieira*. Florianópolis, SC, 2002. p113-168.

CARVALHO, L.B. **Plantas daninhas**. 1.ed., Lages: CAV, 2013, 82p.

CARVALHO, S.L.; PITELLI, R.A. **Levantamento e análise fitossociológica das principais espécies de plantas daninhas de pastagens da região de Selvíria, MS**. *Planta Daninha*, v.10, n.1/2, 1992.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 431p.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Planalto Sul Catarinense** – UPR 3. Florianópolis. 2002. 76 pp.

EPAGRI, **A cultura da macieira**. 2ed. Florianópolis, 2006. 743p.

ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A.; COSTA, N.V. **Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo**. Planta daninha, v.22, n.2, p.195-201, 2004.

FAO –Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT – Statistics Division**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, acesso em: 10 de outubro. 2022

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. **Ecologia de lãs malas hierbas**. In: GARCIA; TORRES, L. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. P.49-69.

FERREIRA, D.F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.8. Lavras-MG: UFLA, 2018.

FONTANELI, Renato Serena; SANTOS, HP dos; FONTANELI, Roberto Serena. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sulbrasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. PAIM, Nilton R.; RIBOLDI, João. **Dois novas cultivares de trevo-branco comparadas com outras disponíveis no Rio Grande do Sul, em associação com gramíneas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 29, n. 1, p. 01-91, 1994.

FONTES, J.R.A.; SHIRATSUCHI, S. **Levantamento florístico de plantas daninhas em lavoura de milho cultivada no Cerrado de Goiás**. Embrapa Cerrados, 2005, 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Cerrados; 144).

GAZZIERO, D.L.P.; LOLLATO, R.P.; BRIGHENTI, A.M.; PITELLI, R.A.; VOLL, E. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. 2ed. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 126p.

GOMES, G.L.G.C.; IBRAHIM, F.N.; MACEDO, G.L.; NOBREGA, L.P.; ALVES, E. **Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na bananicultura**. Planta Daninha, v.28, n.1, p.61-68, 2010.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola - Lavoura Permanente**. Acesso em 10 de outubro de 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/pesquisa/15/11979>

INOUE, M.H.; SILVA, B.E.; PEREIRA, K.M.; SANTANA, D.C.; CONCIANI, P.A.; SZTOLTZ, C.L. **Levantamento fitossociológico em pastagens**. Planta Daninha, v.30, n.1, p.55-63, 2012.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: **A cultura da macieira**. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.) Florianópolis, p. 59-104, 2006.

KVITSCHAL, M. V.; COUTO, M.; BRANCHER, T. L. Variedades de macieira: cenário Internacional e Nacional. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 18326- 18334, 2019. DOI: DOI:10.34117/bjdv5n10-091.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1992. 798p.

KRENCHINSKI, F.H.; ALBRECHT, L.P; CESCO, V.J.S.; RODRIGUES, D.M.; CORDEIRO, J. **Levantamento florístico e fitossociológico de plantas daninhas: uma revisão dos métodos encontrados**. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. Maringa, Pr. v.8, n1, p.217-228, 2015. Disponível em: < <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/3164/2536> > Acesso em: 28 nov. 2021.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A. **Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua**. Planta Daninha, v.25, n.3, p.501-511, 2007.

LIMA, L.K.S.; ARAÚJO, R.C.; SANTOS, J.P.S.; QUEIROZ, M.F. **Fitossociologia de plantas daninhas em pomar de goiabeira em diferentes épocas de amostragem**. Revista Biociências: Taubaté, SP, v.21, n.1, p.45-55, 2015.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 4ª ed., Nova Odessa: Plantarum, 2008. 672p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e de controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7ª ed., Nova Odessa: Plantarum, 2014.383p.

LUBBERSTEDT, T.; SCHEBEL, A. B.; BACH, H. P. **Development of ryegrass alieil especific (GRASP) markers sustainable grassland improvement: a new EU framework V Project**. Genetics and Plant Breeding, v. 39, p. 125-129,2003.

MACIEL, C.D.G.; POLETINI, J.P.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em cafezal orgânico**. Bragantia: Campinas. SP, v.69, n.3, p.631-636, 2010.

MAGALHÃES, C.E.O.; RONCHI, C.P.; RUAS, R.A.A.; SILVA. M.A.A.; ARAÚJO, F.C.; ALMEIDA, W.L. **Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café**. Planta Daninha, v. 30, n. 3, p. 607-616, 2012.

MANLY, B.J.F. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229p.

MARKWELL, J.; NAMUTH D.; HERNANDEZ-RIOS, I. **Introducción a los herbicidas que actúan a través de la fotossíntesis**. 2006. Disponível em: http://plantasoilindsoil.unl.edu/croptechology2005/weed_science/ Acesso em 12 de dezembro de 2021.

MARTINS, F.R. **Esboço histórico da fitossociologia florestal no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Botânica, 1985, Curitiba. Anais...Curitiba: IBAMA, 1985. P.33-60.

MASCARENHAS, M.H.T.; **Flora infestante em pastagem degradada sob recuperação, pelo sistema de integração lavoura-pecuária, em região de Cerrado**. R. Bras. Milho Sorgo, v.8, n.1, p.41-55, 2009.

MOREIRA, H.J.C.; BRAGANÇA, H.B.N. **Manual de identificação de plantas infestantes**. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011. 1017p.

MÜELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H.A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547p.

NACHTIGALL, G.R.; FIORAVANÇO, J.C.; HOFFMANN, A. Macieira. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.) **Agrometeorologia dos cultivos – O fator meteorológico na produtividade dos principais cultivos anuais e perenes no Brasil**. 1.ed. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. P.451-464.

NAVA, G.; DECHEN, A.R; NACHTIGALL, G.R. **Nitrogen and Potassium Fertilization Affect Apple Fruit Quality in Southern Brazil**, **Communications in soil science and plant analysis**, v. 39, n.1-2, p. 96-107, 2007.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar**. Planta Daninha, v.26, n.1, p.33-46, 2008.

OLIVEIRA, M. A. **Análise técnica e econômica de tecnologias de resistência a herbicidas em cultivares de soja**. Dissertação de mestrado. UNICRUZ, 2019.

OLIVEIRA JR., R.S. **Introdução ao controle químico**. In: OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, p.125-139, 2011a.

OLIVEIRA JR., R.S. **Mecanismos de ação de herbicidas**. In: OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, p.141-191, 2011b.

OLIVEIRA JR., R.S.; INOUE, M.H. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, p.343-261, 2011.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JR., V.P.; MASSIGNAM, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-Rom.

PEREIRA, L.B.; SIMIONI, F.J.; CARIO, S.A.F. **Evolução da produção de maçã em Santa Catarina: novas estratégias em busca de maior competitividade**. Revista Ensaios FEE, Porto Alegre, v.31, n.1, p.209-234, 2010.

PETRI, J. L. **Formação de flores, polinização e fertilização**. In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis, SC, 2002. p. 229-260.

PITELLI, R.A. **Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas**. J. Conseb, v.1, n.3, p.1-7, 2000.

PITELLI, R.A. **Competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas**. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, p.61-81, 2014.

PROTAS, J. F. da S.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; FREIRE, J.M. (editores). **Manejo da cultura da macieira no sistema de produção integrada de frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 164p.

RIGOLI, R.P.; AGOSTINETIO, D.; SCHAEDELER, CE.; DALMAGRO, T.; TIRONI, S. **Habilidade competitiva de trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*)**. Planta Daninha, v. 26, n. 1, p.93-100, 2008.

RODRIGUES, N.R.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed. Londrina: Midiograf, 2018. 764p.

RONCHI, C.P.; FERREIRA, R.T.; SILVA, M.A.A. **Manejo de plantas daninhas na cultura do café**. In: MONQUERO, P.A. (org.) **Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas**. São Carlos: Rima Editora, p.132-154, 2014.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.

SANTOS, J. P.; NETTO, A. C. M.; ARIOLI, C. J. **Principais pragas e seu controle**. IN: SEZEREINO, A.A. (Org.) **Sistema de produção para a cultura da macieira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2018. 21 p. (Sistema de produção, 50).

SARMENTO, H.G. S., FILHO, J. M. C., Aspiazú, I., RODRIGUES, T. M., & FERREIRA, E. A. (2015). **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de bananicultura no Vale do Rio Gorutuba**, norte de Minas Gerais. Revista Agroambiente On-line, 9(3), 308-316.

SCHNEIDER, Angelo Alberto. **A flora naturalizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas**. Biociências, v. 15, n. 2, p. 257-268, 2007.

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

SOUZA, Z. S. **Manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira**. Florianópolis: Epagri, 2021, 98p. (Epagri. Boletim Técnico, 202)

SOUZA, Z.S.; PASA, M.S.; CIOTTA, M.N.; KATSURAYAMA, J.M.; BRIGHENTI, A.F. **Levantamento fitossociológico de plantas espontâneas na fase de brotação em pomares de macieira na região de São Joaquim, SC**. Enfrute. Fraiburgo: Epagri, p.85, 2017.

TAKANO, H.K.; BEFFA, R.; PRESTON, C.; WESTRA, P.; DAYAN, F.E. **A novel insight into the mode of action of glufosinate: how reactive oxygen species are formed**. Photosynthesis Research. 144: 361-372, 2020.

TAKANO, H.K.; BEFFA, R.; PRESTON, C.; WESTRA, P.; DAYAN, F.E. **Reactive oxygen species trigger the fast action of glufosinate**. Planta. 249: 1837-1849, 2019.

TAKANO, H.K.; DAYAN, F.E. **Glufosinate-ammonium: a review of the current state of knowledge**. Pest Manag. Sci., 2020. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/342415761_Glufosinate-ammonium_a_review_of_the_current_state_of_knowledge. Acesso em 06 jul. 2021.

VARGAS, L.; MORAES, R.MA; BERTO, CM. **Herança da resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao glyphosate**. Planta daninha, v.25, n.3, p. 567-571, 2006.

VARGAS, L. **Identificação e manejo de resistência a herbicidas em pomares**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2003 (Circular Técnica, 42). ISSN 1516-5914.

VARGAS, L.; OLIVEIRA, O. L. P. de **Manejo das plantas daninhas em fruticultura sob sistema de produção convencional, integrada e orgânica**. Bento Gonçalves: Embrapa/CNPUV, 2003. 8p. Acesso em 18 mar. 2013. Disponível

em:http://www.cnpuv.embrapa.br/download.php?file=tecnologias/pin/pdf/p_14.pdf

YANAGIZAWA, Y.A.N.P.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S. **Composição florística e estrutura da comunidade de plantas do estrato herbáceo em áreas de cultivo de árvores frutíferas.** Planta Daninha, v.17, n.3, p.459-468, 1999.

YOUSEFI, A. R., & RAHIMI, M. R. (2014). **Integration of soil-applied herbicides at the reduced rates with physical control for weed management in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.).** Crop Protection,63(1), 107-112.

WHITE, A. G. **The ‘Gala’ apple,** Fruit variety journal, v. 1, n 45, p 2-3. 1991.

4 CAPÍTULO 1. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS EM POMARES DE MACIEIRA NO PLANALTO SUL CATARINENSE

RESUMO

A maçã brasileira é a fruta com maior volume de exportação no primeiro semestre de 2022. O Planalto Sul Catarinense é responsável por cerca de 39% da produção nacional. Desse modo, o manejo de PD torna-se indispensável do ponto de vista agrônomo e o levantamento fitossociológico permite conhecer a dinâmica das PD para que medidas de prevenção e controle sejam mais efetivas. Nesse contexto, objetivou-se nesse capítulo realizar um levantamento fitossociológico das PD em pomares convencionais de macieira na região do Planalto Sul Catarinense. O levantamento foi realizado em 20 pomares em seis épocas distintas com avaliação a cada dois meses. O número de pomares por município na região foi determinado conforme a importância na cadeia produtiva da maçã. As identificações das PD foram baseadas através de análise do material com consulta à literatura especializada, posteriormente a identificação, houve a classificação e análise da estrutura da comunidade, fazendo o agrupamento em espécies e famílias. As variáveis avaliadas foram Densidade, Frequência, Abundância, Índice de Valor de Importância (IVI), Diversidade, Equitabilidade e Similaridade. As espécies *Lolium multiflorum* e *Trifolium repens* apresentaram maiores valores de IVI em todas as épocas de avaliação bem como as famílias Poaceae e Fabaceae foram as mais representativas. De modo geral, a comunidade infestante teve valores elevados nos índices de diversidade e equitabilidade. As épocas apresentaram diferentes valores de similaridade da comunidade infestante, sendo o período entre julho e agosto que possui a comunidade infestante menos similar as demais épocas do ano. Portanto, foi possível verificar uma comunidade infestante diversa, equilibrada e distinta nos pomares de macieira do Planalto Sul Catarinense.

Palavras-chave: *Malus domestica*; Valor de Importância; Diversidade; Equitabilidade; Similaridade.

ABSTRACT

The apple is the more exported by Brazil in volume in the first half of 2022. The Southern Highlands of Santa Catarina, Brazil, is responsible for about 39% of national production. Thus, the management of weeds becomes essential from an agronomic point of view and the phytosociological survey allows knowing the dynamics of weeds so that prevention and control measures are more effective. In this context, the objective of this chapter was to carry out a phytosociological survey of weeds in apple orchards in the Southern Highlands of Santa Catarina, Brazil. The survey was carried out in 20 orchards in six different periods with evaluation every two months. The number of orchards per municipality in the region was determined according to their importance in the apple production chain. The identifications of the weeds were fed through analysis of the material with consultation of the specialized literature, after the identification, there was the classification and analysis of the structure of the community, making the grouping in species and families. The variables evaluated were Density, Frequency, Abundance, Importance Value Index (IVI), Diversity, Equitability and Similarity. The *Lolium multiflorum* and *Trifolium repens* species showed the highest IVI values in all evaluation periods, as well as the Poaceae and Fabaceae families were the most representative. In general, the weed community had high values in the diversity and equity indices. The seasons adopted different similarity values of the weed community, with the period between July and August having a weed community less similar to the other seasons of the year. Therefore, it was possible to verify a diverse, balanced and distinct weed community in the apple orchards of Southern Highlands of Santa Catarina, Brazil.

Keywords: *Malus domestica*; Importance Value; Diversity; Equitability; Similarity.

4.1 INTRODUÇÃO

As PD são consideradas plantas indesejadas quando crescem espontaneamente em locais, nos quais, atividades humanas são desempenhadas, bem como causam prejuízos (RAMOS et al., 2019). Na agricultura, as PD causam interferência no crescimento de culturas agrícolas, por intermédio da alelopatia, competição e parasitismo (FRIED et al., 2017).

A competição das PD com outras plantas ocorre principalmente devido à sua agressividade e grande produção de sementes com alta capacidade de disseminação e longevidade. Além disso, a competição das PD por água e nutrientes são um dos principais fatores limitantes na redução do crescimento e produção das culturas agrícolas (CARVALHO et al., 2014; RAMOS et al., 2019).

O conjunto de todas as populações de PD de um determinado agrossistema ou local definido é denominado de comunidade infestante (PITELLI, 2015). Desse modo, o primeiro passo no controle dessa comunidade é o conhecimento e identificação prévia das espécies encontradas ali (MARTINS et al., 2018).

Levantamentos fitossociológicos de comunidades de PD são frequentemente realizados. Eles são caracterizados como uma metodologia voltada para análise ecológica de plantas com a finalidade holista de estabelecer a composição das espécies presentes em determinado local (CONCENÇO et al., 2013). Desse modo, o levantamento fitossociológico estabelece uma visão mais abrangente da composição e distribuição das espécies na área, e sua importância por meio dos parâmetros fitossociológicos de frequência, densidade, abundância e índice de valor de importância (COSTA et al., 2019).

Levantamentos fitossociológicos são realizados em frutíferas com a finalidade de manejar a área e evitar perda de produtividade por meio da interferência das PD, bem como evitar o uso excessivo de agroquímicos (YOUSEFI; RAHIMI, 2014; SENA et al., 2019).

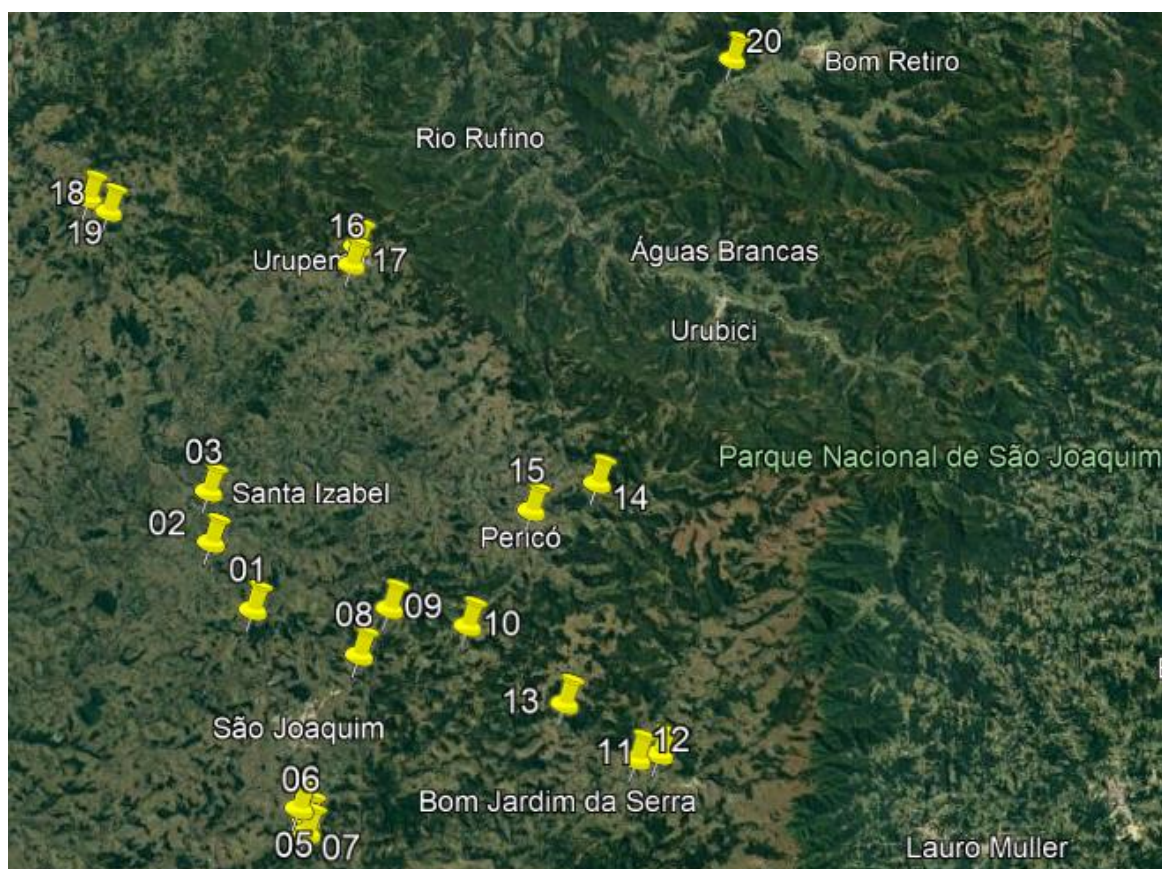
Além disso, os levantamentos fitossociológicos devem ser realizados com frequência, pois permitirá conhecer as tendências de flutuação de importância de uma ou mais populações presentes na área (SARMENTO et al., 2015).

Desse modo, o objetivo desse capítulo foi realizar o levantamento fitossociológico com a finalidade de conhecer a dinâmica da flora infestante de PD em pomares de macieira na região do Planalto Sul Catarinense.

4.1.1 Caracterização da área experimental

O levantamento fitossociológico de PD foi realizado em 20 pomares de macieira, das cultivares Gala e Fuji, no ano 2021/22 no período de 01/09/2021 a 30/09/2022 em seis municípios produtores de maçã na região do Planalto Sul Catarinense (Figura 2). Foram avaliados três (3) pomares no município de Bom Jardim da Serra, um (1) pomar no município de Bom Retiro, dois (2) pomares no município de Paineira, dez (10) pomares no município de São Joaquim, dois (2) pomares no município de Urubici e dois (2) pomares no município de Urupema.

Figura 2 – Localização dos 20 pomares avaliados na região do Planalto Sul Catarinense.



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado do Google Earth (2023).

Esses pomares estão localizados em diferentes condições de altitude (800 a 1450 m), conforme Tabela 1, e foram avaliados em seis épocas durante o ano agrícola e que contempla diferentes fases fenológicas da cultura da macieira. A definição da quantidade de pomares avaliados em cada município considerou a participação proporcional deles na área total com macieiras na região.

As avaliações foram realizadas nas primeiras quinzenas dos meses de setembro (fase de início de brotação das plantas), novembro (*fruit set* e fase de crescimento inicial dos frutos), janeiro (fase final de crescimento dos frutos e pré-colheita: colheita da cultivar ‘Gala’ e de crescimento dos frutos da cultivar ‘Fuji’), março (pós-colheita da cultivar ‘Gala’ e colheita da cultivar ‘Fuji’), maio (início de queda das folhas) e julho (fase de repouso vegetativo). Dessa forma, foi enumerado as épocas conforme a Tabela 2.

