

Manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira





Governador do Estado
Carlos Moisés da Silva

Secretário de Estado da Agricultura, da Pesca
e do Desenvolvimento Rural
Altair Silva

Presidente da Epagri
Edilene Steinwandter

Diretores

Célio Haverroth
Desenvolvimento Institucional

Giovani Canola Teixeira
Administração e Finanças

Humberto Bicca Neto
Extensão Rural e Pesqueira

Vagner Miranda Portes
Ciência, Tecnologia e Inovação



ISSN 1413-960X (Impresso)
ISSN 2674-9513 (On-line)
Agosto/2021

BOLETIM TÉCNICO Nº 202

Manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira

Zilmar da Silva Souza



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Florianópolis
2021**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502
CEP 88034-901, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
Fone: (48) 3665-5000
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC)

Revisores ad hoc: Antonio Mendes de Oliveira Neto, José Alberto Noldin e
Luiz Antonio Palladini

Editoração técnica: Márcia Cunha Varaschin
Revisão textual: Laertes Rebelo
Diagramação: Vilton Jorge de Souza
Foto da capa: Zilmar da Silva Souza

Primeira edição: agosto de 2021
Tiragem: 400 exemplares
Impressão: Gráfica CS

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que a fonte seja citada.

Ficha catalográfica

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

Malus domestica Borkh.; Plantas daninhas; Manejo; Controle.

ISSN 1413-960X (Impresso)

ISSN 2674-9513 (*On-line*)



Autor

Zilmar da Silva Souza

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri

Estação Experimental de São Joaquim, Rua João Araújo Lima, 102

Bairro Jardim Caiçara, São Joaquim, Santa Catarina, CP. 81

Fone: (49) 3233-8435

E-mail: zilmar@epagri.sc.gov.br

Apresentação

A última publicação da Epagri sobre manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira foi realizada por Losso & Ducroquet (1983). Desde então, muitas alterações ocorreram no sistema de produção da maçã, novos herbicidas foram desenvolvidos e novas técnicas de aplicação foram implementadas.

Esta publicação procura reunir informações sobre manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira com base em informações da bibliografia especializada, em resultados de pesquisa sobre levantamento de plantas daninhas e métodos de controle em pomares de macieira realizados pela Epagri na Serra Catarinense.

As informações, resultados e comentários aqui apresentados têm como objetivo descrever a situação atual e as possibilidades de manejo de plantas daninhas em pomares, deixando a critério do produtor e de seu responsável técnico decidir pelas melhores alternativas, com base na situação particular em cada pomar ou propriedade, considerando resultados na otimização da produtividade, qualidade dos frutos, custos de produção, estrutura disponível e preservação ambiental.

Esta publicação não tem a pretensão de esgotar o assunto, mas sim retomar e manter uma discussão permanente em torno deste tema na busca de alternativas técnicas cada vez mais eficazes para o manejo de plantas daninhas em pomares de macieira.

A história das plantas daninhas se confunde com a história da agricultura e acompanha o ser humano desde o início da seleção das primeiras plantas cultivadas. Elas são parte dos sistemas naturais e estão sempre presentes em todas as atividades agrícolas, parques, jardins, beira de estrada e áreas urbanas.

A Diretoria Executiva

Sumário

Apresentação	5
Lista de figuras.....	8
Lista de tabelas.....	11
Introdução	12
1 O que são plantas daninhas?	13
2 Competição das plantas daninhas com a cultura da macieira	14
2.1 Competição	14
2.2 Período crítico de competição.....	16
2.3 Alelopatia	17
3 Caracterização dos ambientes de desenvolvimento de plantas daninhas em pomares de macieira	19
4 Principais espécies de plantas daninhas em pomares de macieira	21
5 Métodos de controle de plantas daninhas	27
5.1 Controle preventivo.....	27
5.2 Controle cultural.....	28
5.3 Controle mecânico	29
5.4 Controle físico.....	30
5.5 Controle biológico	32
5.6 Controle químico	32
5.7 Integração dos métodos de controle.....	34
6 Manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira	35
6.1 Efeitos do manejo sobre as plantas daninhas.....	35
6.2 Manejo de plantas daninhas em pomares de macieira na Serra Catarinense	37
6.2.1 Manejo integrado	37
6.2.2 Manejo mecânico.....	38
6.2.3 Manejo mecânico com uma aplicação de herbicidas.....	39
6.3 Banco de sementes no solo	40
6.4 Tecnologia de aplicação de herbicidas	43

6.4.1 Fatores que afetam a ação e a eficácia dos herbicidas.....	43
6.4.2 Uso de adjuvantes	48
6.4.3 Outras informações sobre a aplicação de herbicidas	50
6.5 Resistência de plantas daninhas aos herbicidas	51
7 Controle químico de plantas daninhas em pomares de macieira	54
7.1 Considerações sobre o uso de herbicidas em pomares	54
7.2 Classificação dos herbicidas	56
7.2.1 Quanto à época de aplicação	56
7.2.2 Quanto à translocação.....	57
7.2.3 Quanto à seletividade.....	58
7.2.4 Quanto ao espectro de controle.....	59
7.2.5 Quanto ao mecanismo de ação	59
7.3 Herbicidas registrados para a cultura da macieira	59
7.3.1 Inibidores da EPSPs (Grupo G).....	61
7.3.1.1 Glifosato	61
7.3.2 Inibidores da GS (Grupo H).....	68
7.3.2.1 Glufosinato – sal de amônio.....	69
7.3.3 Inibidores da ACCase (Grupo A)	72
7.3.3.1 Cletodim	73
7.3.3.2 Haloxifope-R-metílico	75
7.3.4 Inibidores da PROTOX (Grupo E).....	77
7.3.4.1 Saflufenacil	78
7.3.4.2 Flumioxazina.....	81
7.3.5 Inibidor da biossíntese de parede celular (Grupo L).....	83
7.3.5.1 Indaziflam	83
7.3.6 Outros mecanismos de ação com potencial de uso	86
7.4 Herbicidas com permissão de uso na PIM - Produção Integrada de Maçã.....	86
8 Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da macieira	88
9 Considerações finais	91
Referências.....	93

Lista de figuras

Figura 1. Planta daninha é qualquer ser vegetal que cresce onde não é desejado	14
Figura 2. A indesejabilidade das plantas daninhas se justifica pela interferência nas atividades humanas	14
Figura 3. Desenvolvimento das plantas daninhas durante o período vegetativo da macieira com intenso sombreamento na fileira de plantio	20
Figura 4. Desenvolvimento das plantas daninhas durante o período de repouso vegetativo da macieira com solo exposto a plena radiação solar	20
Figura 5. Trevo-branco (<i>Trifolium repens</i> L.)	24
Figura 6. Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	24
Figura 7. Picão-preto (<i>Bidens pilosa</i> L.) e (<i>Bidens subalternans</i> DC.)	24
Figura 8. Erva-de-passarinho (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	24
Figura 9. Picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	24
Figura 10. Capim-lanudo (<i>Holcus lanatus</i> L.)	24
Figura 11. Mentinha (<i>Veronica persica</i> Poir.)	25
Figura 12. Tiririca-de-flor amarela (<i>Hypoxis decumbens</i> L.)	25
Figura 13. Tanchagem (<i>Plantago tomentosa</i> Lam.)	25
Figura 14. Trevo-azedo (<i>Oxalis corniculata</i> L.)	25
Figura 15. Orelha-de-urso (<i>Stachys arvensis</i> L.)	25
Figura 16. Capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.)	25
Figura 17. Capim-marmelada (<i>Brachiaria</i> (Sin. <i>Urochloa</i>) <i>plantaginea</i> (Link) Hitchc.)	25
Figura 18. Dente-de-leão (<i>Taraxacum officinale</i> F.G.Wingg.)	25
Figura 19. Nabiça (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	26
Figura 20. Guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i> L.)	26
Figura 21. Labaça ou Língua-de-vaca (<i>Rumex obtusifolius</i> L.)	26
Figura 22. Corda-de-viola (<i>Ipomoea indivisa</i> (Vell.) Hallier f.)	26

Figura 23. Capim-quicuiu (<i>Pennisetum clandestinum</i> Hoechst ex Chiov.)	26
Figura 24. Capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i> L.)	26
Figura 25. Buva (<i>Conyza spp.</i>)	26
Figura 26. Maria-mole (<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.)	26
Figura 27. A atitude preventiva deve iniciar na formação do pomar, na escolha de áreas não contaminadas com espécies de plantas daninhas de difícil controle e com o plantio de mudas certificadas	27
Figura 28. A implantação de pomares em espaçamentos densos, a realização de práticas culturais no momento mais recomendado e a manutenção de cobertura verde durante o inverno são medidas culturais que colaboram no controle de plantas daninhas em pomares	28
Figura 29. Controle mecânico das plantas daninhas em pomar em produção com a realização de roçadas nas entrelinhas e também sob a copa das plantas	30
Figura 30. A massa verde produzida nas roçadas nas entrelinhas pode ser utilizada na formação de cobertura morta e auxiliar no controle de plantas daninhas	31
Figura 31. Controle químico das plantas daninhas realizados na fileira de plantio em pomar de macieira em produção	33
Figura 32. Manejo integrado de plantas daninhas com roçadas mecânicas nas entrelinhas e aplicação de herbicidas na fileira de plantio em pomares de macieira	34
Figura 33. O conhecimento das espécies de plantas daninhas presentes no pomar é importante para as decisões de manejo e controle	36
Figura 34. A comunidade de plantas daninhas presente nos pomares é sempre resultado das práticas de manejo anteriormente adotadas	36
Figura 35. O uso repetido de roçadas mecânicas como única prática de manejo em pomares de macieira favorece o predomínio de espécies como o trevo-branco	36
Figura 36. Manejo integrado de plantas daninhas padrão na Serra Catarinense, com roçadas mecânicas nas entrelinhas e aplicação de herbicidas na linha de plantio	37