Tabela 1 – Local, altitude e manejo dos pomares avaliados.

Pomar	Município	Altitude (m)	Manejo	Pomar	Município	Altitude (m)	Manejo
01	São Joaquim	1375	C	11	Bom Jardim da Serra	1225	C
02	São Joaquim	1130	C	12	Bom Jardim da Serra	1230	C
03	São Joaquim	1140	C	13	Bom Jardim da Serra	1290	C
04	São Joaquim	1020	C	14	Urubici	1275	C
05	São Joaquim	1340	C	15	Urubici	1270	C
06	São Joaquim	1255	C	16	Urupema	1400	C
07	São Joaquim	1335	C	17	Urupema	1450	C
08	São Joaquim	1382	C	18	Painel	1140	C
09	São Joaquim	1510	C	19	Painel	1140	C
10	São Joaquim	1510	C	20	Bom Retiro	800	C

C = Convencional; O = Orgânico.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 2 – Classificação das épocas de avaliação do levantamento fitossociológico.

Época	Mês de Avaliação	Meses correspondentes	Fase fenológica
1	Setembro	Jul/Ago	Início do crescimento vegetativo
2	Novembro	Set/Out	<i>Fruit set</i> e crescimento de frutos
3	Janeiro	Nov/Dez	Colheita (Gala); Crescimento de frutos (Fuji)
4	Março	Jan/Fev	Pós-colheita (Gala); Colheita (Fuji)
5	Maio	Mar/Abr	Início da queda de folhas
6	Junho	Mai/Jun	Repouso vegetativo

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.1.2 Método de amostragem

Para o levantamento das PD foi utilizado o quadrado inventário (ARAUJO, 2020), com a utilização de um quadro de amostragem com medidas internas de 1,00 x 1,00 m (1 m²), lançado na projeção da copa das plantas na faixa de plantio.

Em cada pomar avaliado, foram previamente demarcadas cinco áreas (parcelas) representativas de cada pomar selecionado para realização das avaliações, antes do início da primeira avaliação. Cada parcela mediu 100 m² (50 x 2 m), na projeção da copa das plantas, totalizando 500 m² por pomar, conforme metodologia adaptada de outras culturas, com base nos trabalhos de Yanagizawa e Maimoni-Rodella (1999); Fontes e Shiratsuchi (2005); Kuva et al., (2007); Oliveira e Freitas (2008); Adegas, et al. (2010) e Maciel et al. (2010). Posteriormente, cada parcela de 100 m² foi subdividida em 100 quadrículos de 1,0 m², e em cada avaliação foi sorteado um quadrículo, de forma a não haver coincidência entre quadrados amostrados.

A quantificação de PD foi realizada nestes quadrículos de 1,0 m² em cada parcela de 100 m², totalizando 5 m² em cada pomar. Levando em consideração que as avaliações foram realizadas em seis épocas durante o ano agrícola, a área amostrada totalizou 30 m² em cada pomar.

Na região delimitada pelo quadro de amostragem identificou-se as espécies (nome científico, nome comum, família) e quantificou-se o número de plantas em cada amostra, por espécie. As PD presentes que gerarem dúvidas quanto à identificação foram fotografadas e comparadas com exemplares da literatura especializada, conforme Kissmann e Groth (1992); Lorenzi (2008); Lorenzi (2014); Gazziero et al. (2015).

Em cada pomar foi anotado o seu histórico, com informações da sua formação (cultivares, porta-enxerto, espaçamento, idade, sistema de condução inicial), do sistema de produção (adubação, poda, uso de tela anti-granizo, número de roçadas nas entrelinhas, número de aplicação de herbicidas, produtos comerciais, doses, taxa de aplicação e épocas de aplicação), visando associar estes fatores os resultados conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Histórico e características dos pomares avaliados.

Pomar	Espaçamento	Idade	Tela Anti- granizo	Manejo de PD		
				Herbicidas	Aplicações	Taxa (L ha ⁻¹)
1	6,0 x 3,0	28	Sim	G + P + GA + C	4	400
2	5,0 x 2,5	18	Não	GA	2	500
3	5,0 x 2,0	23	Não	G + GA	3	450
4	5,0 x 2,5	19	Não	GA	1	500
5	5,0 x 2,5	17	Sim	G + P + GA + C	4	350
6	5,0 x 2,0	21	Não	G + GA + C	4	350
7	5,0 x 2,5	35	Não	G + P + GA + C	5	450
8	5,0 x 2,0	18	Não	G + P + GA + C	5	400
9	5,0 x 2,0	22	Não	G + P + GA + C	4	450
10	5,0 x 2,0	16	Sim	G + GA + C	4	350
11	5,0 x 2,5	26	Não	GA + P	3	600
12	5,5 x 2,5	30	Não	G	4	500
13	6,0 x 2,5	32	Não	G + GA	3	400
14	5,0 x 2,5	23	Sim	G + P + GA + C	5	350
15	5,0 x 2,0	24	Não	G + GA	3	400
16	5,0 x 2,0	28	Sim	G + P + GA + C	5	500
17	5,0 x 2,5	24	Não	G	3	500
18	5,0 x 2,0	7	Não	GA	3	400
19	6,0 x 3,0	33	Não	P	1	550
20	5,0 x 2,0	15	Sim	G + P + GA + C	6	300

G = Glyphosate; GA = Glufosinate; P = Paraquat; C = Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para todos os pomares da Tabela 3, o sistema de condução manejado é o de líder central e o porta-enxerto utilizado é o marubakaido com filtro de M9, todos os pomares possuem baixa densidade de plantas em virtude dos espaçamentos utilizados. Além disso, 70% dos pomares não possuem tela anti-granizo, favorecendo PD mais adaptadas a condições de alta incidência de luz principalmente no verão.

Todos os pomares utilizaram manejo convencional de PD variando de uma a seis aplicações por safra com taxas de aplicação variando de 300 a 600 L ha⁻¹. As doses aplicadas dos herbicidas seguiram a recomendação do PIM, entretanto, ainda houve produtores utilizando o paraquat devido possui o produto ainda em estoque. Também foi possível observar pomares nos quais não é feito o MIPD de forma correta, onde utilizou apenas um ou dois herbicidas com i.a. diferentes. Desse modo, aumenta a pressão de seleção de biótipos resistentes as formulações.

4.1.3 Variáveis avaliadas a análise de dados

As variáveis avaliadas no levantamento fitossociológico foram a densidade, frequência, abundância, na forma absoluta e relativa bem como os índices de valor de importância (IVI), diversidade (Shannon), equitabilidade (Pielou) e similaridade (Jaccard). Os dados foram coletados na safra 2021/22 a partir da segunda quinzena de setembro de dois em dois meses, totalizando seis épocas. Os dados foram anotados em planilhas eletrônicas, onde as espécies foram organizadas por espécie (nome científico e nome comum), família e quantidade encontrada por amostra por m², posteriormente foram mantidas para análises através dos índices descritos. Após o processamento, as informações da comunidade infestante foram organizadas em tabelas e os parâmetros fitossociológicos apresentados na forma de gráficos.

4.2 RESULTADOS

A Tabela 4 demonstra o percentual de frequência relativa com as famílias com maior representatividade na safra e nas diferentes épocas de avaliação.

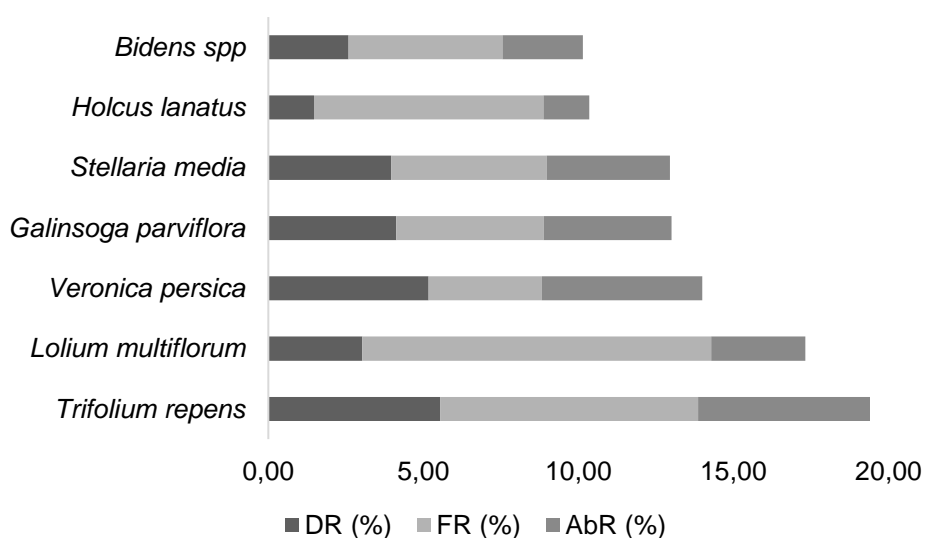
Tabela 4 – Frequência relativa (%) das famílias botânicas durante uma safra.

Família	Épocas						
	Safra	1	2	3	4	5	6
Frequência Relativa (%)							
Poaceae	25,22	35,95	29,12	18,66	16,00	24,26	38,60
Fabaceae	21,09	32,78	26,81	19,24	15,64	16,69	22,94
Asteraceae	18,82	5,31	27,20	27,32	20,34	19,70	6,97
Plantaginaceae	11,91	6,30	3,70	13,28	13,08	16,62	13,80
Caryophyllaceae	9,27	10,73	0,11	7,04	16,74	9,07	7,06
Oxalidaceae	2,69	0,15	2,54	4,50	3,16	2,31	2,18
Lamiaceae	2,67	2,72	0,03	0,70	4,65	4,28	2,64
Hypoxidaceae	2,59	1,50	3,87	5,06	3,88	0,25	0,06
Apiaceae	1,28	1,54	0,24	0,28	1,02	2,48	2,18
Brassicaceae	1,15	0,40	2,12	0,45	1,93	1,5	0,32
Outras	3,31	2,62	4,26	3,47	3,56	2,84	3,25

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

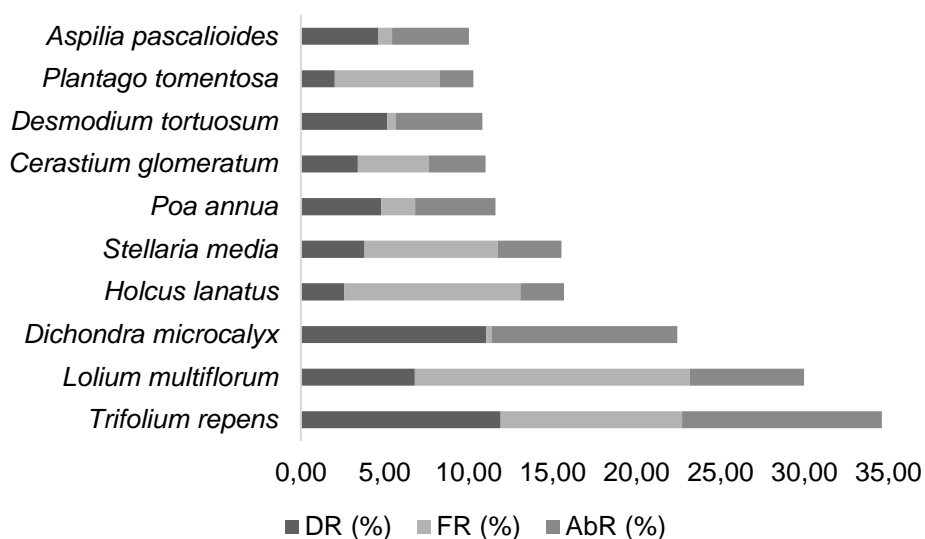
Foram encontradas um total de 35, 51, 49, 52, 60 e 50 espécies nas épocas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 respectivamente. Nas 10 famílias mais representativas, pelo menos uma espécie possui valores de IVI superiores a 10,0, em pelo menos uma época conforme os Gráficos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Além disso, as famílias Poaceae e Fabaceae foram as únicas que apresentaram uma frequência relativa maior que 10,0% em todas as avaliações. Para as Poaceae, esse resultado deve-se a constante presença de *Lolium multiflorum*, além de outras gramíneas como *Holcus lanatus*, *Urochloa plantaginea* e *Digitaria horizontalis* na maioria das épocas do ano. Já para a família Fabaceae, em grande parte deve-se pela presença de *Trifolium repens*, em densidade e frequência, em todas as épocas do ano. Já para a família Hypoxidaceae, os valores de frequência relativa devem exclusivamente a presença de *Hypoxis decumbens*. Por fim, a representatividade de outras famílias não foi superior a 10,0% nos períodos de avaliação. De modo semelhante ocorreu nas famílias Oxalidaceae e Plantaginaceae, onde apenas as espécies do gênero *Oxalis* e *Veronica* respectivamente foram encontradas. Os Gráficos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 ilustram as espécies que possuíram valores de IVI superiores a 10,0 nas avaliações durante a safra bem como nas seis épocas distintas.

Gráfico 1 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante a safra 2021/22.



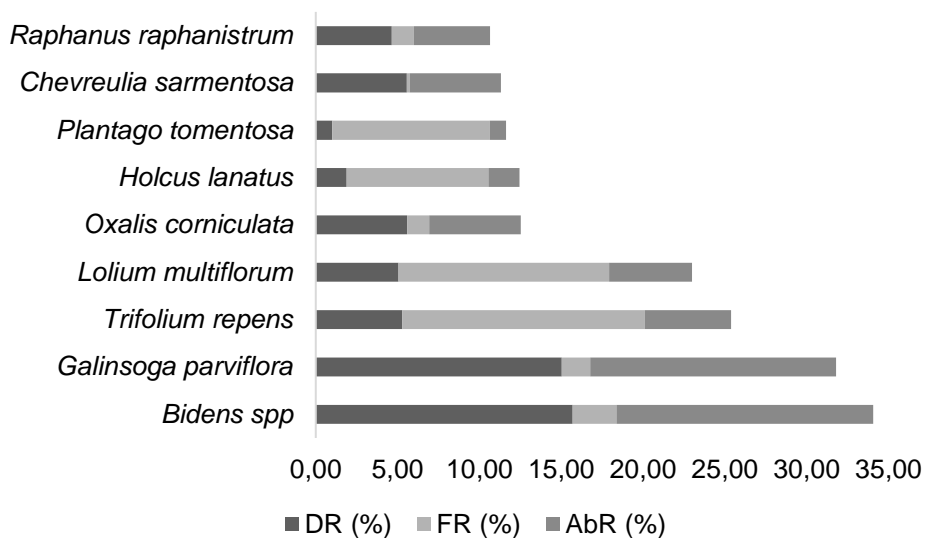
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Gráfico 2 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de julho e agosto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

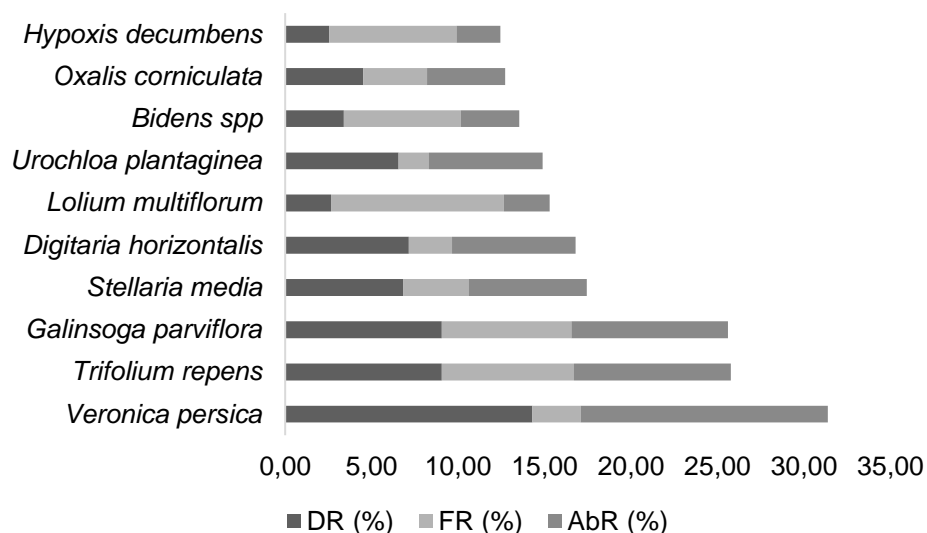
Gráfico 3 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de setembro e outubro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

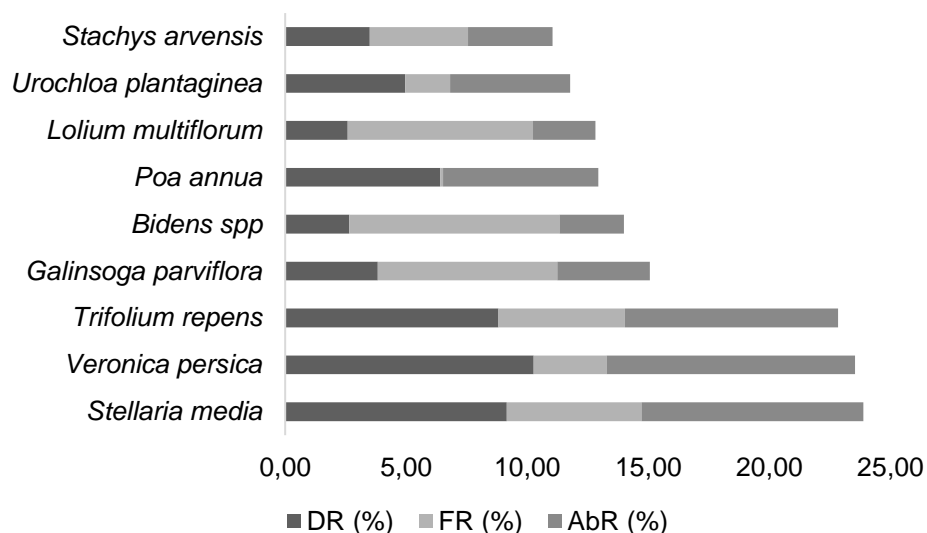
Os Gráficos 1, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 ilustram a situação apresentada na Tabela 4, onde as espécies *Lolium multiflorum* e *Trifolium repens* possuem valores de IVI superiores a 10,0 durante o ano todo, apresentando uma densidade alta de biótipos bem distribuídos nas parcelas.

Gráfico 4 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de novembro e dezembro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Gráfico 5 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de janeiro e fevereiro.

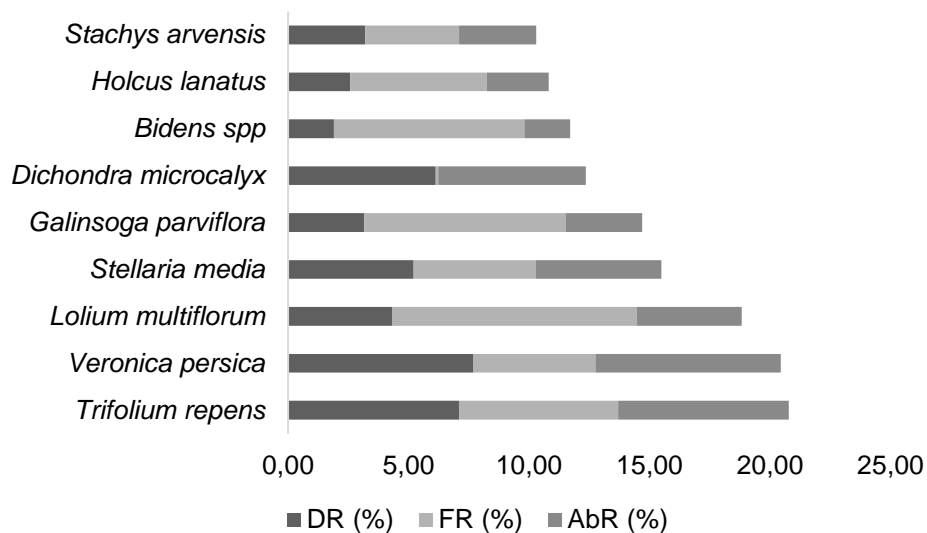


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em contraponto, nos Gráficos 2, 6 e 7, foi possível observar que a espécie *Dichondra microcalyx* possui uma densidade concentrada em determinadas áreas, porém a sua frequência é baixa em relação a todas as parcelas. Mesma

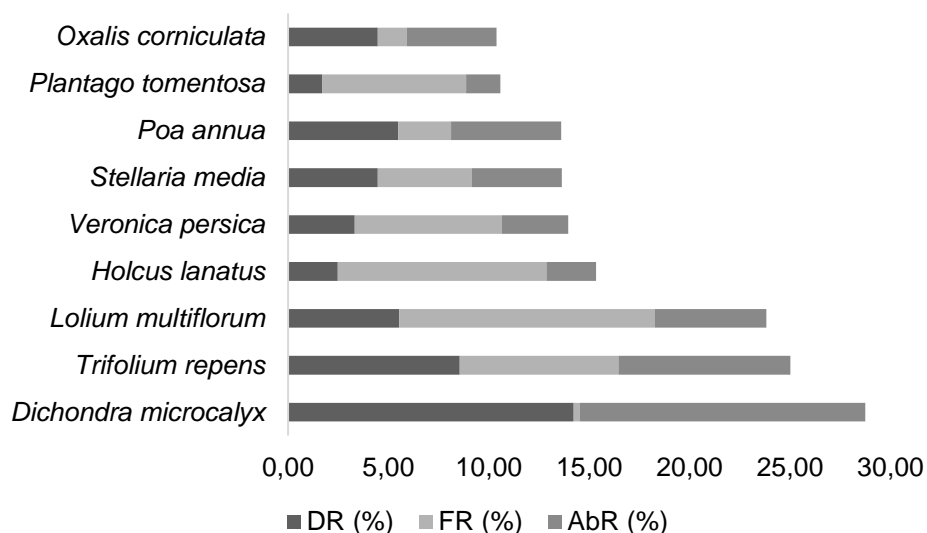
situação ocorreu com as espécies *Chevreulia sarmentosa* e *Poa annua* nos Gráficos 3 e 5 respectivamente.

Gráfico 6 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de março e abril.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Gráfico 7 – Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies infestante no cultivo da macieira durante os meses de maio e junho.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Por fim, as espécies de *Bidens spp* e *Urochoa plantaginea* não tiveram valores de IVI significativos durante o inverno no período compreendido entre maio e agosto. A Tabela 5 demonstra os valores dos índices de diversidade (Shannon) e equitabilidade (Pielou) encontrados durante os períodos de avaliação.

Tabela 5 – Índices de Diversidade e Equitabilidade durante as seis diferentes épocas do ano e durante o período total da safra 2021/22.

Época	Índice de Shannon (H')	Índice de Pielou (J)
1	3,20	0,90
2	3,20	0,82
3	3,17	0,82
4	3,44	0,87
5	3,63	0,89
6	3,39	0,87
CV (%)	5,41	4,16
Safra	3,98	0,90

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As diferentes épocas do ano apresentaram valores de coeficiente de variação baixos entre si, entretanto, os valores de Shannon foram superiores a 3,0, indicando uma alta diversidade de espécies na flora infestante além de valores de Pielou próximos a 1,0, indicando o equilíbrio na comunidade infestante. Por sua vez, a Tabela 6 apresenta o índice de similaridade (Jaccard) da flora infestante entre as épocas do ano.

Tabela 6 – Índices de similaridade no levantamento fitossociológico nas seis diferentes épocas do ano e durante o período total da safra 2021/22.

Épocas			Jaccard	Épocas			Jaccard	Épocas			Jaccard
1	2	0,5455		2	3	0,7069		3	5	0,7031	
1	3	0,4737		2	4	0,5938		3	6	0,5714	
1	4	0,4500		2	5	0,6418		4	5	0,6232	
1	5	0,4615		2	6	0,5625		4	6	0,6721	
1	6	0,4912		3	4	0,6833		5	6	0,6176	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A época 1, que corresponde aos meses de julho e agosto no pleno inverno, apresentou os menores valores comparativos de similaridade, sendo assim, a

época que possui a flora infestante mais distinta em relação as demais épocas. As épocas 2 e 3 juntamente com as épocas 4 e 5, apresentaram os maiores valores de similaridade entre si, sendo então essas as épocas com a comunidade infestante mais semelhante entre si.

A Figura 3 sumariza as épocas de avaliação, estações do ano, períodos em que foram realizadas aplicações de herbicidas conforme os meses do ano bem como as três principais PD encontradas por época de avaliação.

Figura 3 – Resumo ilustrativo dos períodos de aplicações de herbicidas e das três principais PD encontradas por épocas de avaliação em função dos meses e estações do ano.

Inverno		Primavera			Verão			Outono			
JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUL
<i>T. repens</i>		<i>Bidens spp</i>		<i>V. persica</i>		<i>S. media</i>		<i>T. repens</i>		<i>D. microcalix</i>	
<i>L. multiflorum</i>		<i>G. parviflora</i>		<i>T. repens</i>		<i>V. persica</i>		<i>V. persica</i>		<i>T. repens</i>	
<i>D. microcalix</i>		<i>T. repens</i>		<i>G. parviflora</i>		<i>T. repens</i>		<i>L. multiflorum</i>		<i>L. multiflorum</i>	
		1ª aplicação				2ª aplicação		3ª aplicação			
ÉPOCA 1		ÉPOCA 2		ÉPOCA 3		ÉPOCA 4		ÉPOCA 5		ÉPOCA 6	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As aplicações representam os períodos nos quais ocorreram intervenção na flora infestante pela ação de herbicidas. A segunda e terceira aplicações ocorreram somente nos pomares que não houve aplicação do herbicida Indaziflam logo após a primeira aplicação. Essas aplicações são referentes ao início do período vegetativo, controle das PD de verão e do controle pré-colheita, respectivamente.

4.3 DISCUSSÃO

4.3.1 Índices e valor de importância

Ao fazer uma análise sobre a composição florística de PD em pomares de macieira no Planalto Sul Catarinense, o fator mais importante que deve ser observado é a estação do ano, pois a comunidade infestante varia conforme a

época do ano em virtude da grande amplitude térmica e da ocorrência de geadas. A Figura 4 ilustra a fisionômica de um ecossistema de um pomar nas quatro estações do ano.

Figura 4 – Fitofisionomia dos pomares de macieira nas diferentes estações do ano.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021/2022).

Deste modo, é possível observar que a macieira é uma planta caducifólia, ou seja, durante as estações de outono e inverno a macieira entra em período de dormência, a queda das folhas faz uma cobertura de folhas nas linhas agindo como um controle cultural e físico das PD (SOUZA, 2017).

Além disso, a partir do outono nos meses de abril com a queda das temperaturas e com a ocorrência de geadas, nas quais selecionam PD mais específicas de inverno como *Lolium multiflorum*, *Trifolium repens*, principalmente *Poa annua*, *Cerastium glomeratum*, *Plantago tomentosa* e *Aspilia pascalioides* que são típicas da estação conforme encontradas nas épocas 1 e 6. Desse modo, os índices de similaridade das épocas 1 apresentaram menor valor com

as demais épocas do ano. Em contrapartida, há uma diminuição significativa na incidência de PD de verão como as espécies dos gêneros *Bidens*, *Ipomoea*, *Stellaria media*, *Galinsoga parviflora* além das gramíneas de verão do gênero *Digitaria* e *Urochloa*. Em relação as PD de verão, é possível observar dos valores de IVI das espécies do gênero *Bidens*, conforme a época de avaliação, aumentam nas estações quentes como na primavera/verão (ARAUJO, 2020).

Além disso, foi observado que na época 3 houve uma queda nos valores de IVI em relação à época 2 em virtude da intervenção humana no controle da espécie, sendo essa baseada principalmente com o uso de herbicidas de ação em pós-emergência no começo da primavera ou por ação de herbicidas com controle em pré-emergência aplicados no início do período vegetativo. Dessa forma, em pomares em que o manejo de PD é baseado no controle químico, a aplicação de herbicidas ocorreu nos meses de setembro/outubro eliminam as espécies de inverno, criando condições para a emergência do novo fluxo de espécies do gênero *Bidens* conforme observado nesse trabalho. A predominância das espécies de *Lolium multiflorum* e *Trifolium repens* durante toda a safra, deve-se ao rebrote de estruturas vegetativas, novo fluxo de emergência do solo (LORENZI, 2014) e principalmente pela presença das espécies nas entrelinhas, o controle geralmente é realizado de forma mecânica com roçadeiras ou não há nenhum controle conforme a Figura 5.

Figura 5 – Ausência de controle na entrelinha e a presença de *Lolium multiflorum* e *Trifolium repens* na entrelinha do pomar durante o verão.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em relação aos índices fitossociológicos, a diferença de fitofisionomia na composição florística de PD entre as estações do ano afetou diretamente os valores de similaridade entre as épocas de avaliação, especialmente a época 1, de pleno inverno, apresentou os menores valores de similaridade as demais épocas. A avaliação realizada na época 1 foi feita antes da intervenção com herbicidas no início do período vegetativo da cultura.

Em contrapartida, a época 3, pleno verão, apresentou os maiores valores de similaridade com as épocas 2, primavera, e época 5, outono. O fato ocorreu devido as espécies anuais de verão germinarem em diferentes fluxos, o que contribui com a similaridade nessa época e por serem mais competitivas durante o período vegetativo da macieira. A partir da época 5, ocorre a incidências de geadas e queda nas temperaturas, no que acaba diminuindo a presença dessas PD nas áreas de pomares.

Em cultivos perenes estabelecidos favorecem o equilíbrio em função do predomínio de espécies competidoras, ou seja, aquelas mais adaptadas as condições de pomares (SOUZA, 2021). Essas condições estão relacionadas diretamente o com a forma de manejo de PD bem como com o sistema de condução e espaçamento adotados na implantação da cultura, ou seja, em sistemas de condução mais modernos como *tall-spindle*, multi líderes e b-axis são manejados de forma mais adensadas com menor projeção de copa entre as plantas formando um muro frutal, no qual permite a maior incidência de luz nas linhas de plantio.

Diferentemente do que ocorreu nos pomares avaliados na região onde houve a predominância de sistemas de condução mais antigos manejados em líder central com plantas mais espaçadas com maior projeção de copa. Essas condições fizeram com que no período vegetativo da cultura houvesse maior sombreamento na linha de plantio, selecionando PD mais adaptadas as condições de sombreamento.

Desse modo, os valores de diversidade, de modo geral, foram elevados indicando uma alta diversidade de espécies de PD em todas as épocas do ano. Aliado a isso, os valores de equabilidade foram próximos de 1,0 em todas as épocas, indicando que a comunidade infestante de PD está em equilíbrio.

4.3.2 Famílias botânicas

De modo geral, foi observado que as espécies da família Asteraceae obtiveram maiores valores de frequência nas épocas 2, 3 e 4, ou seja, nas épocas com maiores temperaturas médias devido aos valores elevados de IVI das espécies de *Bidens* e *Galinsoga parviflora*. A família Poaceae obteve valores superiores a 15% de frequência relativa em todas as épocas do ano, porém houve uma redução durante o verão devido ao controle de *Lolium multiflorum* nas áreas de pomares e pela maior competitividade de espécies do gênero *Bidens*, *Stellaria media*, *Galinsoga parviflora* e *Veronica persica* nessa época do ano. A família Fabaceae obteve destaque devido a espécie *Trifolium repens* obter valores elevados de IVI em todas as avaliações.

As demais famílias listadas na Tabela 4 não possuem PD que causam interferência significativa na cultura quando estabelecida, entretanto, a família Caryophyllaceae deve basicamente a presença das espécies *Stellaria media*, que obteve destaque nas avaliações e da *Cerastium glomeratum*. A família Plantaginaceae teve como representantes apenas as espécies do gênero *Veronica* e a espécie *Plantago tomentosa*. A família Lamiaceae, Hypoxidaceae e Brassicaceae deve-se basicamente pela presença de *Stachys arvensis*, *Hypoxis decumbens* e *Raphanus raphanistrum* respectivamente. Por fim, a família Oxalidaceae possui também apenas duas espécies do gênero *Oxalis* presentes nos períodos de avaliação.

4.3.3 Trabalhos correlatos

Araujo (2020), encontrou valores de IVI para PD no cultivo da pereira e pessegueiro na região de Lavras-MG, para pereira, as espécies que apresentaram maiores valores de IVI foram *Cynodon dactylon*, *Cenchrus echinatus* e *Urochloa brizantha*. Para o pessegueiro foram *Urochloa decumbes*, *Chloris radiata*, *Emilia sonchifolia*, *Bidens pilosa* e *Sida pilosa*. Com exceção de *Bidens pilosa*, as demais espécies não foram encontradas nas áreas de pomares no Planalto Sul Catarinense, isso deve-se ao fato dos locais serem totalmente

distintos na questão de clima e precipitação. Dessa forma, cada local possui sua fitofisionomia florística, nesse caso, haverá predominância de PD adaptadas a regiões tropicais. Por sua vez, Souza (2017) realizou um levantamento fitossociológico de PD em macieiras, no Planalto Sul Catarinense, no início da brotação e foi observado que as espécies *Trifolium repens*, *Lolium multiflorum*, *Stellaria media*, *Holcus lanatus* e *Cerastium glomeratum* obtiveram as maiores densidades de plantas, sendo muito similar a época 1 desse trabalho. Por fim, Brito et al (2019) realizaram um levantamento fitossociológico em um pomar de mangueira na região do semiárido mineiro e verificou a predominância das espécies de *Sida rhombifolia*, *Aeschynomene denticulata*, *Cynodon dactylon*, *Urochloa plantaginea* e *Macroptilium atropurpureum*, ou seja, o predomínio de espécies de PD tropicais reforçando a importância do ecossistema na seleção de espécies de PD.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do levantamento fitossociológico observou-se que as espécies *Lolium multiflorum* e *Trifolium repens* possuem valores altos de IVI durante toda a safra, apresentando-se de maneira representativa e uniforme nas áreas, e consequentemente as famílias Poaceae e Fabaceae foram as mais representativas.

Portanto, os pomares de macieira do Planalto Sul Catarinense apresentam uma comunidade infestante peculiar e específica, principalmente no período de inverno devido a ocorrência de geadas. Portanto, as condições edafoclimáticas aliadas as formas de manejo adotadas no controle de PD os principais fatores na seleção de espécies de PD nos pomares na região. O manejo e controle de PD na região do Planalto Sul Catarinense apresentou uma heterogeneidade nas formas de manejo e controle de PD, variando o uso de produtos, doses, quantidades de aplicação bem como taxa de aplicação.

4.5 CONCLUSÃO

A comunidade infestante nos pomares do Planalto Sul Catarinense apresentou durante os períodos de avaliação a ocorrência de 83 diferentes espécies distribuídas em 26 famílias botânicas. Além disso, a flora apresentou-se de forma diversa e equilibrada ao longo da safra.

4.6 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, H. H. R. et al. **Levantamento fitossociológico das plantas daninhas em diferentes frutíferas de clima temperado no Município de Lavras – MG**. Research, Society and Development, Vargem Grande Paulista, v.9, n.8, e964986553, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6553>.
- CARVALHO, L. B., BIANCO, S., BLANCO, M. S. **Comparative study of dry mass and macronutrients accumulation by Zea mays and Ipomoea hederifolia plants**. Planta Daninha, 32(1), 99-107, 2014.
- CONCENÇO, G., TOMAZI, M., CORREIA, I. V. T., SANTOS, S. A., GALON, L. **Phytosociological surveys: tools for weed science?** Planta Daninha, 31(2), 469-482, 2013.
- COSTA, R. N., SILVA, D. M. R., ROCHA, A. O., LIMA, A. N. S., SANTOS, J. C. C., SILVA, L. K. S., ACCHILE, S. **Levantamento Fitossociológico de Plantas Daninhas e Área de Produção de Mamão**. Revista Científica Rural, 21(3), 172-182, 2019.
- GAZZIERO, D.L.P.; LOLLATO, R.P.; BRIGHENTI, A.M.; PITELLI, R.A.; VOLL, E. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. 2ed. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 126p.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1992. 798p.
- KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A. **Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua**. Planta Daninha, v.25, n.3, p.501-511, 2007.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 4ª ed., Nova Odessa: Plantarum, 2008. 672p.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e de controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7ª ed., Nova Odessa: Plantarum, 2014. 383p.
- MARTINS, M. P., PARREIRA, M. C., MARTINS, J. S., SOARES, J. B. C., & RIBEIRO, R. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da pimenta-do-reino na Amazônia Oriental**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, 8(3), 91-98, 2018.

FRIED G., CHAUVEL, B., REYNAUD, P., SACHE I. **Decreases in Crop Production by Non-native Weeds, Pests, and Pathogens.** In: Vilá M., Hulme P. (Eds). *Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology*, vol 12. Springer, Cham, 2017.

PITELLI, R. A. **O termo planta-daninha.** *Planta Daninha*, 33(3), 622-623, 2015.

RAMOS, R. F., KASPARY, T. E., BALARIN, R. R., DALLA, D. N., ANTONIOLI, Z. I., & BELLÉ, C. **Plantas daninhas como hospedeiras dos nematoides-das-galhas.** *Revista Agronomia Brasileira*, 3(1), 1-3, 2019.

SARMENTO, H. G. S., FILHO, J. M. C., ASPIAZÚ, I., RODRIGUES, T. M., & Ferreira, E. A. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de bananicultura no Vale do Rio Gorutuba, norte de Minas Gerais.** *Revista Agroambiente On-line*, 9(3), 308-316, 2015.

SARMENTO, H. G. S., RODRIGUES, T. M., ASPIAZÚ, I., & CORSATO, C. E. **Phytosociological survey in pineapple cultivated in northern Minas Gerais.** *Nativa*, 5(4), 321-236, 2017.

SENA, F. H. S., ASPIAZÚ, I., SILVA, N. P., OLIVEIRA, R. M., SILVA, K. M. J., MATRANGOLO, C. A. R., BRITO, C. F. B. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em pomares de mangueira no semiárido mineiro.** *Nativa*, 7(5), 500-505, 2019.

SOUZA, Z.S.; PASA, M.S.; CIOTTA, M.N.; KATSURAYAMA, J.M.; BRIGHENTI, A.F. **Levantamento fitossociológico de plantas espontâneas na fase de brotação em pomares de macieira na região de São Joaquim, SC.** *Enfrute*. Fraiburgo: Epagri, p.85, 2017.

SOUZA, Z. S. **Manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira.** Florianópolis: Epagri, 2021, 98p. (Epagri. Boletim Técnico, 202).

YANAGIZAWA, Y.A.N.P.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S. **Composição florística e estrutura da comunidade de plantas do estrato herbáceo em áreas de cultivo de árvores frutíferas.** *Planta Daninha*, v.17, n.3, p.459-468, 1999.

YOUSEFI, A. R., & RAHIMI, M. R. **Integration of soil-applied herbicides at the reduced rates with physical control for weed management in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.).** *Crop Protection*, 63(1), 107-112, 2014.

5 CAPÍTULO 2. CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS EM UM POMAR DE MACIEIRA COM MANEJO CONVENCIONAL

RESUMO

O controle de PD é fundamental no manejo da cultura da macieira para que não ocorram perdas na qualidade de frutos bem como transtornos nos tratos culturais. A cultura possui poucos ingredientes ativos com registro de uso e com a proibição do uso herbicida paraquat em sistemas agrícolas brasileiros, houve uma demanda por diferentes produtos e manejos de PD em pomares. Nesse contexto, o objetivo desse capítulo foi avaliar o controle químico de PD em um pomar de macieira, cv 'Gala' e 'Fuji', com diferentes herbicidas. Foram avaliados 19 tratamentos em delineamento experimental de blocos casualizados. Os tratamentos foram testemunha, capina e formulações isoladas ou em associação dos herbicidas glyphosate, glufosinate, diquat, flumioxazin, pyroxasulfone, indaziflam, clethodim e saflufenacil. O experimento foi avaliado semanalmente, num período de 7 a 60 dias após aplicação, em avaliações visuais de controle, e densidade de PD. Por fim, foi avaliado a produtividade, custos e o retorno econômico dos tratamentos. Os tratamentos foram efetivos no controle geral de PD, azevém, trevo-branco e picão-preto. Apenas os tratamentos com glyphosate e a glyphosate + saflufenacil não foram efetivos no controle de azevém, indicando uma possível presença de biótipos com resistência ao glyphosate. Além disso, os tratamentos não obtiveram efeitos na produtividade, o que inviabilizou a quantificação do retorno econômico. As formulações como ação em pré-emergência nas PD possuíram maiores custos, portanto, o manejo integrado de PD e custos não podem ser avaliados de forma isolada, pois o uso consecutivo dos mesmos ingredientes ativos favorece a pressão de seleção e a evolução de biótipos de PD resistentes, diminuindo as opções para o controle químico de PD na cultura da macieira.

Palavras-chave: *Malus domestica*; Herbicidas; Mistura em tanque; Produtividade; Custos.

ABSTRACT

Weeds control is fundamental in the management of the apple orchards so that there are no losses in fruit quality as well as disturbances in cultural practices. The crop has few registered active ingredients and with the ban on paraquat herbicide use in Brazilian agricultural systems, there has been a demand for different weeds products and management in orchards. In this context, the objective of this chapter was to evaluate the chemical control of weeds in an apple orchard, cv 'Gala' and 'Fuji', with different herbicides. Nineteen treatments were evaluated in a randomized block experimental design. The treatments were control, weeding and isolated formulations or in association with the herbicides glyphosate, glufosinate, diquat, flumioxazin, pyroxasulfone, indaziflam, clethodim and saflufenacil. The experiment was evaluated weekly, in a period of 7 to 60 days after application, in visual evaluations of control, and weeds density. Finally, the productivity, costs and economic return of the treatments were evaluated. The treatments were effective in the general control of weeds, ryegrass, white clover and beggarticks. Only treatments with glyphosate and glyphosate + saflufenacil were not effective in controlling ryegrass, indicating a possible presence of biotypes with resistance to glyphosate. Furthermore, the treatments had no effect on productivity, which made it impossible to quantify the economic return. The formulations as a pre-emergence action on weeds had higher costs, therefore, the integrated management of weeds and costs cannot be evaluated in isolation, since the consecutive use of the same active ingredients favors the selection pressure and the evolution of weeds biotypes. Resistant weeds, reducing the options for chemical control of weeds in apple trees.