Figura 37. Pomar manejado apenas com roçadas (manejo mecânico) para controle de plantas daninhas durante todo o ciclo vegetativo	38
Figura 38. Pomar manejado com roçadas mecânicas e uma aplicação de herbicida próximo da colheita, que possibilita a formação de cobertura morta	39
Figura 39. As plantas daninhas são encontradas em áreas agrícolas ou não agrícolas, desde que haja condições mínimas para a sobrevivência	42
Figura 40. O banco de sementes do solo é a principal fonte de novas infestações de plantas daninhas nas culturas agrícolas	42
Figura 41 A correta identificação das espécies de plantas daninhas e suas características é importante para as definições de manejo e controle nos pomares.....	47
Figura 42. Plantas daninhas com hábito trepador causam dificuldades para o controle fitossanitário e transtornos na colheita	47
Figura 43. Aplicação de herbicidas deve ser realizada com base na recomendação técnica	50
Figura 44. Os herbicidas de pós-emergência precisam ser aplicados na fase de intenso crescimento vegetativo das plantas daninhas.....	57
Figura 45. A integração de medidas de controle é a maneira mais eficiente e sustentável de controle de plantas daninhas em pomares	90
Figura 46. A manutenção da vegetação permanente nas entrelinhas e a vegetação temporária na linha de plantio favorecem o controle da erosão no manejo integrado de plantas daninhas	90

Lista de tabelas

Tabela 1. Principais espécies de plantas daninhas presentes nos pomares de macieira na Serra Catarinense ¹	22
Tabela 2. Plantas daninhas e doses do herbicida Roundup WG® recomendados para controle na cultura da macieira.....	63
Tabela 3. Plantas daninhas e doses do herbicida Trop® recomendados para controle na cultura da macieira.....	65
Tabela 4. Plantas daninhas e doses do herbicida Zapp Qi 620® recomendados para controle na cultura da macieira.....	67
Tabela 5. Plantas daninhas e doses dos herbicidas Finale® e Patrol® SL recomendadas para controle na cultura da macieira.....	71
Tabela 6. Plantas daninhas e doses do herbicida Fascinate BR® recomendados para controle na cultura da macieira.....	72
Tabela 7. Plantas daninhas e doses dos herbicidas Select 240 EC® e Poquer® recomendados para controle na cultura da macieira	75
Tabela 8. Plantas daninhas e doses do herbicida Gallant® Max recomendados para controle na cultura da macieira.....	77
Tabela 9. Plantas daninhas e doses do herbicida Heat® recomendados para controle na cultura da macieira.....	81
Tabela 10. Plantas daninhas e doses do herbicida Sumyzin 500 SC® recomendados para controle na cultura da macieira.....	83
Tabela 11. Plantas daninhas e doses do herbicida Alion® recomendado para controle na cultura da macieira	85
Tabela 12. Herbicidas com permissão de uso na Produção Integrada de Maçã – PIM.....	87

Introdução

A ocorrência de plantas daninhas 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 plantas daninhas 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 plantas daninhas são calculadas de 20 a 40%, se o controle não for realizado de forma adequada (CORREIA, 2014).

As plantas daninhas 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 plantas daninhas 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 soberanas em relação às plantas daninhas, tolerando mais a convivência, ao passo que as culturas anuais são muito sensíveis, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento.

O estudo de manejo e controle de plantas daninhas exige informações de várias áreas do conhecimento, o que o caracteriza pela multidisciplinaridade (DEUBER, 1992; FONTES et al., 2003), reunindo informações sobre biologia, botânica, fisiologia vegetal, bioquímica, climatologia, física e química dos solos, fitotecnia, mecanização, tecnologia de aplicação, biotecnologia, doenças, genética e outras (DEUBER, 1992; FONTES et al., 2003; CARVALHO, 2013).

1 O que são plantas daninhas?

O conceito de planta daninha 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 plantas daninhas, algumas mais amplas e outras mais restritas. Entre elas, Lorenzi (2014) define planta daninha como “qualquer ser 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 plantas daninhas são consideradas plantas pioneiras, que evolutivamente se especializaram na ocupação de áreas agrícolas (LORENZI, 2008).

Portanto, os marcos referenciais da indesejabilidade das plantas daninhas estão em função do local, do espaço e da duração de suas ocorrências prejudicando de alguma forma as atividades humanas de interesse agrícola ou não (DURIGAN & TIMOSSI, 2002).

Na literatura brasileira, planta daninha é sinônimo de inço, mato, planta invasora, planta infestante, erva má, erva daninha, planta silvestre, planta ruderal, planta espontânea, juquirá e outras, as quais têm sido indiferentemente empregadas, gerando confusões e controvérsias a respeito de seus conceitos (LORENZI, 2008).

As plantas daninhas são tão antigas quanto a própria agricultura, e são atribuídas ao ser humano que, no desejo de melhorar as espécies cultivadas, retirou-lhes gradativamente a agressividade necessária para sobrevivência no ambiente selvagem, ao passo que o inverso ocorreu com as plantas daninhas que se tornaram cada vez mais eficientes quanto à sobrevivência (LORENZI, 2008).

Em condições de pomar, as plantas de macieira estão constantemente convivendo com as plantas daninhas (Figuras 1 e 2), 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 plantas daninhas causa redução na disponibilidade para a cultura, podendo causar efeitos negativos sobre a produtividade e a qualidade dos frutos (DURIGAN & TIMOSSI, 2002).

Os prejuízos por competição das plantas daninhas são maiores em pomares de macieira recém-implantados, ou seja, em formação e, se não controladas, elas atrasam o desenvolvimento das plantas e o início da produção.

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).



Figura 1. Planta daninha é qualquer ser vegetal que cresce onde não é desejado



Figura 2. A indesejabilidade das plantas daninhas se justifica pela interferência nas atividades humanas

2 Competição das plantas daninhas com a cultura da macieira

Os plantios de macieiras são realizados em fileiras paralelas e o controle principal de plantas daninhas é realizado numa faixa em torno da fileira, onde ocorre a competição e se constitui na área de controle, sendo que o espaço entrelinhas é destinado à circulação para realização dos tratos culturais e a colheita.

2.1 Competição

Uma população de plantas é composta por indivíduos de uma mesma espécie e grupos de populações de plantas que ocorrem juntamente caracterizam uma comunidade. 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 plantas daninhas. Portanto, é possível

considerar a cultura e as plantas daninhas 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 plantas daninhas 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 plantas daninhas, as quais poderão interferir no crescimento, desenvolvimento, produtividade e qualidade do produto colhido (PITELLI, 2014).

Para reduzir ao mínimo a interferência da comunidade de plantas daninhas sobre as culturas, de forma direta ou indireta, é que são adotadas as medidas de controle.

Para Pitelli (2014), 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 bastante 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 competição 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.

A competição por luz é muito importante na interação entre culturas agrícolas e plantas daninhas, 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 C_4 apresentam elevadas taxas de crescimento sob elevada disponibilidade de radiação solar, geralmente suplantando as plantas com metabolismo C_3 (PITELLI, 2014).

A competição 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 (PITELLI, 2014).

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 plantas daninhas.

Outro tipo particular de competição pode ser estabelecido por polinizadores entre a cultura da macieira e a presença de algumas plantas daninhas atrativas para as abelhas ou outros polinizadores que podem prejudicar a produção de frutos. Nessa situação o manejo dessas plantas daninhas 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 plantas daninhas.

2.2 Período crítico de competição

O período crítico de competição pode ser definido como o período em que a competição das plantas daninhas 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 adultos em produção. Nos pomares em formação, até cerca de quatro anos, a competição com as plantas daninhas é muito crítica. A planta jovem de macieira necessita de cuidados especiais para que seu crescimento e desenvolvimento sejam normais. Neste 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 plantas daninhas durante o período vegetativo (MAGALHÃES et al., 2012; RONCHI et al., 2014).

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 plantas daninhas pode ser desejável no pomar durante o inverno.

2.3 Alelopatia

A alelopatia é a interferência ou ação provocada por substâncias químicas com ação biológica produzidas por certos organismos que no ambiente afetam outras plantas componentes da comunidade. É o caso da inibição química exercida por uma planta viva ou morta, causando algum tipo de prejuízo em outras plantas no mesmo ambiente.

Nas comunidades vegetais, as plantas podem interagir de maneira positiva, negativa ou neutra. O mais comum é que as plantas vizinhas interajam de maneira negativa, de modo que a emergência e/ou o crescimento de uma ou ambas podem ser inibidas (PIRES & OLIVEIRA, 2011).

Nas condições naturais as plantas produzem, estocam e, em seguida, liberam para o ambiente muitas substâncias químicas com propriedades biológicas específicas. Muitos desses metabólitos são oriundos do metabolismo secundário, embora nem todos os componentes com atividade biológica tenham esta origem (SOUZA FILHO, 2014).

As plantas, apesar de autotróficas, são imóveis, não podendo escapar do ataque dos seus inimigos naturais. A principal função dos aleloquímicos nas plantas é a proteção ou defesa destas contra o ataque de fitopatógenos, pragas ou por efeitos de outras plantas (PIRES & OLIVEIRA, 2011).

Segundo Pitelli (2014), a alelopatia, juntamente com a competição, são os mecanismos de interferência mais importantes entre plantas.