Keywords: *Malus domestica*; Herbicides; Mixing in tank; Productivity; Costs.

5.1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira tem grande importância na economia, aparecendo como o terceiro maior produtor mundial (FAO, 2022). A cultura da macieira está entre as frutas mais produzidas no Brasil, movimentando em torno de R\$ 6 bilhões, correspondendo a pouco mais de 1% da produção mundial (ANDRADE, 2020; TESSARO, 2020). Em 2020, foram reportados 33 mil ha plantados com a fruta, produzindo cerca de 1,2 milhão de toneladas (ABPM, 2022).

Neste contexto, o manejo de PD torna-se indispensável do ponto de vista agrônomo para obtenção de altas produtividades, pois os prejuízos se acentuam à medida que não são devidamente controladas. A cultura da macieira possui poucos ingredientes ativos com registro para o controle de PD, no entanto, o uso e manejo correto de herbicidas devem ser feitos de modo responsável, sendo uma ferramenta dentro do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD). Atenuante a isso, a proibição do herbicida paraquat pela Instrução Normativa Conjunta (INC-Nº3) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através da Secretaria de Defesa Agropecuária em conjunto com o Ministério da Saúde através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), decretou a proibição de produtos à base do ingrediente ativo paraquat para manejo dos cultivos a partir de 22 de outubro de 2020. Sua dosagem letal oral (LD_{50}) em humanos é de cerca de 3 mg kg^{-1} . O paraquat pode resultar em toxicidade agudamente grave e resultar em morte dentro de 24 horas após a ingestão, não existindo antídoto eficaz (ANVISA 2020).

A partir da proibição do ingrediente ativo, houve grande interesse do setor em buscar alternativas que pudessem substituir o paraquat, principalmente de herbicidas de rápida ação que possam ser utilizados como dessecantes na fase de pré-colheita da maçã, por formulações de herbicidas com ação em pré-emergência de PD de custo menor que o herbicida indaziflam além de possíveis misturas em tanque.

Dessa forma, o objetivo desse capítulo foi avaliar o controle químico de PD com tratamentos herbicidas, isolados ou em misturas em tanque, em um pomar de macieira no Planalto Sul Catarinense.

5.2 METODOLOGIA

5.2.1 Área experimental, clima, solo

O ensaio foi realizado na safra 2020/21 no período de 01/09/2021 a 30/05/2022 em um pomar comercial com manejo convencional de PD, em dois experimentos um na cultivar 'Gala' e outro com a cultivar 'Fuji'.

O pomar possui 11 anos de idade e foi implantado em espaçamento de 5,0 x 2,0 m, no distrito de Santa Isabel pertencente ao município de São Joaquim, SC, com coordenadas geográficas de 28° 08' 21.4" de latitude Sul, 50° 01' 27.9", de longitude Oeste e com altitude de 1080 m. O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é classificada como Cfb, clima temperado ou subtropical com a temperatura média inferior a 20,0°C no mês mais quente (janeiro) e inferior a 10,0°C no mês mais frio (julho) com verões amenos, chuvas bem distribuídas ao longo do ano sem estação de seca definida e com a ocorrência de geadas frequentes durante as estações de outono e inverno.

O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Húmico distrófico, caracterizados pela presença do horizonte "A" superficial húmico, de cor escura rica em matéria orgânica, associado a climas subtropicais de altitude, caracterizados como solos de baixa fertilidade, geralmente ácidos, sendo mais utilizados para cultivos de subsistência, pastagem e reflorestamento (SANTOS et al., 2018). Para o cultivo da macieira, foi necessário realizar a correção do solo no momento da implantação do pomar bem como uma adubação de plantio conforme análise química do solo.

5.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Os experimentos foram conduzidos nas linhas de plantio da macieira em delineamento de blocos casualizados com 19 tratamentos (Tabela 7) e quatro repetições. Cada unidade experimental (parcela) teve uma área total de 18 m² (6,0 x 3,0 m) contendo três macieiras, totalizando uma área de 342 m² para cada experimento. A descrição e organização dos tratamentos, doses dos herbicidas e adjuvantes utilizados foi demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Tratamentos, doses, adjuvantes usados nos tratamentos para o controle químico de PD em pomares de macieira.

Tratamento	Dose (pc ha ⁻¹)	Adjuvante
Testemunha	-	-
Testemunha capinada.	-	-
Glyphosate	3,00 Kg	-
Glyphosate + Clethodim	3,00 Kg + 0,45 L	0,5% v v ⁻¹ de OM
Glyphosate + Saflufenacil	3,00 Kg + 70,0 g	0,5% v v ⁻¹ de OM
*Glyphosate + Clethodim e Indaziflam	3,00 Kg + 0,45 L e 0,20 L	0,5% v v ⁻¹ de OM
*Glyphosate + Clethodim e Flumioxazin	3,00 Kg + 0,45 L e 1,00 L	0,5% v v ⁻¹ de OM
*Glyphosate + Clethodim e [PF]	3,00 Kg + 0,45 L e 1,00 L	0,5% v v ⁻¹ de OM
*Glyphosate + Clethodim e Indaziflam	3,00 Kg + 0,45 L e 0,10 L	0,5% v v ⁻¹ de OM
Glufosinate	2,00 L	0,5% v v ⁻¹ de Lanzar®
Glufosinate + Clethodim	2,00 L + 0,45 L	0,5% v v ⁻¹ de Lanzar®
Glufosinate + Saflufenacil	2,00 + 70 g	0,5% v v ⁻¹ de Lanzar®
*Glufosinate e Indaziflam	2,00 L + 0,20 L	0,5% v v ⁻¹ de Lanzar®
*Glufosinate e Flumioxazin	2,00 + 0,20 L	0,5% v v ⁻¹ de Lanzar®
Diquat	2,00 L	0,5% v v ⁻¹ de Agraal®
Diquat + Clethodim	2,00 L + 0,45 L	0,5% v v ⁻¹ de Agraal®
Diquat + Saflufenacil	2,00 L + 70,0 g	0,5% v v ⁻¹ de Agraal®
*Diquat e Indaziflam	2,00 L + 0,20 L	0,5% v v ⁻¹ de Agraal®
*Diquat e Flumioxazin	2,00 L + 0,20 L	0,5% v v ⁻¹ de Agraal®

* Herbicidas de pré emergência foram aplicados após 18 dias após dessecação (30/10/2021); pc = produto comercial; v v⁻¹ = % do volume de calda; OM = óleo mineral; PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Conforme a Tabela 7, os herbicidas glyphosate, glufosinate e diquat, foram aplicados como dessecantes com aplicação pós-emergência em área total de PD de forma isolada e combinada com os herbicidas seletivos, como clethodim e o saflufenacil. Após 18 dias após a aplicação (DAA), foram aplicados os herbicidas com ação de pré-emergência nas PD como o indaziflam, flumioxazin e flumioxazin + pyroxasulfone conforme recomendação técnica. A

caracterização dos herbicidas utilizados nos experimentos relacionados controle químico foi descrita na Tabela 8.

Tabela 8 - Caracterização dos herbicidas utilizados nos ensaios.

Herbicida	Produto Comercial	Mecanismo de ação	Modo de ação	Seletividade	Aplicação
Glyphosate	Roundup WG	Inibidor da EPSP	Sistêmico	Ação total	Pós-emergência
Glufosinate	Finale	Inibidor da GS	Contato	Ação total	Pós-emergência
Diquat	Reglone	Inibidor do FSI	Contato	Ação total	Pós-emergência
Clethodim	Poquer EC	Inibidor da ACCase	Sistêmico	Seletivo	Pós-emergência
Saflufenacil	Heat	Inibidor da PROTOX	Sistêmico	Seletivo	Pós-emergência
Indaziflam	Alion	Inibidor da síntese de PC	Sistêmico	Seletivo	Pré-emergência
Flumioxazin	Flumyzin 500	Inibidor da PROTOX	Contato	Seletivo	Pré-emergência
Flumioxazin + Pyroxasulfone	Falcon	Inibidores da PROTOX + síntese de VLCFA	Contato + Sistêmico	Seletivo	Pré-emergência

PC = Parede celular; VLCFA = Ácidos graxos de cadeia muito longa.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.2.2.1 Aplicação dos tratamentos

Antes de aplicar os herbicidas nos experimentos, foi realizado um levantamento das PD presentes na área com a finalidade de conhecer a flora infestante e analisar os resultados do controle químico em virtude das espécies presentes na área. Os tratamentos foram aplicados no dia 12/10/2021, no período das 07:00 h até às 19:00 h, onde inicialmente foram aplicados os herbicidas de ação em pós-emergência nas PD, as aplicações não tiveram interferência das condições do tempo, ou seja, após a aplicação teve a ausência de precipitação em pelo menos 6 a 8 horas após a aplicação desses herbicidas. Dessa forma, garantiu-se a máxima eficiência das formulações.

Já os herbicidas de pré-emergência foram aplicados em 30/10/2021, no período das 14:00 h às 17:00 h, respeitando a recomendação técnica onde o solo estava úmido e sem cobertura vegetal para obter os melhores resultados das formulações. Entretanto, havia muita palhada da dessecação do azevém. As condições do tempo no momento da aplicação estão detalhadas na Tabela 9

Tabela 9 - Condições do tempo no momento da aplicação dos herbicidas nas datas de aplicação.

Data	T (°C)	UR (%)	V (km.h ⁻¹)	N (%)	Precipitação (mm)	
					AA	DAC
12/10/2021	20,07	71,32	2,20	10,46	2,0 (1 dia)	5,6 (2 dias)
30/10/2021	17,73	1,20	73,46	71,85	3,2 (1 dia)	3,4 (2 dias)

T = Temperatura, UR = Umidade relativa do ar, V = Velocidade do vento, N = Nebulosidade, AA = Quantidade de chuva e número de dias de ocorrência antes da aplicação e DAC = Quantidade de chuva e número de dias de ocorrência depois da aplicação.

Fonte: Elaborado pelo autor, conforme dados meteorológicos da Epagri/CIRAM (2023).

Os dados meteorológicos da Tabela 9 foram obtidos através das médias dos dados por hora da estação meteorológica da EPAGRI/CIRAM na localidade de Santa Isabel. As doses aplicadas nos experimentos foram as doses máximas recomendadas para a cultura e/ou para as PD alvo. As principais PD predominantes no ensaio foram: 43% azevém (*Lolium multiflorum*), 32% trevo-branco (*Trifolium repens*), 11% picão-preto (*Bidens spp*), restando 7% para outras espécies menos significativas e com distribuição irregular. Esses dados corroboram com o levantamento fitossociológico conforme o capítulo 1. Os estádios de aplicação foram quatro a seis folhas, pleno florescimento e duas folhas respectivamente. Em relação a aplicação dos tratamentos herbicidas, foi utilizado um pulverizador pressurizado a CO₂, calibrado com pressão de 310 kPa, munido de barra com três pontas de pulverização espaçadas a 0,5 m, do modelo AD 110 02 e taxa de aplicação de 200 L. ha⁻¹. A ponta de aplicação utilizada foi do modelo tipo jato plano com pré-orifício com de vazão de 0,787 L min⁻¹. Os dados relacionados as condições do tempo obtidos pela EPAGRI/CIRAM. No fim do período de avaliação, foi realizada no dia 11/01/2022 a segunda aplicação utilizando o herbicida glufosinate com a finalidade de controlar as PD de verão antes do período de colheita e manter a homogeneidade nas áreas experimentais para a quantificação dos frutos.

5.2.3 Variáveis avaliadas e análise de dados

A eficiência dos tratamentos foi avaliada em área total (nota geral para todas as PD) e de forma individual, avaliando a eficiência de controle das

espécies predominantes no levantamento preliminar, azevém (*Lolium multiflorum*), trevo-branco (*Trifolium repens*) e picão-preto (*Bidens spp*). Além disso, também foram avaliadas a fitointoxicação a cultura. As avaliações visuais de eficácia de controle foram realizadas semanalmente aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após aplicação (DAA), utilizando-se a percentagem de controle de zero a 100, sendo zero igual a nenhum controle e 100, ao controle total (morte de plantas). Para tal, foi adotada a escala conceitual proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 - Descrição dos valores conceituais aplicado para avaliações visuais de controle aplicados na escala da SBCPD (1995).

Nível de controle	Conceito	Descrição conceitual
100 a 90 %	A	Controle excelente. Sem efeito sobre a cultura
89 a 80%	B	Controle bom, aceitável para a infestação da área.
79 a 40%	C	Controle moderado, insuficiente para a infestação da área.
39 a 05 %	D	Controle deficiente ou inexpressivo
< 5%	E	Ausência de controle.

Fonte: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995).

Após as avaliações de eficiência do controle químico, foi feita uma segunda aplicação na área total do experimento de 2,0 L ha⁻¹ de p.c. do herbicida glufosinate em 11/01/2022, com o intuito de prevenir a interferência por PD nas linhas antes do início da colheita com o objetivo de eliminar os transtornos na operação, manter a homogeneidade entre as parcelas diferindo-as apenas com a primeira aplicação de herbicidas, conforme a Tabela 2, com a finalidade de que possa ser avaliada o retorno econômico (RE) e o custo por hectare de cada tratamentos. No período da colheita, foi feita a quantificação da produção de frutos, em quantidade e peso, com objetivo de calcular a produtividade, por hectare, dos tratamentos e verificar uma possível interferência na mesma. A quantificação foi realizada por meio da colheita e quantificação de todos os frutos produzidos na planta central de cada parcela. Além disso, foi quantificado as frutas com a finalidade industrial e comercial. O RE foi calculado da seguinte forma: diferença entre a [(produtividade do tratamento (t ha⁻¹) - produtividade

da testemunha ($t\ ha^{-1}$) \times valor do produto colhido ($R\$ ha^{-1}$)] e os custo total do tratamento ($R\$ ha^{-1}$).

Para a quantificação dos custos, foi realizada uma pesquisa do preço dos herbicidas utilizados no ensaio nas principais agropecuárias da região durante a safra 2021/22. Dessa forma, foi possível obter o custo unitário dos tratamentos por unidade de área (hectares), volume de produto (litros) e massa de frutos produzidas (toneladas). Para cotação do preço por quilo da maçã utilizado para o cálculo do retorno econômico, foi utilizado o preço para o dia 10/02/2022 no CEASA/SC. Foi escolhido esse período em virtude de ser o período no qual finalizou a colheita da maçã no pomar desse ensaio. A cotação dos preços das maçãs 'Gala' e 'Fuji', por categoria, foi demonstrada na Tabela 11.

Tabela 11 - Cotações da maçã no Centrais de Abastecimento do Estado de Santa Catarina - CEASA/SC.

Categoria	Preço - Caixa de 18 kg (R\$)		Preço por Kg (R\$)	
	Gala	Fuji	Gala	Fuji
CAT 1	110,00	140,00	6,11	7,78
CAT 2	90,00	130,00	5,00	7,22
CAT 3	70,00	120,00	3,89	6,67
Indústria	5,40	5,40	0,30	0,30

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado do CEASA/SC (2023).

Para definição de um preço médio por quilograma de maçã, foi feita uma média ponderada entre os preços das categorias conforme a classificação por categorias da produção de frutas na safra 2021/22. Após serem feitas todas as avaliações a campo, os dados foram organizados e submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de comparação múltipla de Scott-knott com o uso do software Sisvar[®]. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5% ($p < 0,05$).

5.2.4 Práticas culturais

As práticas culturais adotadas no pomar, foram baseadas na recomendação técnicas para a cultura da macieira, e realizadas de acordo com as normas do PIM (PROTAS et al., 2006) demonstradas no Anexo A.

5.3 RESULTADOS

5.3.1 Controle geral de PD

Os tratamentos foram separados em três grupos, seja pra cv ‘Gala’ ou ‘Fuji’, norteados pelos herbicidas glyphosate, glufosinato e diquat, aplicados de forma isolada e em mistura com herbicidas com outros mecanismos de ação. As Tabelas 12 e 13 demonstram os resultados das avaliações para o controle total de PD no experimento com a cultivar ‘Gala’ e ‘Fuji’, respectivamente.

Tabela 12 - Porcentagem de controle geral nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Gala’. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Dias após aplicação (DAA)													
	7		14		21		28		35		42		60	
	Controle total de PD (%)													
Testemunha	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a
Testemunha capinada	100,0	e	100,0	e	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	c
Glyphosate	56,3	c	72,5	b	73,8	b	82,5	b	83,8	b	78,8	b	70,0	b
Glyphosate + Clethodim	61,3	c	81,3	c	82,5	b	87,0	b	88,8	c	88,8	c	87,5	c
Glyphosate + Saflufenacil	57,5	c	80,0	c	80,0	b	82,5	b	77,5	b	78,8	b	62,5	b
*[G+C] e Indaziflam	68,8	d	83,8	c	81,3	b	88,8	b	92,5	c	93,8	c	80,8	c
*[G+C] e Flumioxazin	55,0	c	88,3	d	88,8	c	95,8	c	97,0	c	92,0	c	78,8	c
*[G+C] e [PF]	35,0	b	82,5	c	83,8	b	95,8	c	96,8	c	94,5	c	85,8	c
*[G+C] e Indaziflam	45,0	b	81,3	c	81,3	b	92,0	c	91,3	c	90,0	c	89,3	c
Glufosinate	73,8	d	87,5	d	90,0	c	92,8	c	95,3	c	92,0	c	79,5	c
Glufosinate + Clethodim	81,3	d	91,3	d	93,8	c	93,8	c	96,5	c	92,0	c	81,3	c
Glufosinate + Saflufenacil	92,0	e	91,3	d	90,0	c	94,5	c	96,8	c	94,5	c	80,0	c
*Glufosinate e Indaziflam	85,0	e	92,5	d	90,0	c	91,3	c	95,3	c	95,0	c	93,3	c
*Glufosinate e Flumioxazin	88,8	e	90,0	d	93,3	c	93,8	c	94,3	c	95,3	c	86,3	c
Diquat	92,5	e	95,8	e	93,3	c	92,5	c	94,5	c	94,5	c	71,3	b
Diquat + Clethodim	95,0	e	92,5	d	88,8	c	91,3	c	92,0	c	87,0	b	60,0	b
Diquat + Saflufenacil	97,0	e	96,5	e	92,5	c	88,8	b	92,0	c	92,5	c	82,0	c
*Diquat e Indaziflam	94,0	e	89,3	d	87,0	c	85,0	b	91,5	c	84,5	b	70,0	b
*Diquat e Flumioxazin	93,8	e	95,3	e	92,0	c	96,5	c	94,3	c	95,3	c	87,0	c
CV (%)	16,3		5,6		6,8		6,9		5,5		6,9		19,0	
MÉDIA	72,2		83,8		83,3		86,5		87,9		86,3		76,1	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para a cultivar ‘Gala’, os tratamentos com diquat e glufosinate foram mais eficientes nas primeiras avaliações em comparação aos tratamentos com glyphosate. Além disso, os níveis de controle atingiram valores máximos nos períodos de 28 a 35 DAA, e reduziram-se a partir da avaliação de 42 DAA. Os tratamentos com glyphosate isolado e de glyphosate + saflufenacil foram os únicos que não obtiveram níveis de controle satisfatórios (>80%) em nenhum período de avaliação. Os tratamentos com os herbicidas indaziflam e flumioxazin, na maioria dos tratamentos, mantiveram maiores níveis de controle ao final do período de avaliação (60 DAA) semelhante a testemunha capinada.

Tabela 13 - Porcentagem de controle geral nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Dias após aplicação (DAA)													
	7		14		21		28		35		42		60	
	Controle total de PD (%)													
Testemunha	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	A	0,0	a
Testemunha capinada	100,0	e	100,0	d	100,0	d	100,0	c	100,0	c	100,0	D	100,0	c
Glyphosate	37,5	b	60,0	b	57,5	b	69,5	b	69,5	b	61,3	B	45,0	b
Glyphosate + Clethodim	47,5	c	82,5	c	80,0	c	90,0	c	90,8	c	88,8	D	71,3	c
Glyphosate + Saflufenacil	50,0	c	80,0	c	72,5	c	78,8	b	72,5	b	68,8	B	42,5	b
*[G+C] e Indaziflam	35,0	b	67,5	b	70,0	c	85,0	c	87,5	c	82,5	C	70,0	c
*[G+C] e Flumioxazin	47,5	c	85,0	d	81,3	c	93,3	c	95,0	c	90,0	D	86,3	c
*[G+C] e [PF]	52,5	c	80,0	c	81,3	c	90,0	c	91,3	c	90,0	D	83,8	c
*[G+C] e Indaziflam	65,0	d	78,8	c	76,3	c	85,0	c	91,3	c	81,3	C	70,0	c
Glufosinate	77,5	d	91,3	d	90,0	d	92,0	c	95,8	c	87,5	D	70,0	c
Glufosinate + Clethodim	76,3	d	90,8	d	93,8	d	94,5	c	96,5	c	90,0	D	73,8	c
Glufosinate + Saflufenacil	81,3	d	86,3	d	88,8	d	94,0	c	92,0	c	90,0	D	78,8	c
Glufosinate e Indaziflam	82,5	d	91,3	d	94,5	d	91,3	c	96,5	c	88,8	D	85,0	c
Glufosinate e Flumioxazin	85,0	d	87,5	d	87,5	d	97,3	c	97,3	c	92,5	D	82,5	c
Diquat	93,8	e	95,3	d	91,3	d	90,0	c	93,8	c	80,0	C	65,0	c
Diquat + Clethodim	91,3	e	94,5	d	90,8	d	91,3	c	92,0	c	80,0	C	57,5	c
Diquat + Saflufenacil	95,8	e	95,8	d	92,5	d	88,8	c	86,3	c	80,0	D	75,0	c
Diquat e Indaziflam	92,5	e	92,8	d	90,0	d	94,5	c	95,3	c	93,3	D	81,3	c
Diquat e Flumioxazin	95,8	e	96,0	d	92,5	d	96,5	c	96,5	c	96,3	D	85,8	c
CV (%)	14,4		9,8		10,7		8,4		8,2		10,4		21,7	
MÉDIA	66,8		81,8		80,5		85,3		86,3		81,7		69,6	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os coeficientes de variação oscilaram de 5,5 a 21,7% para as duas cultivares de macieira. A diferença entre as cultivares, foi mais evidente no tratamento com glyphosate, apesar dos níveis de controle não superarem 70% em nenhum experimento. Além disso, foi observado que os tratamentos que possuíam os ingredientes ativos flumioxazin em mistura com o glyphosate obtiveram maiores valores de controle a partir de 28 até 60 DAA.

De modo geral, a mistura em tanque foi benéfica para o controle apenas no experimento com a cultivar 'Gala' e para os tratamentos com glyphosate e diquat. Além disso, a aplicação de herbicidas em pré-emergência não garantiu maior controle ao final das avaliações, com desempenho similares aos tratamentos com os herbicidas em aplicados em pós-emergência, como por exemplo, glyphosate + clethodim, glufosinate e diquat, que são tratamentos sem atividade residual de controle no solo.

5.3.2 Controle de *Lolium multiflorum*

As Tabelas 14 e 15 demonstram os resultados das avaliações para o controle de azevém (*Lolium multiflorum*) nos experimentos com a cultivar 'Gala' e 'Fuji'.

No controle do azevém, os tratamentos tiveram níveis de controle semelhantes e eficientes com as cultivares 'Gala' e 'Fuji'. Os níveis de controle foram bem homogêneos, pois os valores de coeficiente de variação foram baixos nos dois experimentos.

Os tratamentos com os herbicidas glyphosate e glyphosate + saflufenacil foram deficientes no controle do azevém nos experimentos com a cultivar 'Gala' e 'Fuji', indicando uma possível resistência do azevém ao herbicida glyphosate.

Além disso, os tratamentos com os herbicidas em pré-emergência foram satisfatórios no controle do azevém, obtendo níveis de controle superiores a 80% até o período final de avaliação (60 DAA), com exceção do tratamento com diquat + indaziflam no experimento com a cultivar 'Gala', onde algumas repetições apresentaram baixos níveis de controle (< 80%).

Além disso, os tratamentos com os herbicidas flumioxazin obtiveram controles maiores em 28 DAA e mantiveram níveis de controle superiores no período final de avaliação (60 DAA), em relação aos herbicidas indaziflam e flumioxazin + pyroxasulfone.

Tabela 14 - Porcentagem de controle de *Lolium multiflorum* nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Dias após aplicação (DAA)													
	7		14		21		28		35		42		60	
	Controle de <i>Lolium multiflorum</i> (%)													
Testemunha	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a
Testemunha capinada	100,0	d	100,0	d	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	c
Glyphosate	52,2	b	70,0	b	71,3	b	65,0	b	65,0	b	52,5	b	40,0	b
Glyphosate + Clethodim	67,5	c	75,0	b	87,5	c	90,0	c	90,0	c	92,5	c	75,0	c
Glyphosate + Saflufenacil	55,0	b	72,5	b	78,8	b	65,0	b	60,0	b	42,5	b	17,0	a
*[G+C] e Indaziflam	57,5	b	82,5	c	88,8	c	90,0	c	90,8	c	96,3	c	90,0	c
*[G+C] e Flumioxazin	50,0	b	82,5	c	88,8	c	96,3	c	97,5	c	100,0	c	92,5	c
*[G+C] e [PF]	51,3	b	83,8	c	86,3	c	93,8	c	95,5	c	98,8	c	86,3	c
*[G+C] e Indaziflam	57,5	b	72,5	b	87,5	c	92,0	c	92,0	c	91,3	c	85,0	c
Glufosinate	81,3	c	87,5	d	87,5	c	92,8	c	95,0	c	97,0	c	77,5	c
Glufosinate + Clethodim	78,8	c	90,0	d	91,3	c	96,3	c	97,0	c	97,5	c	95,0	c
Glufosinate + Saflufenacil	88,8	d	88,8	d	87,5	c	93,3	c	97,0	c	96,3	c	85,0	c
Glufosinate e Indaziflam	77,5	c	91,3	d	87,5	c	92,5	c	95,3	c	98,8	c	97,5	c
Glufosinate e Flumioxazin	87,5	d	91,3	d	91,3	c	92,5	c	94,3	c	97,5	c	93,8	c
Diquat	88,8	d	93,8	d	93,8	c	93,8	c	95,0	c	97,5	c	82,5	c
Diquat + Clethodim	95,0	d	91,3	d	92,5	c	93,8	c	90,0	c	92,5	c	90,0	c
Diquat + Saflufenacil	96,3	d	94,5	d	93,8	c	91,3	c	94,5	c	91,3	c	87,5	c
Diquat e Indaziflam	92,5	d	86,3	d	82,5	b	83,8	c	90,3	c	86,5	c	68,8	c
Diquat e Flumioxazin	95,0	d	96,3	d	89,5	c	96,5	c	94,5	c	99,5	c	95,0	c
CV (%)	17,3		8,2		9,6		6,9		6,5		8,3		23,3	
MÉDIA	71,8		81,6		83,5		85,2		86,0		85,7		76,8	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em relação aos tratamentos com os herbicidas em pós-emergência, os tratamentos que possuíam diquat e glufosinate mantiveram níveis de controle superiores aos tratamentos com glyphosate ao final do período de avaliação (60 DAA).

Tabela 15 - Porcentagem de controle de *Lolium multiflorum* nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Dias após aplicação (DAA)													
	7		14		21		28		35		42		60	
	Controle de <i>Lolium multiflorum</i> (%)													
Testemunha	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	A	0,0	a
Testemunha capinada	100,0	d	100,0	d	100,0	d	100,0	d	100,0	e	100,0	D	100,0	d
Glyphosate	42,5	b	55,0	b	55,0	b	52,5	b	42,5	b	27,5	B	20,0	b
Glyphosate + Clethodim	37,5	b	75,0	c	80,0	c	91,3	d	86,3	d	91,3	C	87,5	d
Glyphosate + Safuflenacil	45,0	b	66,3	b	70,0	c	63,8	c	60,0	c	80,0	C	37,5	c
*[G+C] e Indaziflam	40,0	b	62,5	c	75,0	c	93,8	d	88,8	d	97,5	D	100,0	d
*[G+C] e Flumioxazin	45,0	b	75,0	b	80,0	c	95,0	d	97,0	e	98,8	D	100,0	d
*[G+C] e [PF]	45,0	b	72,5	c	81,3	c	90,0	d	91,3	d	97,5	D	82,5	d
*[G+C] e Indaziflam	57,5	b	70,0	c	77,5	c	85,0	d	87,5	d	85,0	C	97,5	d
Glufosinate	81,3	c	92,0	d	90,0	d	94,5	d	95,8	e	97,5	D	95,0	d
Glufosinate + Clethodim	82,5	c	88,8	d	93,8	d	95,0	d	97,3	e	97,5	D	100,0	d
Glufosinate + Saflufenacil	75,8	c	86,3	d	88,8	d	92,5	d	90,8	d	96,3	D	90,0	d
Glufosinate e Indaziflam	85,0	c	91,3	d	86,3	d	92,5	d	97,3	e	97,5	D	95,0	d
Glufosinate e Flumioxazin	88,8	d	91,3	d	87,5	d	94,5	d	95,8	e	100,0	D	95,0	d
Diquat	90,0	d	96,5	d	92,5	d	88,8	d	95,8	e	90,0	C	92,5	d
Diquat + Clethodim	92,5	d	94,5	d	94,5	d	92,5	d	83,3	d	97,5	D	100,0	d
Diquat + Saflufenacil	91,3	d	94,5	d	93,3	d	91,3	d	87,5	d	98,8	D	95,0	d
Diquat e Indaziflam	90,0	d	92,0	d	92,0	d	95,8	d	95,8	e	96,3	D	97,5	d
Diquat e Flumioxazin	95,0	d	96,0	d	95,8	d	96,3	d	97,0	e	98,8	D	100,0	d
CV (%)	12,9		8,6		10,0		7,6		9,2		9,5		12,9	
MÉDIA	67,8		78,9		80,7		84,5		88,6		86,7		83,4	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

5.3.3 Controle de *Trifolium repens*

Para o controle do trevo-branco (*Trifolium repens*), as Tabelas 16 e 17 demonstram os resultados das avaliações com os níveis de controle obtidos bem como as médias e coeficientes de variação por período de avaliação nos experimentos com a cultivar ‘Gala’ e ‘Fuji’ respectivamente.

Tabela 16 - Porcentagem de controle de *Trifolium repens* nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Dias após aplicação (DAA)													
	7		14		21		28		35		42		60	
	Controle total de <i>Trifolium repens</i> (%)													
Testemunha	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a
Testemunha capinada	100,0	c	100,0	b	100,0	b	100,0	b	100,0	c	100,0	b	100,0	b
Glyphosate	77,5	b	96,3	b	94,5	b	93,8	b	96,3	c	95,0	b	100,0	b
Glyphosate + Clethodim	77,5	b	93,8	b	93,8	b	91,3	b	97,5	c	98,8	b	100,0	b
Glyphosate + Saflufenacil	83,8	b	100,0	b	100,0	b	97,5	b	97,5	c	95,0	b	100,0	b
*[G+C] e Indaziflam	80,0	b	93,8	b	98,8	b	92,5	b	96,3	c	98,8	b	100,0	b
*[G+C] e Flumioxazin	72,5	b	93,8	b	98,8	b	98,3	b	97,5	c	98,8	b	100,0	b
*[G+C] e [PF]	75,0	b	93,8	b	92,5	b	95,0	b	95,0	b	98,8	b	100,0	b
*[G+C] e Indaziflam	70,0	b	92,5	b	92,5	b	97,5	b	95,8	c	97,5	b	100,0	b
10-Glufosinate	82,5	b	92,5	b	95,0	b	97,5	b	96,3	c	100,0	b	100,0	b
Glufosinate + Clethodim	85,0	b	93,8	b	97,5	b	97,5	b	99,5	c	100,0	b	100,0	b
Glufosinate + Saflufenacil	93,8	c	97,5	b	97,5	b	97,5	b	97,0	c	96,3	b	100,0	b
Glufosinate e Indaziflam	92,5	c	95,8	b	96,3	b	96,3	b	97,5	c	98,8	b	100,0	b
Glufosinate e Flumioxazin	97,5	c	96,3	b	98,8	b	98,8	b	97,5	c	98,8	b	100,0	b
Diquat	95,0	c	93,8	b	96,3	b	95,0	b	93,8	b	91,3	b	95,0	b
Diquat + Clethodim	93,8	c	91,3	b	90,0	b	91,3	b	88,8	b	85,0	b	82,5	b
Diquat + Saflufenacil	97,5	c	98,8	b	95,0	b	93,8	b	92,0	b	93,8	b	100,0	b
Diquat e Indaziflam	94,5	c	91,3	b	95,0	b	90,0	b	93,8	b	92,5	b	100,0	b
Diquat e Flumioxazin	96,3	c	98,3	b	97,5	b	95,0	b	94,5	b	95,0	b	100,0	b
CV (%)	10,0		5,9		4,8		6,0		3,5		6,4		8,8	
MÉDIA	82,3		90,1		91,0		90,4		90,9		91,3		93,6	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De maneira geral, todos os tratamentos foram efetivos no controle do trevo-branco, os níveis controles foram satisfatórios (> 80%) durante o período de avaliação. No ensaio da cultivar 'Gala', os tratamentos foram semelhantes na maioria das avaliações ($p > 0,05$), exceto em 7 DAA e 35 DAA.

A espécie apresentou níveis de controle satisfatórios desde o início do período de avaliação em 7 DAA. No entanto, em 60 DAA, a espécie foi praticamente erradicada nos experimentos ao final do período avaliativo. Isso deve-se ao efeito dos tratamentos bem como o final do ciclo da espécie.

Tabela 17 - Porcentagem de controle de *Trifolium repens* nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Dias após aplicação (DAA)													
	7		14		21		28		35		42		60	
	Controle total de <i>Trifolium repens</i> (%)													
Testemunha	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a
Testemunha capinada	100,0	d	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	d	100,0	c	100,0	b
Glyphosate	71,3	b	92,5	b	75,0	b	80,0	b	91,3	b	97,5	c	100,0	b
Glyphosate + Clethodim	75,0	b	96,3	b	90,0	b	92,5	c	93,8	c	97,5	c	100,0	b
Glyphosate + Saflufenacil	81,3	c	93,8	b	82,5	b	77,5	b	93,8	c	97,5	c	100,0	b
*[G+C] e Indaziflam	70,0	b	95,0	b	87,5	b	92,5	c	95,0	c	100,0	c	100,0	b
*[G+C] e Flumioxazin	76,3	b	92,5	b	90,0	b	97,5	c	95,0	c	97,5	c	100,0	b
*[G+C] e [PF]	75,0	b	95,0	b	91,3	b	96,3	c	95,0	c	100,0	c	100,0	b
*[G+C] e Indaziflam	75,0	b	93,8	b	90,0	b	92,5	c	95,0	c	100,0	c	100,0	b
Glufosinate	85,0	c	95,0	b	97,5	c	97,0	c	95,0	c	95,0	c	100,0	b
Glufosinate + Clethodim	78,8	b	100,0	c	97,5	c	97,5	c	95,0	c	100,0	c	100,0	b
Glufosinate + Saflufenacil	82,5	c	98,8	c	96,3	c	97,5	c	95,0	c	100,0	c	100,0	b
Glufosinate e Indaziflam	83,8	c	100,0	c	97,0	c	95,0	c	95,0	c	100,0	c	100,0	b
Glufosinate e Flumioxazin	81,3	b	98,8	c	92,5	c	95,0	c	95,0	c	100,0	c	100,0	b
Diquat	83,8	c	97,5	c	97,5	c	93,8	c	95,0	c	92,5	b	100,0	b
Diquat + Clethodim	90,0	c	95,0	b	96,3	c	95,0	c	91,3	b	90,0	b	97,5	b
Diquat + Saflufenacil	91,3	c	100,0	c	95,8	c	92,5	c	90,0	b	98,8	c	100,0	b
Diquat e Indaziflam	88,8	c	100,0	c	99,5	c	98,8	c	93,8	c	96,3	c	100,0	b
Diquat e Flumioxazin	90,0	c	100,0	c	97,5	c	97,5	c	95,8	c	98,8	c	98,8	b
CV (%)	8,6		5,0		9,6		8,3		2,6		4,1		1,4	
MÉDIA	77,8		91,8		88,1		89,5		89,5		92,7		94,5	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Da mesma forma que o no controle do azevém, os controles para o trevo-branco foram bem homogêneos em todo período de avaliação, para as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’.

Os valores máximos de controle foram alcançados nos períodos de 42 e 60 DAA. Em relação as médias, apenas no período de avaliação de 7 DAA, no experimento com a cultivar ‘Gala’, não obteve controle satisfatório, porém foi muito próximo disso, indicando a eficiência dos tratamentos no controle da espécie.

5.3.4 Controle de *Bidens spp*

As Tabelas 18 e 19 apresentam os resultados das avaliações de controle de picão-preto (*Bidens spp*) nos experimentos com a cultivar ‘Gala’ e ‘Fuji’ respectivamente.

Tabela 18 - Porcentagem de controle de *Bidens spp* nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos, no experimento com a cultivar ‘Gala’. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Dias após aplicação (DAA)													
	7		14		21		28		35		42		60	
	Controle total de <i>Bidens spp</i> (%)													
Testemunha	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a
Testemunha capinada	100,0	c	100,0	c	100,0	b	100,0	b	100,0	b	100,0	c	100,0	c
Glyphosate	97,5	c	100,0	c	100,0	b	97,5	b	97,0	b	96,3	d	45,0	b
Glyphosate + Clethodim	100,0	c	97,5	b	100,0	b	95,0	b	92,5	b	91,3	c	62,5	c
Glyphosate + Saflufenacil	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	b	92,5	b	95,0	d	50,0	b
*[G+C] e Indaziflam	100,0	c	100,0	c	95,0	b	95,0	b	92,5	b	96,3	d	82,5	c
*[G+C] e Flumioxazin	100,0	c	100,0	c	100,0	b	96,3	b	95,0	b	97,0	d	75,0	c
*[G+C] e [PF]	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	b	96,3	b	97,5	d	71,3	c
*[G+C] e Indaziflam	97,5	c	100,0	c	100,0	b	96,3	b	93,8	b	95,0	d	85,0	c
Glufosinate	87,5	b	96,3	b	95,0	b	95,0	b	95,0	b	97,5	d	76,3	c
Glufosinate + Clethodim	100,0	c	100,0	c	100,0	b	96,3	b	93,8	b	93,8	d	67,5	c
Glufosinate + Saflufenacil	100,0	c	97,5	b	97,5	b	95,0	b	94,5	b	96,3	d	75,0	c
Glufosinate e Indaziflam	100,0	c	98,3	b	97,5	b	96,3	b	96,3	b	95,0	d	88,8	c
Glufosinate e Flumioxazin	100,0	c	100,0	c	100,0	b	96,3	b	95,0	b	93,8	d	72,5	c
Diquat	100,0	c	100,0	c	97,5	b	95,0	b	92,5	b	93,8	d	62,5	c
Diquat + Clethodim	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	b	91,3	b	86,3	b	40,0	b
Diquat + Saflufenacil	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	b	93,8	b	96,3	d	75,0	c
Diquat e Indaziflam	100,0	c	100,0	c	100,0	b	96,3	b	95,0	b	96,3	d	80,0	c
Diquat e Flumioxazin	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	b	93,8	b	95,0	d	78,8	c
CV (%)	4,0		2,2		3,5		1,7		3,3		3,6		24,8	
MÉDIA	93,8		94,2		93,8		90,8		89,5		90,1		67,8	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 19 - Porcentagem de controle de *Bidens spp* nas avaliações de 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Dias após aplicação (DAA)													
	7		14		21		28		35		42		60	
	Controle total de <i>Bidens spp</i> (%)													
Testemunha	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a
Testemunha capinada	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	b	100,0	d	100,0	c	100,0	b
Glyphosate	78,8	b	78,8	b	100,0	b	100,0	b	91,3	b	95,0	c	67,5	b
Glyphosate + Clethodim	80,0	b	85,0	b	100,0	c	100,0	b	93,8	c	88,8	b	75,0	b
Glyphosate + Saflufenacil	92,5	c	92,5	c	100,0	b	100,0	b	92,5	b	92,5	c	70,0	b
*[G+C] e Indaziflam	80,0	b	80,0	b	97,5	c	100,0	b	95,0	c	95,0	c	85,0	b
*[G+C] e Flumioxazin	90,0	c	90,0	b	100,0	c	100,0	b	93,8	c	92,5	c	75,0	b
*[G+C] e [PF]	82,5	b	86,3	b	100,0	c	100,0	b	95,0	c	92,5	c	70,0	b
*[G+C] e Indaziflam	92,5	c	92,5	c	96,3	c	100,0	b	92,5	b	92,5	c	52,5	b
Glufosinate	87,5	b	88,8	b	98,8	c	100,0	b	95,0	c	88,8	b	50,0	b
Glufosinate + Clethodim	95,0	c	95,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	c	92,5	c	62,5	b
Glufosinate + Saflufenacil	97,5	c	97,5	c	100,0	c	100,0	b	95,0	c	95,0	c	70,0	b
Glufosinate e Indaziflam	100,0	c	92,5	c	100,0	c	100,0	b	95,0	c	93,8	c	81,3	b
Glufosinate e Flumioxazin	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	c	95,0	c	77,5	b
Diquat	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	c	87,5	b	47,5	b
Diquat + Clethodim	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	b	93,8	c	82,5	b	22,5	a
Diquat + Saflufenacil	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	b	91,3	b	93,8	c	62,5	b
Diquat e Indaziflam	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	c	93,8	c	67,5	b
Diquat e Flumioxazin	100,0	c	100,0	c	100,0	c	100,0	b	95,0	c	95,0	c	73,8	b
CV (%)	9,9		9,4		1,8		0,0		2,1		4,5		27,9	
MÉDIA	87,8		88,4		94,3		94,7		89,4		87,7		63,7	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O controle do picão-preto manteve eficiência superior a 85% até a avaliação de 42 DAA nas duas cultivares de macieira. Entretanto, aos 60 DAA, houve uma redução no controle em todos os tratamentos, sendo mais significativa nos tratamentos com glyphosate, glufosinate e diquat isolados. As médias de níveis de controle obtida no período de 7 a 42 DAA foram acima de 80%. Para o experimento com a cultivar ‘Gala’, os valores máximos de níveis de controle foram obtidos em 21 DAA, já para o experimento com a cultivar ‘Fuji’, em 28 DAA. Além disso, os herbicidas aplicados em pré-emergência não foram eficientes o suficiente para reduzir o número de aplicações de herbicidas durante o período vegetativo da cultura.