Este tema tem despertado a atenção de muitos pesquisadores nos últimos anos, mas ainda muito pouco se sabe sobre os mecanismos envolvidos na produção de aleloquímicos nas células. Alguns autores acreditam que sejam simples resíduos do metabolismo celular, os quais seriam armazenados nos vacúolos para evitar processos de autointoxicação. Outros sugerem que são continuamente produzidos e depositados na célula com finalidades específicas e que sua síntese é de controle genético (SOUZA FILHO, 2014).

As substâncias são secretadas pela parte aérea ou subterrânea das plantas e geralmente o efeito negativo ocorre sobre a germinação ou o desenvolvimento de outras plantas (FONTES et al., 2003; BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011; PIRES & OLIVEIRA, 2011). Certas espécies interferem alelopaticamente sobre as plantas

cultivadas causando sérios prejuízos ao seu crescimento, desenvolvimento e produtividade (BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011).

A alelopatia pode ocorrer entre microrganismos, entre microrganismos e plantas, entre plantas cultivadas, entre plantas daninhas e entre plantas daninhas e plantas cultivadas (PIRES & OLIVEIRA, 2011).

Segundo Souza Filho (2014), as plantas daninhas promovem dois tipos básicos de interferência em áreas cultivadas: alelospolia e alelopatia. Alelospolia é o tipo de interferência promovida pela competição por fatores essenciais à sobrevivência das espécies, como água, nutrientes e espaço físico. Já a alelopatia envolve a produção e a subsequente liberação para o ambiente de substâncias químicas com atividades alelopáticas.

De maneira geral, todas as partes das plantas têm mostrado conter aleloquímicos, com destaque para as folhas. Mas eles também podem ser produzidos por caules, raízes, rizomas, casca, flores, frutos e sementes liberados no ambiente pela planta viva ou na decomposição, variando em função da espécie de planta e por fatores bióticos e abióticos, porém a distribuição na planta não é uniforme (BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011; CARVALHO, 2013; SOUZA FILHO, 2014).

A forma de liberação dos tecidos vegetais para o ambiente é por volatilização, lixiviação de material vivo ou morto, exsudação radicular e pela decomposição de resíduos ou restos vegetais (PIRES & OLIVEIRA, 2011; SOUZA FILHO, 2014).

Diferentes fatores afetam a produção de aleloquímicos pelas plantas e, entre eles, destacam-se: qualidade e intensidade da luz, comprimento do dia, condições de fertilidade do solo, temperatura, agentes alelopáticos, idade dos órgãos da planta e fatores genéticos (SOUZA FILHO, 2014).

Diversos são os aleloquímicos com potencial de uso, como: herbicidas naturais, com destaque para os alcaloides; benzoxiazinonas, derivados do ácido cinâmico, coumarinas; e compostos cianogênicos, pelo seu elevado potencial alelopático (PIRES & OLIVEIRA, 2011).

O uso de cobertura morta (palha) é uma fonte de formação de compostos alelopáticos. Para a inibição ou redução do crescimento das plantas daninhas é fundamental o uso de uma cultura que produza aleloquímicos como aveia, sorgo, trigo, centeio, girassol, alfafa, mucuna, crotalária, ervilhaca, feijão-de-porco, milheto, capim-braquiaria e outras (CARVALHO, 2013). Segundo Silva et al. (2007), a inibição via alelopatia pode ser considerada controle biológico. Compostos aleloquímicos, como ácidos fenólicos, são liberados no solo, na decomposição da aveia, podendo prejudicar plantas que estão se estabelecendo (BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011). Isso sugere a possibilidade de que os efeitos alelopáticos contribuam com o controle de plantas daninhas e reduzam a necessidade de herbicidas na agricultura.

3 Caracterização dos ambientes de desenvolvimento de plantas daninhas em pomares de macieira

Nas áreas de produção de maçãs no Sul do Brasil predomina o clima temperado úmido de altitude, classificado por Köppen como Cfb, com verões amenos, chuvas bem distribuídas, sem estação seca definida e a temperatura média do mês mais quente abaixo de 22°C. Nas áreas com maior altitude na Serra Catarinense, que variam de 800 a 1500m, as temperaturas médias do mês mais quente (fevereiro) são de 19,5°C e do mês mais frio (julho) de 9,0°C, com precipitação anual de 1.100 a 2.000mm (PANDOLFO et al., 2002).

Os solos são classificados como Cambissolos Húmicos e Neossolos Litólicos, que se caracterizam por apresentarem a camada superficial pouco espessa, são solos rasos e com a presença de pedras. Ambos possuem altos teores de matéria orgânica, pH ácido e baixa ou média fertilidade natural (SANTOS et al., 2013).

A macieira é uma planta de clima temperado, perene, tronco ramificado e com queda de folhas durante a estação fria do ano. A cada ano um novo ciclo vegetativo se inicia com a brotação das plantas, seguida do florescimento, da frutificação, do crescimento dos frutos, maturação e colheita no final de verão ou outono.

Na formação do pomar, as plantas de macieira são dispostas em fileiras paralelas para facilitar a circulação de máquinas e equipamentos, bem como para facilitar a realização das práticas culturais, da colheita e do controle das plantas daninhas.

Esta peculiaridade nos cultivos das fruteiras de clima temperado, associada à queda das folhas durante o inverno, promove uma situação peculiar para o manejo de plantas daninhas nos pomares. A alternância anual entre períodos com plena folhagem e o sombreamento do solo durante o período vegetativo, bem como a plena exposição à radiação solar durante o inverno, associada à arquitetura das plantas e aos espaçamentos de plantios, caracterizam os diferentes ambientes de germinação e desenvolvimento de plantas daninhas durante o ano (SOUZA et al., 2016). Além disso, o inverno rigoroso com a formação de geadas severas, elimina naturalmente espécies sensíveis, como as plantas daninhas anuais de verão.

Portanto, existem alternâncias entre as diferentes espécies de plantas daninhas presentes nos pomares de macieira durante as estações do ano que precisam ser consideradas nas decisões de manejo e controle (Figuras 3 e 4).



Figura 3. Desenvolvimento das plantas daninhas durante o período vegetativo da macieira com intenso sombreamento na fileira de plantio



Figura 4. Desenvolvimento das plantas daninhas durante o período de repouso vegetativo da macieira com solo exposto a plena radiação solar

4 Principais espécies de plantas daninhas em pomares de macieira

O clima temperado de altitude da Serra Catarinense favorece a ocorrência das espécies anuais e perenes de inverno, tolerantes a baixas temperaturas, bem como das espécies anuais de verão com crescimento em temperaturas mais elevadas no período livre de geadas.

Para se conhecer as plantas daninhas presentes em pomares podem ser realizadas avaliações visuais (método empírico), o que já fornece informações para a tomada de decisão, principalmente quando se consideram as espécies mais problemáticas. Também podem ser utilizados métodos mais precisos, como o levantamento fitossociológico da comunidade infestante realizada em algumas áreas amostradas no pomar (OLIVEIRA & FREITAS, 2008; INOUE et al., 2012).

O método fitossociológico é uma ferramenta que permite fazer várias inferências sobre a flora, pois o conhecimento da comunidade infestante é fundamental para as melhores decisões de manejo e controle (BRAUN-BLANQUET, 1979; OLIVEIRA & FREITAS, 2008; INOUE et al., 2012).

O estabelecimento de uma comunidade de plantas daninhas em determinada área depende principalmente de fatores como: características do relevo, tipo de solo, condições meteorológicas, práticas culturais utilizadas, culturas anteriores e banco de sementes (OLIVEIRA & FREITAS, 2008).

Na Tabela 1 estão as principais espécies de plantas daninhas presentes nos pomares de macieira na região da Serra Catarinense, com base em avaliações realizadas em 40 pomares (SOUZA et al., 2017). A identificação das espécies foi baseada nas descrições de Lorenzi (1991), Kissmann & Groth (1992), Gazziero et al (2006), Lorenzi (2008), Moreira & Bragança (2010), Moreira & Bragança (2011) e Lorenzi (2014).

Tabela 1. Principais espécies de plantas daninhas presentes nos pomares de macieira na Serra Catarinense¹

Nome comum	Nome(s) científico (s)	Família	% de ocorrência ¹	Observações
1. Trevo-branco (Figura 5)	<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae-Faboideae	18,29	Espécie perene
2. Azevém (Figura 6)	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Poaceae	16,19	Espécie anual de inverno, tolerante a geadas
3. Picão –preto (Figura 7)	<i>Bidens pilosa</i> L., <i>Bidens subalternans</i> DC.	Asteraceae	8,39	Espécie anual de verão, sensível a geadas
4. Erva-de-passarinho (Figura 8)	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Caryophyllaceae	7,34	Espécie anual, tenra, tolerante a geadas
5. Picão-branco (Figura 9)	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae	7,31	Espécie anual de verão, sensível a geadas
6. Capim-lanudo ou ulca (Figura 10)	<i>Holcus lanatus</i> L.	Poaceae	6,10	Espécie perene
7. Mentinha (Figura 11)	<i>Veronica persica</i> Poir	Plantaginaceae	5,23	Espécie anual, tenra, tolerante a geadas
8. Tiririca-de-flor amarela (Figura 12)	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	Hypoxidaceae	3,53	Espécie perene Não confundir com <i>Cyperus rotundus</i> ou <i>Cyperus esculentus</i>
9. Tanchagem (Figura 13)	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	Plantaginaceae	3,27	Espécie perene
10. Trevo-azedo (Figura 14)	<i>Oxalis corniculata</i> L., <i>Oxalis corymbosa</i> DC. <i>Oxalis latifolia</i> Kunth)	Oxalidaceae	2,45	Espécie perene
11. Orelha-de-urso (Figura 15)	<i>Stachys arvensis</i> L.	Lamiaceae	2,30	Espécie anual de inverno

Continua...

...continuação

Nome comum	Nome(s) científico (s)	Família	% de ocorrência ¹	Observações
12. Capim-colchão ou milhã (Figura 16)	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd., <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Poaceae	2,16	Espécie anual de verão, sensível a geadas
13. Capim-marmelada ou capim-papuã (Figura 17)	<i>Brachiaria</i> (sin. <i>Urochloa</i>) <i>plantaginea</i> (Link) Hitchc.	Poaceae	1,63	Planta anual, sensível a geadas
14. Dente-de-leão (Figura 18)	<i>Taraxacum officinale</i> F.G.Wingg.	Asteraceae	1,38	Planta anual ou perene
15. Nabiça (Figura 19)	<i>Raphanus raphanistrum</i> L., <i>Raphanus sativus</i> L.	Brassicaceae	1,31	Planta anual, tolerante a geadas
16. Guanxu-ma (Figura 20)	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	0,67	Planta anual ou perene
17. Língua-de-vaca, Lobaça (Figura 21)	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Polygonaceae	0,48	Espécie perene
18. Corda-de-viola (Figura 22)	<i>Ipomoea indivisa</i> (Vell.) Hallier f., <i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	0,21	Espécie anual de verão, sensível a geadas
19. Capim-quicuio (Figura 23)	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hoehst ex Chiov.	Poaceae	0,18	Espécie perene, estolonífera e rizomatosa Sensível a geadas
20. Capim-pé-de-galinha (Figura 24)	<i>Eleusine indica</i> L.	Poaceae	0,14	Planta anual ou perene e sensível a geadas
21. Buva (Figura 25)	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist, <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae	0,12	Espécie anual, tolerante a geadas
22. Maria-mole (Figura 26)	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Asteraceae	0,09	Espécie perene

¹Dados baseados na percentagem do número total de exemplares observados em 40 pomares na região da Serra Catarinense.

As espécies e a quantidade de exemplares de plantas daninhas presentes nos pomares de macieira são informações importantes para as decisões de manejo e o controle. Existem, no entanto, espécies mais importantes e outras menos importantes que deverão nortear as decisões por métodos, produtos, doses e épocas de aplicação.



Figura 5. Trevo-branco (*Trifolium repens* L.)



Figura 6. Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)



Figura 7. Picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e (*Bidens subalternans* DC.)



Figura 8. Erva-de-passarinho (*Stellaria media* (L.) Vill.)



Figura 9. Picão-branco (*Galinsoga parviflora* Cav.)



Figura 10. Capim-lanudo (*Holcus lanatus* L.)



Figura 11. Mentinha (*Veronica persica* Poir.)



Figura 12. Tiririca-de-flor amarela (*Hypoxis decumbens* L.)



Figura 13. Tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.)



Figura 14. Trevo-azedo (*Oxalis corniculata* L.)



Figura 15. Orelha-de-urso (*Stachys arvensis* L.)



Figura 16. Capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd.)



Figura 17. Capim-marmelada (*Brachiaria* (Sin. *Urochloa*) *plantaginea* (Link) Hitchc.)



Figura 18. Dente-de-leão (*Taraxacum officinale* F.G.Wingg.)



Figura 19. Nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.)



Figura 20. Guanxuma (*Sida rhombifolia* L.)



Figura 21. Labaça ou Língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius* L.)



Figura 22. Corda-de-viola (*Ipomoea indivisa* (Vell.) Hallier f.)



Figura 23. Capim-quicuio (*Pennisetum clandestinum* Hoechst ex Chiov.)



Figura 24. Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.)



Figura 25. Buva (*Conyza* spp.)



Figura 26. Maria-mole (*Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less.)

5 Métodos de controle de plantas daninhas

O controle de plantas daninhas pode ser realizado por diferentes métodos ou pela combinação deles. Os métodos a serem utilizados em pomares precisam considerar as plantas daninhas presentes, a declividade da área, as condições estruturais da propriedade e os custos.

5.1 Controle preventivo

O controle preventivo consiste no uso de práticas para prevenir ou evitar a introdução, o estabelecimento e a disseminação de determinadas espécies daninhas nos pomares (CORREIA, 2014; LORENZI, 2014; MACIEL, 2014), principalmente aquelas de difícil controle, e assim evitar ou minimizar futuros problemas. No controle preventivo, o elemento humano é o fator fundamental (Figura 27). Esse método inclui todas as alternativas preventivas, e pode iniciar na escolha de áreas não infestadas para a implantação do pomar, adquirir mudas certificadas isentas de doenças, pragas ou plantas daninhas, manter a limpeza de máquinas e equipamentos, evitar transitar em áreas contaminadas, controlar espécies-problema em torno do pomar, não utilizar esterco, palhas ou compostos com propágulos de plantas daninhas, bem como evitar trazer sementes aderidas a roupa, calçados ou na pelagem de animais (VARGAS & OLIVEIRA, 2003; SILVA et al., 2007; LORENZI, 2014).



Figura 27. A atitude preventiva deve iniciar na formação do pomar, na escolha de áreas não contaminadas com espécies de plantas daninhas de difícil controle e com o plantio de mudas certificadas

5.2 Controle cultural

O controle cultural consiste em utilizar as próprias características da cultura, por meio das práticas culturais mais recomendadas para beneficiar a mesma e desfavorecer as plantas daninhas, seja inibindo ou reduzindo o seu desenvolvimento (VARGAS & OLIVEIRA 2003; SILVA et al., 2007; LORENZI, 2014).

Diversas medidas culturais ajudam no manejo de plantas daninhas em pomares, como plantio conforme as recomendações técnicas, em espaçamentos densos, orientação das fileiras favorável a insolação e ventilação, uso de mudas certificadas, opção por cultivares adaptados e resistentes a doenças, manter as plantas bem nutridas, realizar as práticas culturais na época mais oportuna (Figura 28), manutenção de coberturas verdes no inverno com efeitos sobre a redução do banco de sementes e a melhoria das características físico-químicas do solo (VARGAS & OLIVEIRA 2003; CORREIA, 2014; MACIEL, 2014).



Figura 28. A implantação de pomares em espaçamentos densos, a realização de práticas culturais no momento mais recomendado e a manutenção de cobertura verde durante o inverno são medidas culturais que colaboram no controle de plantas daninhas em pomares

5.3 Controle mecânico

O controle mecânico consiste na eliminação das plantas daninhas por meio de efeito físico mecânico com o uso de equipamentos manuais ou motorizados. Pode ser realizado por capina manual, roçada manual, roçada com equipamentos costais motorizados ou com o uso de roçadeiras acopladas a tratores (LORENZI, 2014; MACIEL, 2014; RONCHI et al., 2014).

Nas entrelinhas dos pomares, o uso de roçadeiras acopladas a tratores é a prática amplamente utilizada para manejar a vegetação de cobertura. Esta prática promove a eliminação da parte aérea das infestantes, reduzindo o crescimento, o consumo de água e a massa verde da vegetação, além de facilitar a circulação nos pomares para outras atividades (Figura 29).

O controle realizado na área das fileiras de plantio, sob a copa das plantas, também pode ser feito com roçadeiras manuais, manuais motorizadas ou roçadeiras laterais acopladas a tratores, principalmente em áreas com declividade ou com outras limitações.

O uso da capina manual, com enxada, foi um método empregado no passado, mas atualmente não encontra espaço em pomares comerciais, considerando o baixo rendimento, a necessidade de muita mão de obra, o alto custo da operação, a exposição do solo à erosão, além de não controlar satisfatoriamente plantas de propagação vegetativa e poder causar danos às raízes da macieira (RONCHI et al., 2014). Entretanto, eventualmente pode ser uma prática complementar aos outros métodos de controle utilizados.

Nos últimos anos o controle mecânico tem sido aprimorado e alguns equipamentos têm sido introduzidos no Brasil para controle de plantas daninhas em culturas perenes como citros, café e outras. Além disso, no Exterior existem inúmeros implementos com potencial de usos nessas culturas que poderão ser utilizados no Brasil num futuro próximo.

Outro exemplo é a roçadeira ecológica, que corta e deposita a biomassa nas fileiras de plantio, sob a copa das plantas, formando assim uma camada de palha que vai colaborar no controle de plantas daninhas (DURIGAN & TIMOSSI, 2002; CORREIA, 2014).



Figura 29. Controle mecânico das plantas daninhas em pomar em produção com a realização de roçadas nas entrelinhas e também sob a copa das plantas

5.4 Controle físico

O controle físico baseia-se no uso de práticas que exerçam efeitos físicos sobre as plantas daninhas causando sua morte (SILVA et al., 2007; CARVALHO, 2013; MACIEL, 2014), porém muitas delas são inaplicáveis, outras pouco prováveis de utilização em pomares e outras mais promissoras.

Entre as práticas inaplicáveis está a inundação e entre as pouco prováveis está o uso do fogo, embora alguns modelos de lança-chamas e flamejadores estejam em estudo e poderão ser utilizadas no futuro em culturas perenes.

O uso da cobertura morta com restos vegetais sob a copa das plantas tem mostrado ótimos resultados no desenvolvimento de plantas em pomares em formação ou produção, porém necessita de muita massa verde ou seca e de mão de obra, podendo se tornar menos atrativo. A cobertura morta é sempre muito favorável, pois exerce uma barreira física à germinação de sementes das plantas daninhas, desfavorecendo a germinação. Além disso, favorece o controle da erosão do solo, aumenta a retenção de água com mais umidade, reduz a temperatura do solo, melhora as propriedades físicas e químicas e com efeitos alelopáticos favoráveis ao controle de plantas daninhas (Figura 30) (VARGAS & OLIVEIRA, 2003; SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2014).

Entre as práticas mais promissoras está o uso de uma lâmina de polietileno preto (plástico preto) sobre o solo na fileira de plantio. A tendência da formação de pomares adensados, torna essa prática cada vez mais viável pelos bons resultados observados no desenvolvimento das plantas em pomares em formação.