5.3.5 Densidade de PD

As Tabelas 20, 21, 22 e 23 apresentam os resultados das avaliações das densidades da população de PD nas avaliações de 21 DAA e 60 DAA, respectivamente, para as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’.

Tabela 20 - Densidade da população de PD aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar ‘Gala’. Lages, SC, 2021/2022.

	21 Dias após aplicação (DAA)							
Tratamento	<i>L. multiflorum</i>		<i>T.repens</i>		<i>Bidens spp</i>		Outras	
	Densidade de PD (plantas m ⁻²)							
Testemunha	74,50	b	33,25	b	38,50	b	5,25	a
Testemunha capinada	0,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
Glyphosate	23,75	a	0,00	a	0,00	a	11,75	a
Glyphosate + Clethodim	8,75	a	0,00	a	0,00	a	2,25	a
Glyphosate + Saflufenacil	9,00	a	1,75	a	0,00	a	3,75	a
*[G+C] e Indaziflam	17,50	a	6,75	a	0,00	a	4,00	a
*[G+C] e Flumioxazin	3,25	a	5,25	a	0,00	a	2,50	a
*[G+C] e [PF]	13,75	a	5,75	a	0,25	a	6,75	a
*[G+C] e Indaziflam	17,50	a	2,75	a	0,00	a	9,25	a
Glufosinate	5,75	a	0,50	a	0,75	a	6,00	a
Glufosinate + Clethodim	5,00	a	1,25	a	0,00	a	6,00	a
Glufosinate + Saflufenacil	11,75	a	0,00	a	0,00	a	1,75	a
Glufosinate e Indaziflam	0,25	a	0,50	a	0,00	a	10,00	a
Glufosinate e Flumioxazin	7,00	a	0,00	a	0,00	a	7,25	a
Diquat	1,50	a	0,25	a	1,00	a	3,50	a
Diquat + Clethodim	0,75	a	4,00	a	2,00	a	6,25	a
Diquat + Saflufenacil	8,25	a	0,00	a	0,00	a	5,50	a
Diquat e Indaziflam	4,00	a	14,00	a	0,00	a	5,50	a
Diquat e Flumioxazin	0,75	a	5,00	a	0,00	a	4,75	a
CV (%)	117,77		125,10		384,85		131,72	
MÉDIA	11,21		4,26		2,22		5,37	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 21 - Densidade da população de PD aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.

	60 Dias após aplicação (DAA)							
Tratamento	<i>L. multiflorum</i>		<i>T.repens</i>		<i>Bidens spp</i>		Outras	
	Densidade de PD (plantas m ⁻²)							
Testemunha	55,00	b	34,00	b	60,75	b	4,00	a
Testemunha capinada	0,00	a	0,00	a	0,0	a	0,00	a
Glyphosate	2,00	a	0,00	a	2,00	a	0,75	a
Glyphosate + Clethodim	0,00	a	0,00	a	7,00	a	1,25	a
Glyphosate + Saflufenacil	6,00	a	0,00	a	0,50	a	0,00	a
*[G+C] e Indaziflam	0,75	a	0,25	a	0,75	a	0,00	a
*[G+C] e Flumioxazin	0,00	a	0,00	a	1,25	a	0,50	a
*[G+C] e [PF]	0,00	a	0,00	a	0,25	a	1,00	a
*[G+C] e Indaziflam	0,00	a	0,00	a	0,25	a	1,75	a
Glufosinate	3,00	a	0,00	a	0,75	a	1,00	a
Glufosinate + Clethodim	0,75	a	0,00	a	5,50	a	2,75	a
Glufosinate + Saflufenacil	0,25	a	0,00	a	1,00	a	3,25	a
Glufosinate e Indaziflam	0,50	a	0,00	a	1,00	a	0,50	a
Glufosinate e Flumioxazin	0,50	a	0,00	a	2,50	a	1,00	a
Diquat	5,50	a	0,00	a	4,25	a	2,25	a
Diquat + Clethodim	0,00	a	4,00	a	3,00	a	0,50	a
Diquat + Saflufenacil	0,00	a	0,00	a	2,75	a	1,50	a
Diquat e Indaziflam	2,00	a	0,00	a	0,25	a	0,25	a
Diquat e Flumioxazin	0,00	a	0,00	a	1,25	a	1,50	a
CV (%)	225,53		225,53		196,60		190,86	
MÉDIA	4.01		4.01		5.00		1.25	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As cultivares 'Gala' e 'Fuji' apresentam comportamento semelhante em relação a dinâmica populacional de PD nas áreas experimentais. Aos 21 DAA, verificou-se que a população de azevém foi predominante em relação as demais PD nesse experimento. Os tratamentos com a formulação glufosinate foram mais eficientes no controle do trevo-branco e praticamente não houve incidência da espécie de picão-preto nestes tratamentos.

Aos 60 DAA, verificou-se o aumento da população de picão-preto e uma redução drástica nas populações de azevém, com exceção dos tratamentos com

glyphosate e glyphosate + saflufenacil, e trevo-branco nas parcelas onde foram realizados o controle químico de PD. Na testemunha capinada não houve uma redução no nível populacional na mesma proporção que nos controles químico. Por fim, na testemunha sem controle os níveis populacionais de azevém, trevo-branco e picão-preto mantiveram-se semelhantes as avaliações preliminares dos experimentos.

Tabela 22 - Densidade da população de PD aos 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.

	21 Dias após aplicação (DAA)							
Tratamento	<i>L. multiflorum</i>		<i>T.repens</i>		<i>Bidens spp</i>		Outras	
	Densidade de PD (plantas m ⁻²)							
Testemunha	89,00	c	44,50	b	5,00	a	0,75	a
Testemunha capinada	0,00	a	0,00	a	0,00	b	0,00	a
Glyphosate	54,00	b	1,50	a	0,00	a	11,00	a
Glyphosate + Clethodim	13,50	a	0,75	a	0,00	a	6,50	a
Glyphosate + Saflufenacil	38,00	a	11,50	a	0,00	a	13,25	a
*[G+C] e Indaziflam	15,50	a	6,50	a	0,00	a	6,25	a
*[G+C] e Flumioxazin	6,75	a	3,50	a	0,00	a	15,75	a
*[G+C] e [PF]	13,25	a	6,75	a	1,75	a	9,50	a
*[G+C] e Indaziflam	17,25	a	6,30	a	0,00	a	9,00	a
Glufosinate	17,75	a	0,50	a	0,00	a	11,25	a
Glufosinate + Clethodim	8,25	a	0,75	a	1,00	a	7,25	a
Glufosinate + Saflufenacil	12,00	a	0,00	a	0,25	a	8,00	a
Glufosinate e Indaziflam	7,00	a	0,00	a	0,00	a	6,25	a
Glufosinate e Flumioxazin	13,50	a	0,00	a	1,25	a	4,00	a
Diquat	2,75	a	4,25	a	0,00	a	5,50	a
Diquat + Clethodim	0,00	a	10,50	a	0,00	a	1,25	a
Diquat + Saflufenacil	1,75	a	11,50	a	0,00	a	3,25	a
Diquat e Indaziflam	10,00	a	5,00	a	0,00	a	3,50	a
Diquat e Flumioxazin	0,00	a	7,25	a	0,00	a	0,75	a
CV (%)	106,15		206,63		527,01		113,16	
MÉDIA	16,85		6,37		0,48		6,47	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 23 - Densidade da população de PD aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.

	60 Dias após aplicação (DAA)							
Tratamento	<i>L. multiflorum</i>		<i>T.repens</i>		<i>Bidens spp</i>		Outras	
	Densidade de PD (plantas m ⁻²)							
Testemunha	91,75	d	28,00	b	21,50	b	0,50	a
Testemunha capinada	0,00	a	0,00	a	0,00	b	0,00	a
Glyphosate	19,25	c	0,00	a	0,00	a	0,00	a
Glyphosate + Clethodim	0,00	a	0,00	a	4,00	a	1,00	a
Glyphosate + Saflufenacil	15,50	c	0,50	a	2,75	a	0,00	a
*[G+C] e Indaziflam	8,75	b	0,00	a	0,25	a	0,00	a
*[G+C] e Flumioxazin	0,75	a	0,00	a	0,00	a	4,50	a
*[G+C] e [PF]	0,50	a	0,00	a	7,50	a	0,00	a
*[G+C] e Indaziflam	1,00	a	0,00	a	0,00	a	0,00	a
1Glufosinate	0,00	a	0,00	a	3,25	a	0,00	a
Glufosinate + Clethodim	1,00	a	0,00	a	4,50	a	1,00	a
Glufosinate + Saflufenacil	0,00	a	0,00	a	0,50	a	1,75	a
Glufosinate e Indaziflam	0,00	a	0,00	a	3,25	a	0,50	a
Glufosinate e Flumioxazin	0,00	a	0,00	a	3,00	a	0,00	a
Diquat	0,00	a	0,00	a	7,00	a	0,50	a
Diquat + Clethodim	0,00	a	0,00	a	7,75	a	0,00	a
Diquat + Saflufenacil	0,00	a	0,50	a	1,50	a	0,50	a
Diquat e Indaziflam	0,00	a	0,00	a	3,25	a	0,00	a
Diquat e Flumioxazin	0,00	a	0,00	a	1,00	a	0,00	a
CV (%)	92,77		541,56		136,69		442,20	
MÉDIA	6.86		1.52		3.73		0.54	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não difere entre si pelo teste de Scott-knott ($p>0,05$). PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Apesar do comportamento similar na dinâmica populacional de PD nos ensaios, apresentaram diferenças em relação a proporção da população de azevém, onde na cultivar ‘Fuji’ houve uma maior densidade populacional em relação a cultivar ‘Gala’ nas avaliações de 21 e 60 DAA.

Essas diferenças também foram observadas nos tratamentos testemunhas sem controle, indicando uma população inicial maior de azevém nas áreas da cultivar ‘Fuji’.

As avaliações de densidade de PD corroboram com a eficiência de controle, de forma geral, as misturas não trouxeram melhoria significativa de

controle e que o uso de herbicidas com controle residual como indaziflam, flumioxazin e flumioxazin + pyroxasulfone não diferiram dos demais tratamentos.

5.3.6 Quantificação de frutos

Na Tabela 24, contém os dados da quantificação de frutos no experimento com a cultivar 'Gala', por categoria de maçã comercial, vendida in natura, e maçã indústria, vendida para o processamento, total geral bem como a produtividade de cada tratamento.

Tabela 24 - Quantificação de frutos e produtividade obtidas nos tratamentos no experimento com a cultivar 'Gala'. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Quantidade de frutos				Total Geral		Prod. (t ha ⁻¹)
	Comercial		Indústria				
	*N	Peso (kg)	*N	Peso (kg)	*N	Peso (kg)	
Testemunha	1300	146,1	314	29,3	1614	175,4	43,9
Testemunha capinada	1581	185,0	287	29,5	1868	214,5	53,6
Glyphosate	1215	137,0	259	24,9	1474	161,9	40,5
Glyphosate + Clethodim	1247	137,9	236	24,0	1483	161,9	40,5
Glyphosate + Safufenacil	1092	128,8	240	22,3	1332	151,1	37,8
*[G+C] e Indaziflam	1258	145,8	267	26,9	1525	172,7	43,2
*[G+C] e Flumioxazin	1303	142,0	280	29,1	1583	171,1	42,8
*[G+C] e [PF]	1091	122,3	220	24,8	1311	147,1	36,8
*[G+C] e Indaziflam	1086	124,9	242	21,7	1328	146,6	36,7
Glufosinate	1123	133,7	261	26,2	1384	159,9	40,0
Glufosinate + Clethodim	1255	141,4	240	57,5	1495	198,9	49,7
Glufosinate + Saflufenacil	1169	134,6	281	28,4	1450	163,0	40,7
Glufosinate e Indaziflam	1169	133,0	293	27,8	1462	160,8	40,2
Glufosinate e Flumioxazin	1291	149,2	311	31,8	1602	181,0	45,2
Diquat	1051	121,3	308	28,6	1359	149,9	37,5
Diquat + Clethodim	1094	119,2	214	23,6	1308 b	142,8	35,7
Diquat + Saflufenacil	1250	141,2	285	28,7	1535	169,9	42,5
Diquat e Indaziflam	1006	111,6	331	32,6	1337	144,1	36,0
Diquat e Flumioxazin	1051	121,9	206	20,4	1257	142,4	35,6
MÉDIA	1191,2	135,6	267,1	28,3	1458,3	163,9	41,0
CV (%)	11,2	11,7	13,6	27,6	10,1	11,7	11,7

PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim/ N = quantidade de frutos. Prod. = Produtividade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para a cultivar ‘Gala’, as variações entre os tratamentos em termos quantificação de frutos e produtividade foram baixas (< 10%), com exceção da quantidade de frutos da categoria indústria. Além disso, cerca de 82% das maçãs colhidas foram de categoria comercial e 18% de categoria indústria.

A Tabela 25 apresenta a quantificação de frutos no experimento com a cultivar ‘Fuji’, do mesmo modo.

Tabela 25 - Quantificação de frutos e produtividade obtidas nos tratamentos no experimento com a cultivar ‘Fuji’. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Quantificação de frutos				Total Geral		Prod. (t ha ⁻¹)
	Comercial		Indústria				
	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	
Testemunha	1404	158,8	373	42,3	1777	201,1	50,3
Testemunha capinada	1145	131,2	399	46,0	1544	177,1	44,3
Glyphosate	1260	136,7	373	40,3	1633	177,1	44,3
Glyphosate + Clethodim	1327	138,9	406	42,4	1733	181,3	45,3
Glyphosate + Safuflenacil	1308	139,9	364	39,1	1672	178,9	44,7
*[G+C] e Indaziflam	1703	171,1	443	44,9	2146	216,0	54,0
*[G+C] e Flumioxazin	1469	171,9	414	48,4	1883	220,4	55,1
*[G+C] e [PF]	1447	158,8	390	43,1	1837	201,9	50,5
*[G+C] e Indaziflam	1453	158,0	426	46,9	1879	205,0	51,2
Glufosinate	1828	204,4	518	58,0	2346	262,5	65,6
Glufosinate + Clethodim	1564	184,0	458	53,7	2022	237,7	59,4
Glufosinate + Saflufenacil	1161	132,0	404	46,3	1565	178,3	44,6
Glufosinate e Indaziflam	1300	161,8	387	47,9	1687	209,7	52,4
Glufosinate e Flumioxazin	833	103,7	293	36,6	1126	140,3	35,1
Diquat	1060	116,6	332	36,5	1392	153,1	38,3
Diquat + Clethodim	1243	146,3	391	46,1	1634	192,5	48,1
Diquat + Saflufenacil	1493	164,9	446	49,4	1939	214,3	53,6
Diquat e Indaziflam	1665	174,5	407	42,4	2072	216,9	54,2
Diquat e Flumioxazin	1452	152,3	416	43,5	1868	195,9	49,0
MÉDIA	1374,5	152,9	402,0	44,9	1776,6	197,9	49,5
CV (%)	17,2	15,7	2,2	12,0	11,9	7,6	14,4

PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim/ N = quantidade de frutos. Prod. = Produtividade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para a cultivar ‘Fuji’, as variações entre os tratamentos em termos quantificação de frutos e produtividade foram baixas, porém levemente superior aos resultados da cultivar ‘Gala’, com exceção da quantidade de frutos da

categoria comercial. Além disso, cerca de 77% das maçãs colhidas foram de categoria comercial e 23% de categoria indústria.

Por fim, para as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’, todos os tratamentos obtiveram valores semelhantes em termos de produtividade, indicando uma ausência da influência direta dos tratamentos nessa variável. Entretanto, foi possível observar uma diferença no número de frutos entre as cultivares, essa diferença deu-se devido ao abortamento dos frutos na cv ‘Gala’ devido ao estresse hídrico ocorrido.

Além disso, a variação entre os tratamentos não possui um padrão definido para número de frutos, peso de frutos, categoria de frutos bem como a produtividade confirmando a hipótese de que não haja influência direta dos tratamentos na produtividade de frutos.

5.3.7 Avaliação econômica

A Tabela 26 contém os valores de compra referentes aos herbicidas utilizados nos experimentos na safra 2021/22.

Tabela 26 - Preço de compra dos herbicidas utilizados nos experimentos referentes ao controle químico de PD na safra 2021/22. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Produto Comercial	Frasco		
		Quantidade	Unidade	Valor (R\$)
Glyphosate	Roundup WG	5,0	Kg	165,00
Glufosinate	Finale	10,0	L	499,00
Diquat	Reglone	20,0	L	1790,00
Clethodim	Poquer	1,0	L	82,00
Saflufenacil	Heat	350,0	G	885,00
Indaziflam	Alion	500,0	mL	1480,00
Flumioxazin	Flumyzin	1,0	L	598,00
Flumioxazin + Pyroxasulfone	Falcon	1,0	L	589,00

Fonte: Elaborado pelo autor conforme pesquisa de mercado (2023).

Os valores foram obtidos através das médias entre os preços dos herbicidas nas agropecuárias e cooperativas da região. A partir dos valores de compra da Tabela 26, foi possível quantificar os custos unitário, por unidade e

por hectare conforme a Tabela 27. Com a obtenção dos valores de produtividade e custos, foi possível obter os valores do RE dos experimentos conforme a Tabela 28.

Tabela 27 - Custos unitário referentes aos produtos utilizados no controle químico de PD na safra 2021/22. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Produto Comercial	Dose		Custos unitário	
		(pc ha ⁻¹)	unidade	R\$ un. ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
Glyphosate	Roundup WG	3,00	Kg	33,00	99,00
Glufosinate	Finale	2,00	L	49,90	99,80
Diquat	Reglone	2,00	L	89,50	179,00
Clethodim	Poquer	0,45	L	82,00	36,90
Saflufenacil	Heat	70,00	g	2528,57	177,00
Indaziflam	Alion	0,20	L	2960,00	592,00
Flumioxazin	Flumyzin 500	0,20	L	598,00	119,60
Flumioxazin + Pyroxasulfone	Falcon	1,00	L	589,00	589,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 28 - Custos totais e RE dos tratamentos aplicados para os experimentos com as cultivares 'Gala' e 'Fuji'. Lages, SC, 2021/2022.

Tratamento	Custo (R\$ ha ⁻¹)	Gala		Fuji	
		Prod. (t ha ⁻¹)	RE (mil R\$)	Prod. (t ha ⁻¹)	RE (mil R\$)
Testemunha sem controle	-	43,9	-	50,3	-
Testemunha capinada	-	53,6	2307,7	44,3	-1529,0
Glyphosate	99,00	40,5	-601,8	44,3	-1531,5
Glyphosate + Clethodim	135,90	40,5	-604,2	45,3	-1290,6
Glyphosate + Saflufenacil	276,00	37,8	-1014,5	44,7	-1428,2
*[G+C] e Indaziflam	727,90	43,2	-129,5	54,0	1166,2
*[G+C] e Flumioxazin	255,50	42,8	-206,5	55,1	1536,0
*[G+C] e [PF]	724,90	36,8	-1147,8	50,5	62,1
*[G+C] e Indaziflam	431,90	36,7	-1163,4	51,2	288,6
Glufosinate	99,80	40,0	-684,1	65,6	5813,8
Glufosinate + Clethodim	136,70	49,7	1286,5	59,4	3139,2
Glufosinate + Saflufenacil	276,80	40,7	-559,3	44,6	-1462,3
Glufosinate e Indaziflam	691,80	40,2	-648,0	52,4	654,0
Glufosinate e Flumioxazin	219,40	45,2	275,9	35,1	-3076,1
Diquat	179,00	37,5	-1055,2	38,3	-2646,9
Diquat + Clethodim	215,90	35,7	-1284,1	48,1	-595,5
Diquat + Saflufenacil	356,00	42,5	-260,4	53,6	1023,5
Diquat e Indaziflam	771,00	36,0	-1243,7	54,2	1239,0

Diquat e Flumioxazin	298,60	35,6	-1297,6	49,0	-366,4
MÉDIA	346,83	11,7	-446,1	14,4	55,3

PF = Flumioxazin + Pyroxasulfone; [G+C] = Glyphosate + Clethodim;
Prod. Produtividade; RE = Retorno econômico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Conforme a Tabela 27, os custos unitários, por unidade, foram baseados na unidade de medida de cada produto, L ou Kg. Os custos unitários, por hectare, foram baseados nas doses aplicadas de cada produto nos experimentos.

Os tratamentos que utilizaram as formulações flumioxazin + pyroxasulfone obtiveram os maiores custos, por hectare, seguido das formulações indaziflam. Demonstrando o elevado custo das formulações de ação em pré-emergência em PD.

Para a obtenção dos valores, por tonelada, foi necessário quantificar a proporção de frutos por categoria conforme a Tabela 29.