A semeadura de adubos verdes nos pomares poderá ser uma medida auxiliar na obtenção de massa verde ou seca com benefícios à conservação do solo e à cultura.

Além disso, algumas novas tecnologias estão surgindo, como o equipamento com o uso de descargas elétricas controladas de alta tensão para controle de plantas daninhas, apresentado nos últimos anos no Brasil. É um equipamento acoplado ao trator, ainda muito caro para aquisição individual, mas muito promissor, que poderá estar sendo usado nos próximos anos no controle de plantas daninhas em pomares.



Figura 30. A massa verde produzida nas roçadas nas entrelinhas pode ser utilizada na formação de cobertura morta e auxiliar no controle de plantas daninhas

5.5 Controle biológico

O controle biológico consiste no uso de inimigos naturais, ou por produtos do seu metabolismo, como fungos, bactérias, vírus, insetos, aves, peixes e outros animais, visando reduzir a população de plantas daninhas e, conseqüentemente diminuir a competição com a cultura (SILVA et al., 2007; LORENZI, 2014; MACIEL, 2014). Para máxima eficiência do controle biológico, o parasita deve ser altamente específico, ou seja, eliminar somente o hospedeiro e não parasitar outras espécies (TESSMANN, 2011).

Os fungos promovem doenças em plantas que paralisam e reduzem o seu crescimento e podem causar a sua morte. Os insetos, tanto nas fases jovem ou adulta, podem atacar as plantas daninhas provocando enfraquecimento e até a morte.

O objetivo do controle biológico não é a erradicação da população de infestantes que ocorrem em determinada área, mas sim sua redução até níveis aceitáveis sem causar danos econômicos (TESSMANN, 2011). A inibição alelopática também é considerada controle biológico (SILVA et al., 2007; LORENZI, 2014).

A utilização de animais para pastoreio durante o inverno é uma forma de controle biológico de plantas daninhas em pomares de macieira. Geralmente são usados bovinos, equinos e ovinos que aproveitam a pastagem formada, principalmente por azevém, capim-lanudo e trevo-branco durante o inverno. É preciso administrar com cautela a presença de animais em pomares, ou seja, que animais colocar, quantos colocar, quando entrar e quando retirar do pomar, com constante monitoramento para evitar que eles promovam danos às plantas de macieira.

5.6 Controle químico

O controle químico baseia-se no princípio de que produtos químicos com propriedades herbicidas são capazes de matar plantas, ou então, podem matar alguns tipos de plantas, sem injuriar outras (seletividade). O controle químico é realizado por herbicidas que causam a morte ou inibem significativamente o desenvolvimento das plantas tratadas por interferir em múltiplos processos bioquímicos e fisiológicos das mesmas (DEVINE et al., 1993; OLIVEIRA JR., 2011b; OLIVEIRA & BRIGHENTI, 2011; MACIEL, 2014).

A tecnologia do uso de herbicidas desempenha com segurança e eficiência as suas funções, sendo uma ferramenta fundamental no controle de plantas daninhas na agricultura atual (Figura 31). Entretanto, se usada de maneira inadequada, pode causar severos prejuízos econômicos e impactar negativamente o ambiente.



Figura 31. Controle químico das plantas daninhas realizados na fileira de plantio em pomar de macieira em produção

5.7 Integração dos métodos de controle

A rigor, o manejo integrado de plantas daninhas consiste no uso combinado de dois ou mais métodos de controle (Figura 32). O uso de diferentes práticas é considerada a forma mais adequada de controle das plantas daninhas, principalmente em culturas perenes, pois pressupõe um melhor aproveitamento dos recursos, reduz o impacto ambiental (SILVA et al., 2007; BRACCINI, 2011; MACIEL, 2014) e reduz a possibilidade do surgimento de resistência das plantas daninhas aos herbicidas. Em culturas perenes, como a macieira, normalmente é requerida para seu manejo uma integração de métodos no manejo das plantas daninhas como medida sustentável (OLIVEIRA JR., 2011a).



Figura 32. Manejo integrado de plantas daninhas com roçadas mecânicas nas entrelinhas e aplicação de herbicidas na fileira de plantio em pomares de macieira

6 Manejo e controle de plantas daninhas em pomares de macieira

6.1 Efeitos do manejo sobre as plantas daninhas

O manejo de plantas daninhas se refere às estratégias que utilizam diferentes métodos de controle de forma planejada e integrada, com avaliação de impactos a médio e longo prazos, considerando a biologia das espécies presentes, a época de ocorrência e a cultura (VARGAS & OLIVEIRA, 2003; CORREIA, 2014; MACIEL, 2014).

Já o controle consiste na supressão do crescimento da comunidade infestante, com a adoção de certas práticas, até níveis aceitáveis para convivência, ou seja, sem causar prejuízos econômicos para a cultura (VARGAS & OLIVEIRA, 2003; CORREIA, 2014; MACIEL, 2014).

A primeira etapa do manejo de plantas daninhas em um pomar envolve a identificação das espécies presentes na área, e também daquelas que têm maior importância, pois a partir dessas informações é possível decidir com mais segurança pelas melhores estratégias de manejo e controle (Figura 33), definindo o que será feito, como e quando, pois as condições de infestação são muito variadas e as possibilidades de manejo diversas (OLIVEIRA & FREITAS, 2008; INOUE et al., 2012; CORREIA, 2014).

Na realidade, a diversidade de espécies de plantas daninhas que compõem a comunidade infestante nos pomares é resultado do manejo anteriormente utilizado. Independente dos métodos ou práticas empregadas, algumas espécies sempre serão beneficiadas com o manejo adotado, e tendem a predominar na área, sendo as outras desfavorecidas (Figura 34). Em alguns anos, o uso continuado da mesma prática pode levar a comunidade a ser dominada por uma única espécie ou pequeno grupo de espécies (VARGAS, 2003; CHRISTOFFOLETI et al., 2014; CORREIA, 2014).

Desta forma, espécies como: picão-preto, picão-branco, capim-colchão e capim-pé-de-galinha são favorecidas pela aplicação regular de herbicidas em pomares. Já o azevém, o trevo-branco e o capim-lanudo são favorecidos pelo uso constante de roçadas mecânicas (Figura 35). Portanto, o manejo adotado no pomar afeta diretamente o número, a proporção e as espécies de plantas daninhas presentes.

Alguns exemplos são relatados na literatura, como de Correia (2014), no qual pomares de citros em São Paulo tiveram modificações na flora de plantas daninhas após a aplicação repetida do herbicida glifosato.



Figura 33. O conhecimento das espécies de plantas daninhas presentes no pomar é importante para as decisões de manejo e controle



Figura 34. A comunidade de plantas daninhas presente nos pomares é sempre resultado das práticas de manejo anteriormente adotadas



Figura 35. O uso repetido de roçadas mecânicas como única prática de manejo em pomares de macieira favorece o predomínio de espécies como o trevo-branco

6.2 Manejo de plantas daninhas em pomares de macieira na Serra Catarinense

Nos pomares de macieira na Serra Catarinense podem ser identificados três diferentes manejos de plantas daninhas, os quais serão detalhados a seguir. Os manejos se referem ao controle realizado na faixa de plantio, em ambos os lados da fileira, pois nas entrelinhas do pomar o controle é realizado por roçada mecânica.

A manutenção da vegetação natural nas entrelinhas do pomar é considerada altamente efetiva na manutenção das qualidades físico-químicas e biológicas do solo (MAGALHÃES et al., 2012; RONCHI et al., 2014), com benefícios para as plantas de macieira, sendo um ponto altamente positivo no sistema de produção da macieira na Serra Catarinense.

6.2.1 Manejo integrado

O manejo integrado em pomares se caracteriza pela utilização de roçadas mecânicas (método mecânico) nas entrelinhas do pomar e a aplicação de herbicidas (método químico) na fileira de plantio, sob a copa das plantas, em três a cinco vezes durante o ciclo vegetativo. Este é o manejo padrão utilizado na maioria dos pomares de macieira na Serra Catarinense e no Sul do Brasil, inserido no contexto de manejo integrado com a combinação desses dois métodos (Figura 36). Esse sistema é bastante favorável, considerando as áreas com declive na região da Serra Catarinense, por favorecer a conservação do solo, a redução da erosão, a maior infiltração da água, o menor escoamento superficial e a maior incorporação de nutrientes ao solo.



Figura 36. Manejo integrado de plantas daninhas padrão na Serra Catarinense, com roçadas mecânicas nas entrelinhas e aplicação de herbicidas na linha de plantio

6.2.2 Manejo mecânico

O manejo mecânico acontece pela utilização de roçadeiras mecânicas acopladas a tratores (método mecânico) nas entrelinhas do pomar e, também, na fileira sob a copa das plantas com a utilização de roçadeiras manuais ou costais motorizadas, ou ainda com roçadeiras laterais caracterizando exclusivamente o uso do método mecânico, método este geralmente adotado em pomares com áreas menores, em locais com declive ou com limitação de uso de outros métodos (Figura 37).



Figura 37. Pomar manejado apenas com roçadas (manejo mecânico) para controle de plantas daninhas durante todo o ciclo vegetativo

6.2.3 Manejo mecânico com uma aplicação de herbicidas

Alguns produtores utilizam o método mecânico nas entrelinhas do pomar e, também, na fileira sob a copa das plantas, mas realizam uma única aplicação de herbicidas na faixa da fileira de plantio, em algum momento durante o ciclo vegetativo, geralmente próximo da colheita (Figura 38).



Figura 38. Pomar manejado com roçadas mecânicas e uma aplicação de herbicida próximo da colheita, que possibilita a formação de cobertura morta

Essa alternativa é bastante viável em pomares adultos em produção, pois mantém o pomar com o solo protegido em praticamente todo o ano e se realiza a colheita no momento em que o herbicida já tenha secado a vegetação. Como a aplicação do herbicida foi realizada após a maturação das sementes do azevém, planta daninha predominante em pomares com controle mecânico, logo após a colheita, um novo fluxo de emergência de plantas daninhas vai se estabelecer com proteção imediata do solo antes do inverno.

Outros aspectos precisam ser considerados sobre o manejo de plantas daninhas em pomares de macieira na Serra Catarinense. Para o efetivo controle durante o ciclo vegetativo nos pomares são necessárias algumas intervenções, ou entradas periódicas, independentemente do método ou das práticas utilizadas. Com base na dinâmica de ocorrência das plantas daninhas durante o ciclo

vegetativo da macieira, são necessárias de três a quatro intervenções por safra, mas dependendo das condições de fertilidade do solo, espécies infestantes e do uso da irrigação e/ou, fertirrigação, são necessárias de quatro a cinco intervenções.

A inclusão de um herbicida com ação de pré-emergência e com efeito residual prolongado pode reduzir o número de intervenções.

Portanto, na tomada de decisão no manejo deve-se considerar a idade do pomar, a comunidade infestante, as fases de desenvolvimento das plantas daninhas, a topografia da área, a disponibilidade de água, a fertilidade do solo, as máquinas e equipamentos, a mão de obra disponível, os custos operacionais e os aspectos ambientais (VARGAS & BERNARDI, 2003; SILVA et al., 2007), não havendo uma recomendação generalizada, mas sim a necessidade de uma avaliação e adaptação para cada situação de propriedade.

É desejado entretanto que os pomares sejam manejados de forma que a interferência das plantas daninhas seja mínima durante o período vegetativo, ao passo que durante o período de repouso vegetativo (inverno) é recomendável possibilitar a formação de uma cobertura verde para proteger o solo do impacto da chuva e controle da erosão, com melhoria das qualidades física, química e biológica do solo.

A idade do pomar precisa ser considerada. Em pomares em formação, recém-implantados, as plantas de macieira são mais sensíveis à competição direta com as plantas daninhas, o que pode causar atraso no crescimento das plantas, redução e atraso no início da idade produtiva do pomar. O controle adequado em pomares em formação se resume à eliminação das plantas daninhas numa faixa, em ambos os lados da fila de plantio, até três ou quatro anos (MAGALHÃES et al., 2012; RONCHI et al., 2014).

Em pomares adultos as perdas diretas por competição com as plantas daninhas tendem a ser menores, mas poderá haver elevadas perdas indiretas, como o excessivo crescimento das plantas daninhas não controladas, que pode impedir a ação de produtos fitossanitários aplicados, além de causar transtornos na colheita. Os pomares com plantas formadas com o porta-enxerto Marubakaido são mais tolerantes à competição, face ao sistema radicular desenvolvido.

6.3 Banco de sementes no solo

As plantas daninhas são parte dos sistemas naturais e, sempre que existir um espaço, teremos plantas espontâneas estabelecidas, desde que haja condições mínimas para a sobrevivência, podendo ser em uma lavoura, em pequenos espaços entre pedras em montanhas, áreas urbanas e até no pavimento de vias públicas (Figura 39).

Também, após uma intervenção que cause a morte de todas as plantas daninhas em determinada área, por exemplo, por capina ou aplicação de herbicidas, um novo fluxo será estabelecido em pouco tempo, devido à presença de sementes armazenadas no banco de sementes do solo (Figura 40).

O banco de sementes no solo pode ser definido como todas as sementes viáveis presentes na superfície ou enterradas, que atua como um reservatório, no qual são realizados diversos processos que resultam em depósito e retiradas (BRACCINI, 2011). Já Blanco (2014) preferiu denominar de banco de propágulos no solo, que inclui qualquer parte de um organismo presente no solo que possa dar origem a novos indivíduos da mesma espécie, de origem sexual ou assexual. Monquero et al. (2014) denominam de banco de diásporos o conjunto de sementes vivas presentes no solo ou associadas a restos vegetais, responsável pela reposição de plantas mortas naturalmente ou de distúrbios impostos pelo ambiente.

A produção das sementes e sua dispersão no solo são processos que resultam em depósitos anuais, enquanto as germinações, a deterioração ou morte e predações por insetos, microrganismos e outros são processos que resultam em retiradas (BRACCINI, 2011).

O armazenamento resulta na distribuição vertical das sementes no perfil do solo, mas a maioria das sementes de plantas daninhas concentra-se superficialmente. Algumas sementes podem persistir viáveis no solo por vários anos e podem somar-se às sementes que são adicionadas anualmente ao banco de sementes, favorecendo o estabelecimento futuro de novas comunidades de plantas (BRACCINI, 2011).

As práticas de revolvimento do solo apresentam os maiores impactos sobre os processos que envolvem o banco de sementes para as espécies de plantas daninhas anuais, além de regular o desenvolvimento das comunidades de plantas.

O banco de sementes ou de propágulos é considerado a principal fonte de novas infestações de plantas daninhas em áreas agrícolas, as quais causam a constante necessidade de controle (BRACCINI, 2011). Isso indica que a erradicação total das plantas daninhas é pouco provável em condições de campo.



Figura 39. As plantas daninhas são encontradas em áreas agrícolas ou não agrícolas, desde que haja condições mínimas para a sobrevivência



Figura 40. O banco de sementes do solo é a principal fonte de novas infestações de plantas daninhas nas culturas agrícolas

6.4 Tecnologia de aplicação de herbicidas

A aplicação de produtos fitossanitários envolve sempre uma série de variáveis que precisam ser otimizadas simultaneamente para máxima eficiência da aplicação, sendo preciso fazer escolhas e conciliar fatores sujeitos a ganhos e perdas (ROMAN et al., 2005).

Os herbicidas podem ser absorvidos pelas plantas através de estruturas aéreas (folhas, caules, flores e frutos), de estruturas subterrâneas (raízes, rizomas, estolões, tubérculos e outros), de estruturas jovens como radículas e caulículos e, também, pelas sementes germinadas (MONQUERO & HIRATA, 2014).

A tecnologia de aplicação consiste no emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com riscos mínimos de contaminação ambiental e danos a outras culturas, considerando a interação de fatores ambientais, econômicos, operacionais, mecânicos e pessoais, na busca de máxima eficiência no uso desse insumo (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

O alvo é o local definido para ser atingido pelo processo de aplicação, podendo ser de forma direta (herbicidas com ação de contato), quando em contato direto com o alvo, ou de forma indireta, quando se utilizam herbicidas com ação sistêmica, que vão ser redistribuídos por translocação (GALLI & MONTEZUMA, 2005; NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014; SILVA et al., 2014).

Na aplicação de herbicidas em pomares os alvos são principalmente as folhas das plantas daninhas, em aplicações de pós-emergência, e o solo, em aplicações de pré-emergência.

6.4.1 Fatores que afetam a ação e a eficácia dos herbicidas

Os organismos vivos desenvolveram uma série de estruturas para se proteger do meio externo. Em plantas superiores essa proteção é feita pela cutícula vegetal ou membrana cuticular (DEVINE et al., 1993; MONQUERO & HIRATA, 2014).

A absorção de herbicidas é influenciada pelas propriedades físico-químicas dos herbicidas, disponibilidade dos produtos nos locais de absorção, composição da superfície das plantas e por fatores ambientais (temperatura, luz, umidade do solo e do ar), os quais influenciam também a translocação destes até o local de ação (DEVINE et al., 1993; MONQUERO & HIRATA, 2014).

A aplicação de herbicidas pode ser afetada por vários fatores, ou seja, existem várias condições que precisam ser atendidas para que a aplicação promova os resultados esperados. Os principais fatores que afetam a aplicação dos herbicidas em pomares são: equipamentos adequados, treinamento do operador, produto químico recomendado e adequado à finalidade, condições edafoclimáticas do

momento da aplicação, plantas daninhas presentes, calibragem e regulagem dos equipamentos (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014). A ação dos herbicidas aplicados pode ser limitada por qualquer desses fatores, reduzindo a eficácia do tratamento com prejuízos à atividade agrícola.

Equipamentos de aplicação (pulverizador)

A grande maioria dos herbicidas é aplicada via líquida. O pulverizador pode ser conceituado como uma máquina aplicadora de produtos fitossanitários na forma de gotas, dirigidas ao alvo, em tamanho e densidades controláveis (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014). O pulverizador precisa ser adequado à finalidade, podendo ser simples ou mais sofisticado, e deve estar acompanhado de seus acessórios aptos ao uso e são geralmente acoplados a tratores.

O bico ou ponta de pulverização merece muita atenção, pois é o componente que determina a quantidade de produto a ser aplicado e é responsável pela formação e pela distribuição das gotas de aplicação do herbicida direcionado ao alvo (SILVA et al., 2007; NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

Operador

O desenvolvimento tecnológico na agricultura com o uso de máquinas e implementos de alto valor e culturas com alta importância econômica exige operadores treinados para as tarefas de rotina nas propriedades.

O aplicador é quem vai receber do produtor ou responsável técnico as informações para a aplicação, com base na receita agrônômica e, a partir daí, a responsabilidade da aplicação e os resultados passam a ser do aplicador.

Ele também é o responsável pelo desempenho dos equipamentos e pelas decisões sobre a aplicação, devendo considerar todos os fatores envolvidos para a aplicação eficiente, incluindo a regulagem do pulverizador e os acessórios, bem como verificar a calibragem para a correta vazão das pontas, volume a ser aplicado, tipo de produto, agitação da calda, tamanho da gota, velocidade e direção do vento, entre outros.