Tabela 29 – Classificação dos frutos da safra 2021/22 para as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’.

Categoria	Proporção (%)	
	Gala	Fuji
CAT 1	40,82	38,59
CAT 2	24,49	23,15
CAT 3	16,33	15,44
Industria	18,37	22,82

Fonte: Elaborado pelo autor, conforme produção da safra 2021/22 (2023).

Com os percentuais de cada categoria da produção, obteve-se uma média pondera do preço por quilo de fruta para a cultivar ‘Gala’ de R\$ 4,41 e de R\$ 5,77 para a cultivar ‘Fuji’. Com esses valores, foi possível obter os valores da produção para cada tratamento.

Em relação ao RE (Tabela 28), a produtividade da cultivar ‘Gala’ por ter sido inferior a cultivar ‘Fuji’ refletiu em valores inferiores no RE. Além disso, o RE reforça a baixa interferência direta das PD em pomares estabelecidos e em fase de produção, pois o tratamento testemunha obteve valor de produtividade superior, para as cultivares ‘Gala’ e ‘Fuji’, em relação a diferentes tratamentos com herbicidas, isso pode ser verificado nos tratamentos que obtiveram valores de RE negativos.

Portanto, o RE apesar de não quantificar, reflete os prejuízos indiretos causados pela presença das PD nos pomares, sendo esses mais impactantes em pomares de macieira estabelecidos.

5.4 DISCUSSÃO

5.4.1 Controle químico

O objetivo principal do manejo de PD em pomares de macieira é o controle das espécies de PD de verão, como gênero *Bidens* e *Ipomoea*, pois essas causam maiores transtornos e interferência nos tratos culturais. Nesse sentido, foi priorizado o estágio fenológico ideal para aplicação dos herbicidas nas espécies de *Bidens*. Entretanto, a campo é difícil obter um cenário ideal para o controle de toda a flora infestante, o manejo de PD irá prejudicar ou controlar as espécies alvo de PD e consequentemente beneficiar outras espécies de plantas. Para a tomada de decisão no manejo integrado de PD, os fatores que devem se levar em consideração são o histórico da área, PD alvo, estágio de aplicação e os períodos de interferência a cultura de interesse. As Figuras 6 e 7 ilustram a situação das PD antes da instalação dos tratamentos.

Figura 6 - Linhas de plantio do pomar antes de serem aplicados os tratamentos em 12/10/2021.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme a Figura 6, pode-se observar que a predominância de PD de inverno como o azevém e o trevo-branco. Além disso, foi observado um fluxo de emergência de picão-preto ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Fluxo de emergência de picão-preto (*Bidens spp*) no pomar.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

De modo geral, a partir da avaliação de 7 DAA, foi observado que os tratamentos que possuíam a formulação diquat apresentaram níveis de controle excelentes (>90%) e para os tratamentos com glufosinate obtiveram resultados satisfatórios (> 80% e < 89%) ou bem próximos a esse.

Conforme Takano (2020), isso deve-se ao fato de ambos os ingredientes ativos causarem injúrias e estresse nas plantas em virtude do aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROS), como superóxidos e peróxidos, na presença de luz, ou seja, a efetividade da aplicação de herbicidas desse grupo é diretamente afetada pela disponibilidade de luz. Outro fator a ser observado no tocante a rápida ação, é que o diquat e o glufosinate são herbicidas de contato, ou seja, atuam próximo ou no local onde eles penetram e são absorvidos pelos tecidos das plantas.

A exceção foram os tratamentos que continham glufosinate isolado e glufosinate + clethodim, que apresentaram diferenças em relação as outras

misturas com glufosinate e os tratamentos do grupo diquat. Isso deve-se pelo fato do clethodim ser um herbicida sistêmico, que demora algumas semanas para agir nas PD.

O uso dessas formulações pode ser recomendado quando deseja-se ter um rápido controle de PD nos pomares, principalmente em períodos em que correrem tratos manuais como no raleio e na pré-colheita. Por sua vez, os tratamentos que contêm a formulação glyphosate, todos obtiveram níveis de controle insatisfatório (< 80%). Isso deve-se ao fato do modo de ação do glyphosate, por ser um herbicida sistêmico, necessitando de algumas semanas para causar injúria nas PD (FONTES et al., 2003; RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

A partir de 14 DAA, observou-se que os níveis de controle nos tratamentos com glyphosate em mistura com clethodim, em maioria, obtiveram níveis de controle satisfatórios ou próximos, isso deve-se pela ação do herbicida clethodim no controle do azevém e outras gramíneas presentes na área. Foi observado que no experimento com a cultivar 'Fuji', que apresentaram uma maior quantidade de azevém nas parcelas em relação ao experimento com a cultivar 'Gala', isso deve-se a distribuição aleatória da PD além do controle cultural com maior sombreamento que a cultivar exerce nas linhas de plantio, reduzindo a incidência de PD de verão exigentes em luz. A Figura 8 ilustra os controles por glyphosate, glufosinate e diquat aplicados de forma isolada aos 14 DAA.

Figura 8 - Controle de PD por glyphosate (3), glufosinate (10) e diquat (15) aos 14 DAA no experimento com a cultivar 'Gala'.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme a Figura 8, é possível observar a rápida dessecação aos 14 DAA pelas formulações glufosinate e diquat e um controle ineficiente do glyphosate sobre o azevém.

O controle ineficiente pelo glyphosate deve-se pelo uso repetitivo de substâncias com os mesmos mecanismos de ação tem ocasionado a seleção de biótipos resistentes de azevém com resistência ao glyphosate (LONDERO et al., 2012; ROMAN et al., 2004). Dessa forma, devido ao manejo químico ser a ferramenta de controle mais utilizada, muitas populações da espécie, em todo o mundo, estão se tornando resistentes aos poucos herbicidas de pós-emergência que existem no mercado para o controle da espécie, dificultando o seu manejo (KAUNDUN et al., 2013). A ocorrência de biótipos resistentes a herbicidas torna-se um agravante, pois estes possuem a capacidade de se reproduzir e de disseminar novos indivíduos também resistentes. (VARGAS et al., 2007).

No Brasil, o primeiro caso de resistência de azevém a herbicidas foi relatado em 2003, onde foram identificados biótipos resistentes ao glyphosate em lavouras de culturas anuais e em pomares (ROMAN et al., 2004; HEAP, 2017). Devido a essa resistência, os herbicidas inibidores da ACCase e ALS passaram a ser usados em maior escala como alternativa de controle desses biótipos resistentes. Porém, o uso contínuo desses herbicidas selecionou plantas de azevém resistentes aos inibidores da ALS em 2010. A situação da resistência se agravou, sendo que foram registrados casos de resistência múltipla aos herbicidas inibidores da ACCase e EPSPS em 2011; ALS e ACCase em 2016; e EPSPS e ALS em 2017 (HEAP, 2017).

Em torno de 21 DAA, foram aplicados os herbicidas com ação de pré-emergência indaziflam, flumioxazin e a mistura de flumioxazin + pyroxasulfone. Foi observado nessa avaliação que os tratamentos com glufosinate e diquat mantiveram seus níveis de controle bem como sem diferença entre eles. No ensaio com a cultivar 'Gala', todos os tratamentos obvieram níveis de controle satisfatórios, exceto o tratamento com glyphosate isolado. Apesar de em ambos os experimentos o tratamento com glyphosate isolado ter sido ineficiente, foi observado que no experimento com a cultivar 'Fuji' foi mais expressivo os baixos

níveis de controle pelo herbicida. Isso se deve a maior presença de azevém nas parcelas do experimento com a cultivar 'Fuji' em relação a 'Gala'.

Ainda para experimento com a cultivar 'Fuji', os tratamentos com glyphosate + saflufenacil e glyphosate + clethodim + indaziflam também não obtiveram níveis satisfatórios. De modo geral, verificando os tratamentos que possuíam glyphosate + clethodim com um herbicida de controle em pré-emergência das PD, verificou-se que o indaziflam teve níveis de controle ligeiramente inferiores as formulações com flumioxazin. Isso deve-se que a formulação flumioxazin, possui espectro de ação em pós-emergência em PD, principalmente em folhas largas em estádios iniciais de desenvolvimento, como do gênero *Bidens*.

A partir das avaliações de 28 DAA, foi possível verificar o efeito da aplicação dos tratamentos com ação em pré-emergência, indaziflam, flumioxazin, e da mistura de flumioxazin + pyroxasulfone, pelos níveis de controle ligeiramente superiores aos tratamentos sem atividade residual no solo. Durigan (2006) obteve valores de níveis de controle similares flumioxazin na cultura dos citros utilizando a mesma dose aplicada nesse experimento. Os herbicidas de ação sistêmica, como o glyphosate, provocam a dessecação lenta das plantas, o que atrasa o processo de decomposição. A Figura 9 ilustra o controle com herbicidas de ação em pré-emergências nas PD aos 28 DAA.

Figura 9 - Controle por flumioxazin + pyroxasulfone (8), indaziflam (9) flumioxazin (19) aos 28 DAA.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A Figura 9 ilustra a emergência de um novo fluxo de espécies do gênero *Bidens*, isso pode ter sido atribuído a escapes de aplicação, condições favoráveis para o desenvolvimento das plantas pré-existentes após a dessecação das PD de inverno. Esse fluxo foi menos intenso nos tratamentos com indaziflam. Esse período do novo fluxo de emergência coincidiu justamente onde deve ser realizada uma intervenção para o controle para as PD de verão.

Além disso, os herbicidas de ação sistêmica, como o glyphosate, provocam a dessecação lenta das plantas, o que atrasa o processo de decomposição. Por outro lado, herbicidas com ação de contato como o flumioxazin provocam dessecação rápida das plantas, a fim de propiciar decomposição mais acelerada das plantas presentes na área.

Quanto ao sinergismo do glyphosate com flumioxazin, segundo Monquero (2003), a associação de glyphosate com herbicidas do grupo químico dos difenil éteres (Inibidores da PROTOX), em doses subletais, proporciona resultados sinérgicos no controle de PD.

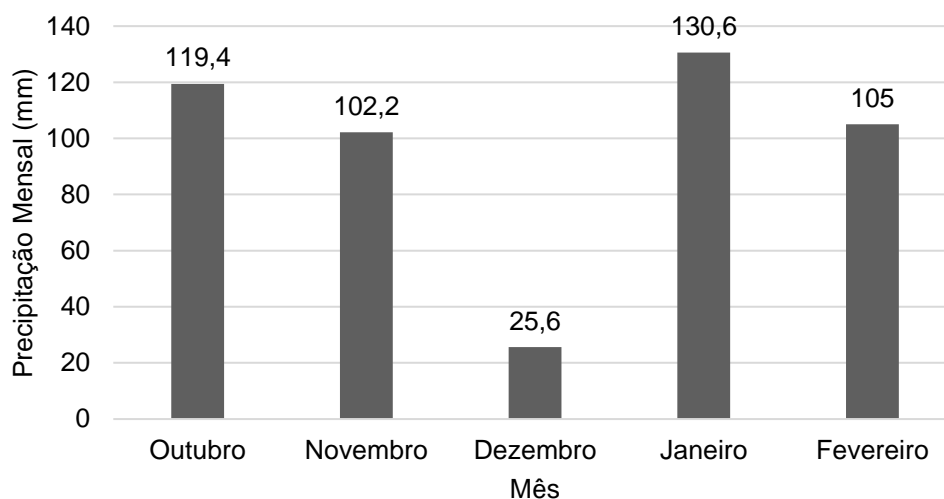
Nos períodos de avaliação de 28 e 35 DAA, de modo geral, os tratamentos obtiveram os valores percentuais máximos de níveis de controle, entretanto, observou-se que além do tratamento com glyphosate, o tratamento de glyphosate + saflufenacil, também apresentou níveis de controle inferiores a 80%, reforçando a hipótese de haver biótipos de azevém resistentes ao glyphosate na área, pois o ingrediente saflufenacil é um herbicida com ação predominantemente latifolicida (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

Em 42 DAA, houve redução dos níveis de controle de modo geral em virtude da emergência de um novo fluxo do banco de sementes do solo, principalmente nos tratamentos onde não foram utilizados herbicidas com ação de pré-emergências nas PD, bem como rebrote de estruturas vegetativas e escapes de aplicação.

Entretanto, as reduções não foram intensas devido ao um período de estiagem que ocorreu na segunda quinzena de novembro até início de janeiro, fazendo com que houvesse uma redução na reinfestação e no rebrote de PD de maneira mais significativa.

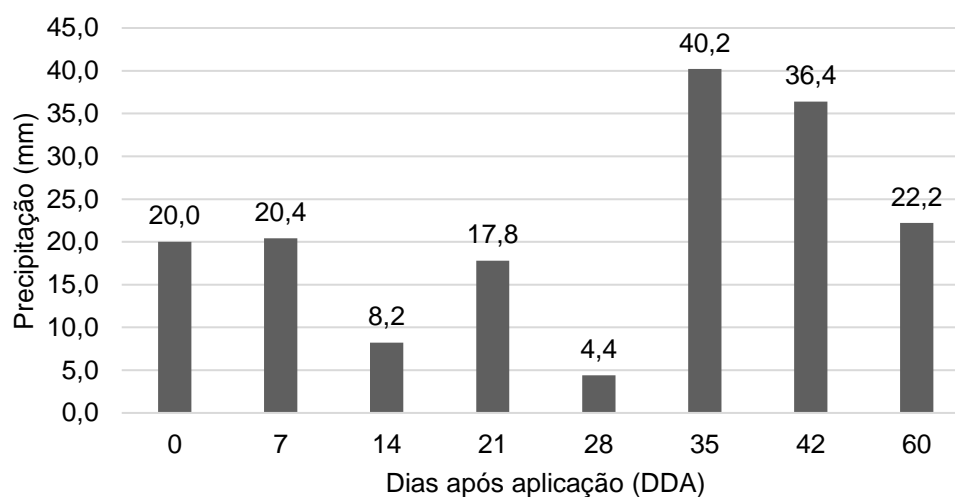
Os Gráficos 8 e 9 ilustram as condições de precipitação por mês e por período de avaliação respectivamente.

Gráfico 8 - Acúmulo de precipitação mensal durante a safra.
Lages, SC, 2021/22.



Fonte: Elaborado pelo autor, dados da EPAGRI/CIRAM (2023).

Gráfico 9 - Acúmulo de precipitação por período de avaliação na safra.
Lages, SC, 2021/22.



Fonte: Elaborado pelo autor, dados da EPAGRI/CIRAM (2023).

Conforme as Gráficos 8 e 9, observou-se níveis críticos de chuvas principalmente no mês de dezembro, também ficando claro nos períodos de avaliação entre 42 e 60 DAA, fazendo com prejuízos a produção principalmente da cultivar 'Gala'. Desse modo, os níveis de controle mantiveram-se satisfatórios, as reduções nos níveis de controle mais acentuadas foram verificadas nos

tratamentos com glyphosate, glufosinate e diquat isolados devido a ação de apenas um herbicida.

Por fim, no final do período de avaliação aos 60 DAA, não houve diferenças entre os tratamentos com mistura em tanque em relação aos tratamentos com herbicidas com ação residual no solo, principalmente no controle do fluxo de emergência de picão-preto.

Os níveis de controle por indaziflam não foram maiores possivelmente em virtude da palha formada pela dessecação do azevém ter sido um obstáculo para que o produto chegasse ao solo de maneira correta, independente da ocorrência de chuvas e do intervalo de aplicação. De modo geral a cultivar 'Gala' obteve níveis de controle melhores que a cultivar 'Fuji'. Uma hipótese para isso, deve-se a uma maior presença de azevém nas áreas de experimento da cultivar 'Fuji', pois a cultivar é mais vigorosa em comparação a cultivar 'Gala', exercendo dessa forma um controle cultural maior de PD.

Para esta cultivar, verificou-se que os tratamentos que possuíam as formulações flumioxazin também mantiveram os níveis de controle satisfatórios. Já para a cultivar 'Gala', muitos tratamentos mantiveram níveis de controle satisfatórios no final da avaliação, exceto os tratamentos com aplicação isolada de glyphosate, glufosinate e diquat. Além disso, o período de estiagem coincidiu com a época de reinfestação por PD de verão e no rebrotes de escapes, fato no qual colaborou para os níveis de controle não terem sido inferiores.

A Figura 10 ilustra a situação de controle de PD no final do ensaio em parcela com controle em pós-emergência (6A) e com controle em pré-emergência (6B). Um novo fluxo de emergência de espécie *Bidens* com mais plantas foi observado nos tratamentos apenas com herbicidas de ação em pós-emergência, onde nem a cobertura de solo pela palha, oriunda da dessecação do azevém, dificultou a emergência das plantas de picão-preto.

Especificamente tratando-se do controle do azevém, foi observado que os tratamentos com glyphosate isolado e glyphosate + saflufenacil foram ineficientes no controle durante todo o período de avaliação, reforçando a hipótese que haja biótipos de azevém com resistência ao glyphosate. Outro fator que contribui para que a hipótese seja verdadeira, é o histórico da área, pois o controle de PD era realizado de forma intensiva com o herbicida glyphosate,

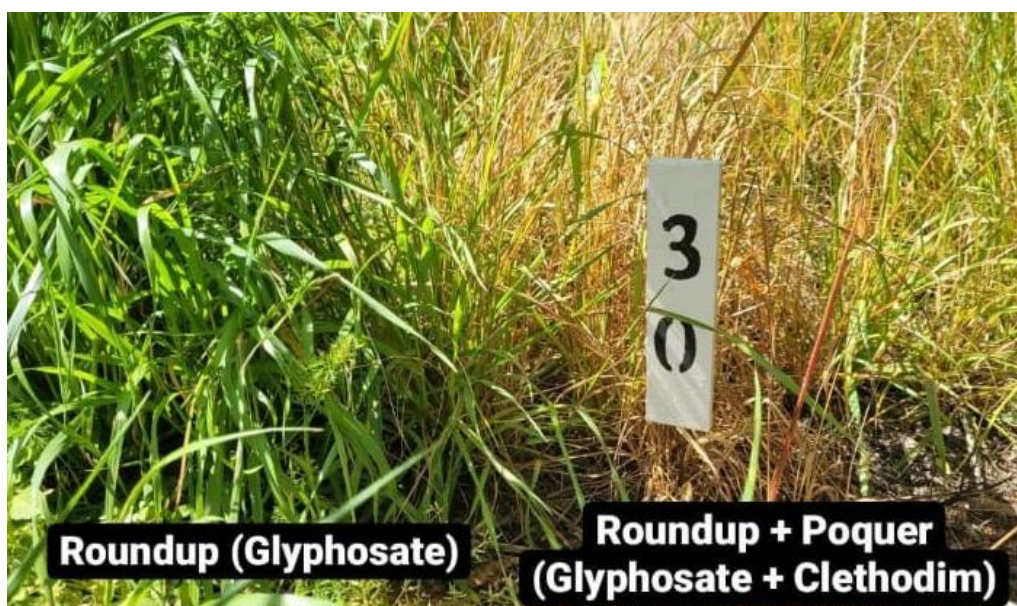
situação também verificada por Vargas (2003 e 2004) em pomares da Serra Gaúcha. A Figura 11 ilustra a diferença de controle do azevém aos 14 DAA nos tratamentos com glyphosate e glyphosate em mistura com o clethodim.

Figura 10 - Panorama da situação de controle das PD aos 60 DAA.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 11 - Tratamentos com glyphosate e glyphosate + clethodim aos 14 DAA.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme a Figura 11, devido a esse problema, as áreas do pomar estão migrando o controle de PD utilizando glufosinate, clethodim combinado com roçadas mecânicas e indaziflam (SOUZA, 2021).

Outro fato que chama atenção no controle do azevém, é que houve uma redução drástica na população da área experimental. Entretanto, foi observado que o azevém é menos competitivo que outras espécies de PD de verão durante o período de primavera-verão, como espécies do gênero *Bidens*, *Ipomoea* e *Sida*. Um novo fluxo de emergência dessas PD, principalmente do gênero *Bidens* prevaleceu nas áreas de ensaio, exceto nas áreas onde o azevém não foi controlado. Outro fator que pode ser levado em consideração, a estiagem impossibilitou e retardou o rebrote de azevém.

Por sua vez, os demais tratamentos foram eficientes no controle do azevém, principalmente utilizando a mistura glyphosate + clethodim como dessecantes, apresentaram níveis de controle satisfatórios, em maioria, a partir de 21 DAA. Isso deve-se ao fato de ambas as formulações terem modo de ação sistêmico e o clethodim ser um herbicida seletivo para Poaceae.

Em relação ao trevo-branco, o período de interferência da espécie com a macieira ocorre devido ao florescimento da espécie coincidir com a época de florada da macieira, fazendo com que haja a competição por polinizadores conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Interferência pelo trevo-branco na competição por polinizadores na plena florada em pomares de macieira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As abelhas são os principais polinizadores da macieira, caso não seja controlada a florada do trevo poderá haver prejuízos no pegamento de fruto. Pois cultivares de macieiras ‘Gala’ e ‘Fuji’ não são auto férteis. Isso significa que as macieiras necessitam de árvores parceiras de polinização de uma variedade diferente a fim de produzir a fruta (EPAGRI, 2006). Além disso, o período de floração costuma ser bastante chuvoso, no que contribui para uma menor polinização por abelhas (PETRI, et al. 2017). O controle do trevo-branco nos pomares geralmente é feito com roçadas mecânicas nas entrelinhas e com roçadeiras costal na linha dependendo da infestação e do grau de florescimento (SOUZA, 2021).