O aplicador também precisa estar familiarizado com todas as não conformidades, como possíveis ocorrências da deriva, condições climáticas inadequadas, para poder realizar as correções quando necessárias, minimizando assim os riscos. O aplicador deve estar sempre protegido por equipamentos de proteção individual (EPIs) indicados para o tipo de aplicação a ser realizada.

Herbicidas

Existem diferentes herbicidas no mercado com diferentes mecanismos de ação, ingredientes ativos, formulações, formas de aplicação, indicados para controle de determinadas plantas daninhas em determinadas culturas. Na cultura da macieira, para cada situação ou problema, existem algumas opções de controle.

O produto precisa estar registrado para a cultura e ser eficaz no controle de determinada 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.

Segundo Roman et al. (2005), para ser eficaz, um herbicida aplicado às folhas de plantas daninhas deve ser retido pela folhagem, atravessar a cutícula, mover-se nos espaços com água ao redor da célula, entrar na célula passando através da membrana celular, atingir o local de ação, ligar-se à enzima-alvo e inibi-la.

Condições edafoclimáticas

A eficácia da aplicação dos herbicidas está muito relacionada com as condições meteorológicas antes, durante e depois da aplicação. Aplicações realizadas fora das recomendações técnicas quanto a temperatura, precipitação, umidade relativa e velocidade do vento terão redução na sua eficácia. Também poderão ter perdas por deriva, causar fitointoxicação na cultura ou em outras culturas próximas, comprometendo a finalidade da aplicação e a ação dos herbicidas, com prejuízos sobre a produção, maior custo e quantidade de resíduos no ambiente.

De maneira geral, os herbicidas só devem ser aplicados com temperatura abaixo de 30°C, umidade relativa acima de 55 a 60% e a velocidade de vento não deve ser superior a 10km h⁻¹ (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Todavia, é importante destacar que as condições ideais de aplicação podem ser ajustadas, em função das gotas produzidas na aplicação e das características físico-químicas do herbicida utilizado.

Os herbicidas com aplicação em pós-emergência devem ser aplicados com plantas daninhas em pleno desenvolvimento vegetativo até a floração e com solo úmido (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). No caso de herbicidas que atuam na presença de luz, é mais indicado que as aplicações sejam feitas na parte da manhã.

Já os herbicidas com ação de pré-emergência precisam ser aplicados ao solo com umidade para favorecer a ação. As moléculas dos herbicidas, quando em contato com o solo, estão sujeitas aos processos de movimento, retenção, transporte e transformação (DEVINE et al., 1993; SILVA et al., 2014).

A falta ou excesso de chuvas pode também inviabilizar a aplicação

de herbicidas. Sob estresse hídrico as plantas daninhas alvo não devem ser pulverizadas com herbicidas. Além disso, os herbicidas pré-emergentes aplicados com a superfície do solo seco são mais facilmente perdidos, principalmente se ocorrer um período de estiagem prolongada após a aplicação (SILVA et al., 2014). Com a elevação da temperatura na superfície do solo, a volatilização, degradação química e biológica e a sorção são alguns fatores que podem justificar a ausência do herbicida da solução do solo com perda da eficácia (SILVA et al., 2014).

A aplicação de herbicidas deve ser evitada, em dias quentes entre 10 e 16 horas, quando a demanda de água na planta e da atmosfera é suprida pela intensidade de fluxo de água do solo para a raiz. Nestas condições, a planta entrará em estresse hídrico quando esse fluxo de água não suprir mais a demanda (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014). A partir do estresse hídrico, iniciam-se alterações na planta, que cessa seu crescimento, reduz as trocas gasosas com o ar e deixa de absorver e translocar os herbicidas aplicados em pós-emergência (MONQUERO et al., 2014; NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

É necessário também observar um intervalo de tempo entre a aplicação do herbicida e a ocorrência de chuvas ou irrigação após a aplicação, pois também podem comprometer a eficácia. Por exemplo, para o herbicida Finale® (glufosinato de amônio) esse intervalo de tempo é de 6 horas; já para o Roundup® (glifosato) e Heat® (saflufenacil) o intervalo mínimo é de 4 horas. A intensidade e a quantidade de chuvas ou irrigações também alteram a eficácia (GALLI & MONTEZUMA, 2005).

As características físico-químicas dos solos precisam ser consideradas, pois podem interferir na dose de aplicação. Os teores de argila e de matéria orgânica precisam ser considerados para definição da dose a ser aplicada, bem como a possibilidade de lixiviação de herbicidas (ROMAN et al., 2005). Por exemplo, para a aplicação do herbicida Alion® (indaziflam), que é um herbicida com ação de pré-emergência, é recomendado 0,15L ha⁻¹ para solos com até 35% de argila e 0,20L ha⁻¹ para solos com mais de 35% de argila, ambas situações com pelo menos 1% de matéria orgânica no solo.

Espécies de plantas daninhas

É fundamental o conhecimento das características da comunidade de plantas daninhas presentes nos pomares, principalmente aquelas consideradas mais importantes que norteiam as decisões sobre quais herbicidas e doses a serem aplicadas (Figura 41).

Em pomares a altura das plantas daninhas é uma característica importante a ser observada. Caso não sejam controladas, elas interferem na aplicação foliar e na ação dos produtos fitossanitários aplicados no pomar para controle de doenças ou pragas.

A ocorrência de plantas daninhas com hábito trepador é outro problema frequente em pomares, causando também dificuldades para a ação de fungicidas e inseticidas aplicados, além de dificuldades na colheita dos frutos. A corda-de-viola (*Ipomoea spp.*) da família Convolvulaceae, é um exemplo típico de planta daninha trepadeira, com grande crescimento e capacidade de cobrir parte ou totalmente as plantas, mesmo com poucos exemplares, o que pode necessitar a adoção de mais de um método de controle. Outras espécies de plantas daninhas da família Cucurbitaceae, também de hábito trepador, causam as mesmas dificuldades (Figura 42).



Figura 41 A correta identificação das espécies de plantas daninhas e suas características é importante para as definições de manejo e controle nos pomares



Figura 42. Plantas daninhas com hábito trepador causam dificuldades para o controle fitossanitário e transtornos na colheita

Calibração e regulagem de equipamentos

O herbicida encontra vários obstáculos desde a saída da ponta de pulverização até atingir o local de ação. A calibração e a regulagem dos equipamentos são requisitos básicos para a correta aplicação de herbicidas. A regulagem é o ajuste ou preparo do pulverizador para atender as necessidades do tratamento com base nas características de cada herbicida e cultura. Já a calibração é a verificação do desempenho do pulverizador como previsto pelo fabricante, e inclui seleção das pontas, vazão e dose de produtos, além de outros ajustes necessários. A utilização de máquinas e equipamentos devidamente regulados e calibrados, conforme a recomendação técnica do fabricante, é a forma correta de utilizar estes instrumentos de trabalho.

6.4.2 Uso de adjuvantes

O objetivo da aplicação de herbicidas é causar efeitos fitotóxicos sobre as plantas daninhas. Entretanto, as superfícies das plantas apresentam barreiras para a penetração de líquidos, cujas características variam entre as espécies, e dependem da idade dos órgãos vegetais e das condições meteorológicas do momento da aplicação (ROMAN et al., 2005; OLIVEIRA & BRIGHENTI, 2011).

Para serem absorvidas, as moléculas dos herbicidas precisam superar três barreiras para ingressar no interior das células: a cutícula, a parede celular e a membrana plasmática (ROMAN et al., 2005). Para auxiliar os herbicidas a vencer essas barreiras são utilizadas substâncias denominadas adjuvantes, que alteram o comportamento e as características da aplicação (MONQUERO & HIRATA, 2014; NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

Os adjuvantes são substâncias adicionadas à formulação do herbicida ou à calda herbicida para aumentar a eficiência do produto ou modificar determinadas propriedades da solução, visando facilitar a aplicação. Eles influenciam diretamente o controle das plantas daninhas por aumentarem a eficiência dos herbicidas, pois estão relacionados com a uniformidade da deposição, o espalhamento da gota e a absorção, a cobertura do alvo, a penetração foliar, a redução da deriva e o tempo total do controle de plantas daninhas (VARGAS & ROMAN, 2006; NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

Classificação dos adjuvantes

Em relação às funções que exercem, os adjuvantes podem ser classificados em ativadores e modificadores de caldas (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

Ativadores: a adição dos adjuvantes ativadores ao tanque de pulverização

eleva a atividade do herbicida, aumentando as taxas de absorção quando aplicados na planta-alvo (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014). Estes incluem surfactantes, óleos vegetais, óleos minerais, e os derivados de silicone, bem como fertilizantes nitrogenados.

Os surfactantes são os adjuvantes ativadores mais amplamente utilizados. Os surfactantes atuam na redução da tensão superficial das gotas, na formação das gotas, retenção da gota na folhagem, evaporação e persistência, deposição do ingrediente ativo e penetração na cutícula. (ROMAN et al., 2005). Com isso facilitam a absorção do herbicida na planta, alterando a estrutura cristalina e a viscosidade das ceras sobre a superfície das folhas e do caule, de modo que eles são mais facilmente penetrados pelo herbicida. De acordo com sua ionização ou dissociação em água, os surfactantes podem ser divididos em: aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfotéricos (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

Os óleos minerais e vegetais são também adjuvantes ativadores que podem aumentar a penetração dos herbicidas lipossolúveis em plantas e são comumente usados em condições de alta temperatura e baixa umidade, ou quando a cutícula da folha é espessa.