Em relação ao controle químico da espécie, todos os tratamentos foram eficientes em todo período de avaliação, havendo uma redução drástica na população das áreas de ensaio até o período final de avaliação, a Figura 13 ilustra o controle da espécie já aos 7 DAA.

Figura 13 - Controle de trevo-branco aos 7 DAA.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Assim como o azevém, durante o período vegetativo da macieira, a espécie foi menos competitiva que as PD de verão. A reinfestação por trevo-branco ocorre a partir do outono com a incidência de geadas, nas quais eliminam todas as PD de verão, criando condições favoráveis para o restabelecimento do

trevo-branco e do azevém. A escolha de qual tratamento utilizar para o controle do trevo-branco deverá levar em consideração o histórico da área e o objetivo do produtor, pois a espécie possui muitos benefícios se manejada corretamente conforme Fontaneli (2009).

Por fim, os problemas com a interferência de picão-preto em pomares comerciais são principalmente nas atividades de arqueamento de ramos, raleio e colheita (Figura 14), também podendo afetar a coloração de frutos e na implantação de mudas de macieira, onde a competição ocorre por recursos naturais, retratando ou impossibilitando o estabelecimento da cultura (Figura 15).

Figura 14 - Interferência por picão-preto em pomares comerciais de macieira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Desse modo, em virtude de a operação de colheita ser realizada de forma manual, exige uma grande demanda por mão-de-obra nessa fase, no entanto, pomares com grande infestação de picão-preto oferecem resistência por parte da mão-de-obra, dificultando e criando gargalos para a operação nos quais podem gerar perdas de qualidade dos frutos caso as operações de colheita não sejam escalonadas e bem planejadas.

Figura 15 - Interferência por picão-preto na implantação de mudas de macieira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 16 ilustra a emergência do fluxo de picão-preto mesmo sobre o controle físico da palha.

Figura 16 - Estabelecimento do fluxo de picão-preto no final da primavera.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As Figuras 14 e 15 ilustram os problemas a interferência por espécies de picão-preto podem fazer num pomar de macieira. De modo geral, o controle de picão-preto foi excelente no período de 7 DAA até 42 DAA. A partir de 42 DAA, foi observado um novo fluxo de emergência principalmente nos tratamentos onde não possuíam herbicidas com ação em pré-emergência.

Além da emergência de picão-preto, pode-se observar o fluxo de espécies do gênero *Sida*, muito comum no período vegetativo da cultura da maçã. Portanto, conforme a Figura 16, esse é o estágio fenológico ideal para o controle do picão-preto em pomares, dessa forma, evita-se que a planta complete o ciclo e realmente o banco de sementes do solo.

Em virtude do potencial problema que a espécie pode causar em pomares de macieira, o controle de picão-preto nesse ensaio foi realizado no estágio ideal para evitar uma grande infestação no verão, principalmente na fase de pré-colheita, retardando o ciclo da espécie bem como reduzir os custos com aplicações de herbicidas ou qualquer outro tipo de intervenção para o controle da planta.

5.4.2 Quantificação de frutos

Na colheita de frutos (Figura 17), foi verificado que para ambos os experimentos, cultivares 'Gala' e 'Fuji', não houve interferência direta dos tratamentos com controle químico, testemunha capinada e testemunha sem controle, ou seja, não foi encontrado um padrão de interferência na produção de maçã, em número e peso de frutos, em virtude dos tratamentos aplicados nos experimentos relacionados ao controle de PD. Entretanto, visualmente foi observado que os frutos da testemunha apresentaram coloração inferior aos demais tratamentos devido a interferência por PD na interceptação da luz.

Dessa forma, isso indica que os outros tratos como poda, raleio, uso de reguladores de crescimento e controle de pragas e doenças interferem mais de forma direta na produtividade (PETRI, et al. 2016; PETRI, et al, 2017). Além de fatores intrínsecos da planta como a alternância de produção (SANDER, 2019). No entanto, o manejo e controle de PD interfere de forma indireta, minimizando transtornos nas operações manuais, como de poda, raleio e colheita, na

aplicação de produtos químicos realizados de forma direta na planta, como aplicações de fungicidas, inseticidas, fitorreguladores e fertilizantes foliares, na competição por polinizadores e na melhoria de qualidade dos frutos (SOUZA, 2021).

Figura 17 - Operações de colheita da macieira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para cultivar ‘Gala’, ocorreu a colheita na última semana do mês de janeiro de 2022, apresentou menores valores de produtividade e qualidade de frutos devido à estiagem ocorrida no período crítico de crescimento dos frutos, na qual reduziu a quantidade de frutos (Figura 18). Já a cultivar ‘Fuji’, por si só, é mais produtiva e com ciclo mais tardio que a cultivar ‘Gala’ (EPAGRI, 2006). Entretanto, a colheita ocorreu a partir da segunda quinzena de fevereiro de 2022. Dessa forma, o crescimento dos frutos não sofreu impactos da estiagem como a

cultivar 'Gala'. Além disso, as maiores variações obtidas nos resultados da cultivar 'Fuji', deve-se a cultivar apresentar uma maior alternância de produção em relação a cultivar 'Gala'.

Figura 18 – Frutos da cultivar 'Gala' com boa qualidade.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Portanto, o manejo e controle de PD devido aos efeitos indiretos, independente da produtividade de frutos, é uma prática fundamental e não dispensável dentro do PIM.

5.4.3 Avaliação econômica

Em relação aos custos unitário, por hectare, dos tratamentos pode avaliar que a eficiência os tratamentos com a formulação indaziflam teve relação com o custo do tratamento. Nesse sentido, nem todo pequeno produtor tem recursos para aquisição deste herbicida, optando por tratamentos com melhor custo-benefício no controle de PD. Nesse sentido, o herbicida glyphosate é um herbicida com amplo espectro de ação em PD com menor custo unitário, isso faz

com que os produtores optem por esse ingrediente ativo. Dessa forma, justifica-se o uso extensivo da formulação em pomares de macieira, no entanto, preocupa a seleção de biótipos resistentes ao glyphosate principalmente de azevém.

Portanto, a gestão dos custos e o manejo integrado de PD, com herbicidas de diversos mecanismos de ação, não podem ser trabalhados de forma isolada. Deve-se procurar minimizar os custos de aplicação e o surgimento de biótipos resistentes de PD, que a médio longo prazo, pode ser um problema no manejo e controle de PD além de aumentar os custos com aplicação de herbicidas.

5.4.4 Trabalhos correlatos

Michelon (2017) realizou um trabalho de controle químico de azevém e buva (*Conyza* spp) em pomares de macieira na região de Vacaria-RS realizando três aplicações sequenciais de herbicidas, sendo a primeira com a associação de clethodim (120 g ha^{-1} de i.a.) + glufosinate (400 g ha^{-1} de i.a.), a segunda clethodim + paraquat (400 g ha^{-1} de i.a.) e a terceira clethodim associado a saflufenacil (100 g ha^{-1} de i.a.) ou diquat (500 g ha^{-1} de i.a.) ou carfentrazone-ethyl (320 g ha^{-1} de i.a.) ou bentazon (720 g ha^{-1} de i.a.) ou flumioxazin (60 g ha^{-1} de i.a.). O estágio fenológico do azevém, segundo a autora, foi de plantas com 10 cm de altura, e a aplicação foi realizada no estágio de pleno florescimento da macieira, ou seja, algumas semanas antes do controle químico desse trabalho, logo, as plantas de azevém estavam num estágio fenológico ideal para o controle.

A autora verificou que os tratamentos com glufosinate e diquat, em mistura com clethodim, obtiveram controle do azevém aos 28 DAA, semelhante ao observado nesse experimento. Entretanto, o controle não foi satisfatório desde aos 7 DAA como nesse experimento. Já para o tratamento com clethodim + glyphosate, os resultados apresentaram o mesmo padrão de evolução descritos nesse experimento, onde o controle começou a ser efetivo a partir dos 21 DAA.

Braz (2011), encontrou valores semelhantes para o controle de *Bidens pilosa* na cultura do algodão, foram instalados quatro experimentos em casa-de-vegetação com o objetivo de avaliar herbicidas aplicados em pós-emergência, recomendados para o algodão convencional e transgênico (resistente ao

glyphosate e glufosinate), no controle destes biótipos resistentes. Avaliou-se os percentuais de controle aos 7 e 28 DAA. O glufosinate (300, 400 e 500 g ha⁻¹ de i.a.) e glyphosate (648 e 972 g ha⁻¹ de i.a.) aplicados isolados no controle de *Bidens pilosa* no estágio fenológico de duas folhas. Os controles com as doses de 400 g ha⁻¹ para glufosinate foram semelhantes nesse experimento, indicando a eficiência da formulação no controle da planta daninha. Da mesma forma, as doses de glyphosate, semelhantes a dose utilizada nesse experimento, obteve nível excelentes de controle para *Bidens pilosa*.

Os resultados referentes ao sinergismo da mistura de glyphosate com flumioxazin também foi reportada por Jaremtchuk (2008) utilizando a mistura para dessecação em pré-semeadura de soja, mesmo utilizando doses de flumioxazin inferiores que nesse ensaio. Entretanto, a aplicação foi feita em mistura em tanque.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tratamentos com controle químico foram efetivos, isolados ou em misturas, no controle geral de PD, controle de azevém, trevo-branco e picão-preto, que foram as espécies predominantes no experimento e na região. Entretanto, os tratamentos com glyphosate isolado e a mistura glyphosate + saflufenacil não foram efetivos no controle de azevém. Indicando a presença de biótipos resistentes a formulação devido ao histórico do uso intensivo do ingrediente ativo.

A produtividade de frutos não foi afetada pelos tratamentos herbicidas. Como não houve diferenças entre a produtividade de frutos e os tratamentos, não foi possível quantificar o retorno econômico dos tratamentos. No entanto, o custo dos tratamentos com herbicidas foi maior para ingredientes ativos com atividade residual no solo. Os herbicidas com ação em pré-emergência nas PD possuem maiores custo em relação as formulações com ação exclusiva em pós-emergência nas PD.

As espécies de PD de verão apresentaram maiores interferências na qualidade de frutos, no que diz a respeito ao tamanho e coloração. Pois durante esse período, os frutos estão em pleno crescimento.

O manejo e os custos de intervenções para o controle de PD não podem ser avaliados de forma isolada, pois o uso consecutivo de produtos com menores custos e com os mesmos mecanismos de ação favorece a pressão de seleção e a evolução de biótipos de PD resistentes aos herbicidas, diminuindo as opções para o controle químico de PD em pomares de macieira.

A escolha pelo ingrediente ativo deve ser feita de modo técnico, avaliando a flora infestante, histórico do manejo de PD do pomar bem como a dose recomendada para cada produto com o objetivo de otimizar o controle de PD, redução de custos, impacto ambiental e surgimento de biótipos de PD resistentes a diferentes formulações herbicidas.

5.6 CONCLUSÃO

Os tratamentos obteve resultados satisfatórios no controle de PD, durante o período de avaliação, exceto a formulação glyphosate e glyphosate + saflufenacil no controle de azevém.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P.F.S. **FRUTICULTURA Análise da Conjuntura. Departamento de Economia Rural – DERAL PROGNÓSTICO 2020.** Governo do Paraná. Disponível em:
https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA MAÇÃ. MAÇÃ BRASILEIRA - (ABPM) NO ANUÁRIO DE HORTI & FRUTI 2022.** Disponível em:
<https://www.abpm.org.br/maca-e-tudo-de-bom/maca-brasileira-no-anuario-de-horti-fruti-2022>. Acesso em 17 de outubro. 2022.
- ANVISA. **Instrução Normativa Conjunta DAS-MAPA/Anvisa-INC nº 3/2003 de 22 de outubro de 2020.** Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. Disponível em:
http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6053710/INC_03_2020_.pdf/f184d290-c76e-4e00-bb14-77b1a39057eb. Acesso em 12 de outubro de 2022.
- BRAZ, G. B. P., et al. **Herbicidas alternativos no controle de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes a inibidores de ALS na cultura do algodão.** Planta daninha, v.10, n.2, p. 74-85, 2011.
- DURIGAN, J. C., et al. **Eficácia do Flumioxazin aplicado isolado e em mistura com glyphosate, para o controle de plantas daninhas em citros.** Planta daninha, v.12, n.2, p. 46-56, 2006.
- EPAGRI, **A cultura da macieira.** 2ed. Florianópolis, 2006. 743p.
- FAO –**Food and Agriculture Organization of the United Nations.** FAOSTAT –Statistics Division. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, acesso em: 17 de outubro. 2022
- HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds.** Disponível em: <<http://www.weedscience.com/surnrnary/home.aspx>>. Acesso em: 14 novembro de 2022.
- Jaremtchuk, Carla Cristina et al. **Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja.** Acta Scientiarum. Agronomy [online]. 2008, v. 30, n. 4 [Acessado 14 Novembro 2022] , pp. 449-455. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v30i4.5297>>. Epub 27 Jun 2013. ISSN 1807-8621. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v30i4.5297>
- KAUNDUN, S.S.; BAILLY,G.C; DALE, R.P.; HUTCHINGS,S-]; MCINDOE,, E. A Novel **W1999S Mutation and Non-Target Site Resistance Impact on Acetyl-**

CoA Carboxylase Inhibiting Herbicides to Varying Degrees in a UK *Lolium multiflorum* Population. Piosone, v. 8, n. 2, e 5 8012, 2013.

LONDERO, E. K.; SCHUMACHER, M. V.; RAMOS, L. O. O.; RAMIRO, G. A.; SZYMCZAK, D. A. **Influência de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas em eucalipto.** Cerne, v. 18, n. 3, p. 441-447, 2012.

MICHELON, M. F; **Controle químico de azevém e buva na cultura da macieira.** Dissertação de mestrado, Lages, 2015.

MONQUERO, P.A. **Dinâmica populacional e mecanismos de tolerância de espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate.** 2003. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

PETRI, J.L.; HAVERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado.** Florianópolis: Epagri, 2016, 141p.

PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A.; PASA, M.S.; HAWERROTH, F.J. **Raleio de frutos na cultura da macieira.** Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 61p. (Epagri. Boletim Técnico, 179)

PETRI, J.L., COUTO, M., FRANCESCOTTO, P., GABARDO, G.. **The effect of AVG and Promalin on fruit set of apple trees under adverse pollination conditions.** Acta Horticulturae, v. 1177, p. 235-240, 2017.

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

SANDER, G. F. **Aumento de frutificação efetiva em macieira com o uso de fitorreguladores.** Tese de doutorado, Lages, 2019, 120p.

SOUZA, Z. S. **Manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira.** Florianópolis: Epagri, 2021, 98p. (Epagri. Boletim Técnico, 202)

TESSARO, T. **Cenário brasileiro se mostra diversificado,** Revista Campo & Negócio. Anuário Hortifruti, 2020, p. 68-69.

VARGAS, L. **Identificação e manejo de resistência a herbicidas em pomares.** Bento Gonçalves: Embrapa, 2003 (Circular Técnica, 42). ISSN 1516-5914.

VARGAS L et al. 2004. **Identificação de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã.** Planta Daninha 22: 617-622.

VARGAS, L.; MORAES, R.MA; BERTO, CM. **Herança da resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao glyphosate**. Planta daninha, v.25, n.3, p. 567-571, 2007.

ROMAN, E. S. et al. **Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate**. Planta Daninha, v. 22, n. 2, p. 301-306, 2004.

**ANEXO A – TRATOS CULTURAIS NO POMAR DE MACIEIRA NA SAFRA
2021/22**

Data de aplicação	Nome comercial	Nome técnico	Dosagem (100 L de Água)	Classe
27/07/2021	Calda sulfocálcica	Calda sulfocálcica	10 L	Fungicida
23/08/2021	Óleo mineral	Óleo mineral	3%	Acaricida
23/08/2021	Dormex	Cianamida Hidrogenada	700 ml	Fitorregulador
25/08/2021	Isatalonil	Clorotalonil	250 ml	Fungicida
25/08/2021	Zinco	Zinco	200 ml	Fertilizante
31/08/2021	Sibério	N + Ca + Fe	5%	Fertilizante
31/08/2021	Nitrato de cálcio	Nitrato de cálcio	3 kg	Fertilizante
03/09/2021	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
07/09/2021	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
12/09/2021	Orkestra	Fluxapyroxad + Piraclostrobina	30 ml	Fungicida
12/09/2021	Mythos	Pirimetanil	100 ml	Fungicida
12/09/2021	Boro	B	100 ml	Fertilizante
15/09/2021	Retain	Aminotóxivinilglicina (AVG)	700 g ha ⁻¹	Fitorregulador
16/09/2021	Manzate	Mancozebe	200 g	Fungicida
16/09/2021	Approve	Tiofanato metílico + Fluazinam	100 g	Fungicida
16/09/2021	Altacor	Clorantraniliprole	10 g	Inseticida
20/09/2021	Retain	Aminotóxivinilglicina (AVG)	300 g ha ⁻¹	Fitorregulador
22/09/2021	Manzate	Mancozebe	200 g	Fungicida
22/09/2021	Mythos	Pirimetanil	100 ml	Fungicida
27/09/2021	Manzate	Mancozebe	200 g	Fungicida
27/09/2021	Orkestra	Fluxapyroxad + Piraclostrobina	30 ml	Fungicida
27/09/2021	Maxcel	Benziladenina	4 L ha ⁻¹	Fitorregulador
27/09/2021	Ethrel	Ethefom	1 L ha ⁻¹	Fitorregulador
02/10/2021	Mythos	Pirimetanil	100 ml	Fungicida
02/10/2021	Orkestra	Fluxapyroxad + Piraclostrobina	30 ml	Fungicida
04/10/2021	Maxcel	Benziladenina	4 L ha ⁻¹	Fitorregulador
04/10/2021	Ethrel	Ethefom	1 L ha ⁻¹	Fitorregulador
08/10/2021	Manzate	Mancozebe	200 g	Fungicida
08/10/2021	Score	Difenoconazol	14 ml	Fungicida
08/10/2021	Fitamin	Ca + B	100 ml	Fertilizante
13/10/2021	Manzate	Mancozebe	200 g	Fungicida
13/10/2021	Score	Difenoconazol	14 ml	Fungicida
13/10/2021	Fitamin	Ca + B	100 ml	Fertilizante
19/10/2021	Sevin	Carbaril	150 ml	Inseticida
22/10/2021	Dodex	Dodina	100 ml	Fungicida
22/10/2021	Score	Difenoconazol	14 ml	Fungicida

ANEXO A (continuação)

Data de aplicação	Nome comercial	Nome técnico	Dosagem (100 L de Água)	Classe
29/10/2021	Manzate	Mancozebe	200 g	Fungicida
29/10/2021	Fosfito	Fosfito	200 ml	Fertilizante
05/11/2021	Manzate	Mancozebe	200 g	Fungicida
05/11/2021	Fosfito	Fosfito	200 ml	Fertilizante
16/11/2021	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
16/11/2021	Isatalonil	Clorotalonil	300 ml	Fungicida
23/11/2021	Manzate	Mancozebe	200 g	Fungicida
23/11/2021	Fosfito	Fosfito	200 ml	Fertilizante
02/12/2021	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
02/12/2021	Isatalonil	Clorotalonil	300 ml	Fungicida
10/12/2021	Delan	Ditianona	100 g	Fungicida
10/12/2021	Isatalonil	Clorotalonil	300 ml	Fungicida
20/12/2021	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
20/12/2021	Isatalonil	Clorotalonil	300 ml	Fungicida
22/12/2021	Retain	Aminotoxivinilglicina (AVG)	830 g ha ⁻¹	Fitorregulador
29/12/2021	Retain	Aminotoxivinilglicina (AVG)	415 g ha ⁻¹	Fitorregulador
30/12/2021	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
12/01/2022	Retain	Aminotoxivinilglicina (AVG)	415 g ha ⁻¹	Fitorregulador
14/01/2022	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
14/01/2022	Isatalonil	Clorotalonil	300 ml	Fungicida
14/01/2022	Eleitto	Acetamiprido + Etofenproxi	50 ml	Inseticida
15/01/2022	Bayfolan	N + AA + Sulfato de Cobre	100 ml	Fertilizante
19/01/2022	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
19/01/2022	Fosfito	Fosfito	200 ml	Fertilizante
19/01/2022	Isatalonil	Clorotalonil	300 ml	Fungicida
26/01/2022	Bayfolan	N + AA + Sulfato de Cobre	100 ml	Fertilizante
26/01/2022	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
03/02/2022	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
03/02/2022	Matrine	Sophora flavescens	140 ml	Inseticida
03/02/2022	Isatalonil	Clorotalonil	300 ml	Fungicida
05/02/2022	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
05/02/2022	Matrine	Sophora flavescens	140 ml	Inseticida
22/02/2022	Captan SC	Captana	250 ml	Fungicida
22/02/2022	Fosfito	Fosfito	200 ml	Fertilizante