Os fertilizantes nitrogenados (amônios) podem ser adicionados aos herbicidas e funcionam para melhorar o efeito e incluem o nitrato de amônio, sulfato de amônio, ureia e polifosfato de amônio. Embora seu efeito exato na ação de herbicidas não seja totalmente conhecido, eles são muitas vezes utilizados para aumentar a atividade de herbicidas ácidos fracos em pós-emergência, principalmente pelo aumento de sua absorção (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

Modificadores de calda: os adjuvantes modificadores de calda podem alterar as características físicas ou químicas da solução, facilitando sua aplicação com o aumento da aderência à superfície das plantas-alvo, porém não aumentam diretamente a atividade herbicida. Os modificadores de calda têm diferentes funções, com algumas sobreposições dessas categorias funcionais. Alguns adjuvantes ativadores também são modificadores de calda e alguns até têm efeitos herbicidas (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

Os agentes molhantes, corantes, controladores de deriva, agentes espessantes, agentes adesivos, controladores de caldas, agentes de compatibilidade, reguladores de pH, umectantes, antiespumantes e absorventes de UV são os modificadores de caldas que podem ser utilizados (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

A importância do uso de adjuvantes para otimizar a atividade de muitos compostos herbicidas de pós-emergência está bem reconhecida, podendo representar economia na aplicação pelo aumento na eficiência e até proporcionar redução na dose utilizada (VARGAS & ROMAN, 2006).

Entretanto, a inclusão de adjuvantes na calda de pulverização precisa ser feita com critério. É preciso que esta técnica seja utilizada com base na recomendação de um profissional, pois se utilizada incorretamente pode causar fitotoxicidade para a cultura em função das características de cada herbicida (Figura 43).



Figura 43. Aplicação de herbicidas deve ser realizada com base na recomendação técnica

6.4.3 Outras informações sobre a aplicação de herbicidas

Os herbicidas são formulados para serem diluídos em água, gerando facilidade pela disponibilidade e baixo custo no preparo da calda de pulverização.

A qualidade da água é fator fundamental na eficácia dos herbicidas. A água a ser utilizada como diluente no preparo da calda de aplicação precisa ser limpa, sem a presença de quantidade elevada de sais minerais ou de colóides em suspensão (argila e matéria orgânica), os quais poderão causar reações com o herbicida formando compostos insolúveis, reduzindo a eficácia no controle de plantas daninhas e prejudicando a qualidade da pulverização.

Em aplicações de herbicida de pré-emergência no solo, a influência do pH na solução do solo na solubilidade dos herbicidas é outro fator que pode alterar a absorção radicular (MONQUERO & HIRATA, 2014).

Os reguladores de pH ajustam ou tamponam a solução para melhorar a dispersão do herbicida e a solubilidade na calda, controlando seu estado iônico e aumentando a compatibilidade da mistura no tanque. Soluções-tampão de pH são utilizadas em condições de água ácida ou alcalina para reduzir os efeitos prejudiciais sobre a performance do herbicida (NICOLAI & CHRISTOFFOLETI, 2014).

A possibilidade de ocorrência de deriva é outro aspecto importante a ser observado na aplicação de herbicidas. A deriva é o deslocamento das gotas de pulverização contendo os produtos para fora do alvo desejado. É uma das principais causas de contaminação do aplicador, do ambiente, causador de fitotoxicidade em culturas próximas e de insucessos nas aplicações (SILVA et al., 2007).

A deriva é determinada pela interação de muitos fatores relativos aos equipamentos de aplicação, bem como às condições climáticas no momento da aplicação, principalmente pela velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura. O tamanho da gota produzida pela ponta do pulverizador é muito importante, pois é resultado do tipo de ponta de pulverização, volume a ser aplicado, da pressão, da velocidade de trabalho e das propriedades físico-químicas da calda (ROMAN et al., 2005).

6.5 Resistência de plantas daninhas aos herbicidas

Os herbicidas são ferramentas fundamentais para o controle integrado de plantas daninhas em pomares. Os principais fatores que podem desencadear o desenvolvimento de resistência aos herbicidas estão relacionados às características das plantas daninhas, às características dos herbicidas e às práticas de controle empregadas nos pomares.

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade adquirida e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a uma dose do herbicida que seria letal a indivíduos suscetíveis da mesma espécie (ROMAN et al., 2005; CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Os primeiros casos relatados de resistência de plantas daninhas aos herbicidas foram nos Estados Unidos, na década de 1950, sendo que os casos se multiplicaram nas décadas seguintes em todas as partes do mundo com diferentes mecanismos de ação (CHRISTOFFOLETI et al., 2016). Isto indica que as ocorrências de resistência acompanham a utilização de herbicidas na agricultura e, portanto, é motivo de preocupação e um grande desafio para a ciência das plantas daninhas.

Em alguns pomares tem sido utilizado o controle químico como o único método, principalmente com o uso do mesmo herbicida ou mecanismo de ação repetidamente na mesma área. Nesta situação de uso intenso, é natural que ocorra em alguns anos, a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a um ou mais herbicidas (OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011; LORENZI, 2014).

Em condições naturais existe diversidade genética nas populações de plantas daninhas que são responsáveis pelo aparecimento de resistência. A pressão de seleção, exercida por aplicações frequentes do mesmo herbicida ou mesmo

mecanismo de ação, ocasiona a seleção de biótipos resistentes, permitindo que os indivíduos resistentes sobrevivam e produzam sementes, e assim ocupem os espaços disponíveis deixados no ambiente pelas plantas suscetíveis que são controladas pelo herbicida (CARVALHO, 2013; CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Essa resistência a herbicidas geralmente se deve a mutações naturais na estrutura genética das plantas, sendo, portanto, de caráter evolucionário. Tais mutações ocorrem em alguns biótipos de plantas daninhas numa população. Ocasionalmente, uma dessas mutações aleatórias afeta o sítio-alvo de ação do herbicida de tal forma que este herbicida passa a não afetar o novo biótipo. Portanto, o herbicida não é o agente causador da resistência, mas sim o selecionador de indivíduos resistentes (INOUE & OLIVEIRA JR., 2011; CHRISTOFFOLETI et al., 2014).

As plantas sobreviventes são tolerantes e, por isso, formam biótipos resistentes que sobrevivem, produzem sementes, abastecem os bancos de sementes no solo e se propagam de forma que em alguns anos teremos uma população resistente de determinada planta daninha a determinado herbicida que se forma a partir daquele local (CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Assim, a variabilidade genética natural existente em qualquer população de plantas daninhas é a responsável pela fonte inicial de resistência em uma população susceptível. Além disso, todas as populações de plantas daninhas, provavelmente contêm biótipos que são resistentes a herbicidas (INOUE & OLIVEIRA JR., 2011).

A resistência a herbicidas pode ser conferida por diferentes mecanismos e o seu manejo é um problema que exigirá concentrações de esforços no futuro (ROMAN et al., 2005).

Na Serra Catarinense já é observada a presença de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e de espécies de buva (*Conyza spp.*) resistentes ao glifosato (Roundup®). Por isso, esse herbicida já não controla mais todas as plantas dessas espécies nos pomares e em outras áreas agrícolas. Na literatura encontramos vários relatos de resistência de determinadas espécies de plantas daninhas a herbicidas, inclusive com resistência do tipo cruzada e múltipla. Resistência cruzada ocorre quando biótipos de plantas daninhas são resistentes a dois ou mais herbicidas pertencentes a um mesmo mecanismo de ação, mas de grupos químicos diferentes. Resistência múltipla ocorre quando um indivíduo possui um ou mais mecanismos que conferem resistência a herbicidas com mecanismos de ação diferentes (CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

A possibilidade de ocorrência de resistência de plantas daninhas aos herbicidas é portanto um evento provável, exigindo manejo correto dos pomares para evitar o aparecimento (VARGAS, 2003). Como os herbicidas são ferramentas muito importantes no manejo de plantas daninhas, não se pode correr o risco de perder estas ferramentas, principalmente porque são poucas as opções de herbicidas (mecanismos de ação) atualmente registrados para a macieira.

Em condições de campo é importante não confundir controle inadequado de plantas daninhas com resistência aos herbicidas. As causas de controles inadequados estão relacionadas com produtos, tecnologia de aplicação, condições de solo e condições meteorológicas. Entre as causas de controle inadequado relacionadas à tecnologia de aplicação estão a aplicação da dosagem incorreta do herbicida, a baixa cobertura do alvo, o estágio das plantas daninhas inadequado e a calda com água de baixa qualidade. Entre as causas relacionadas ao solo ou a fatores meteorológicos, estão: solo com umidade excessiva ou seco, solo com presença de muitos torrões, adsorção dos herbicidas pelas argilas e matéria orgânica; aplicação em condições de estresse por alta temperatura (CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Segundo Vargas (2003), Inoue & Oliveira Jr. (2011) e Christoffoleti et al. (2014), para evitar a ocorrência de resistência das plantas daninhas aos herbicidas, é aconselhado adotar os seguintes procedimentos:

- a) Utilizar diferentes herbicidas e com diferentes mecanismos de ação;
- b) Utilizar misturas de herbicidas, só com diferentes mecanismos de ação e de metabolização;
- c) Se possível, utilizar herbicidas somente quando necessário no momento recomendado e com diferentes formas de aplicação na mesma safra (com ação em pré e em pós-emergência);
- d) Não repetir o uso do mesmo herbicida numa mesma safra;
- e) Observar as mudanças na flora infestante no pomar em anos sucessivos;
- f) Manejar o pomar evitando que as plantas daninhas produzam sementes;
- g) Praticar a diversificação e integração de métodos de controle;
- h) Ler a bula dos herbicidas registrados e seguir as instruções de uso.

Atualmente, a falta de produtos com novos mecanismos de ação no mercado e o rápido aumento nos casos de resistência a vários herbicidas entre as espécies de plantas daninhas, muitas com múltipla resistência, estão restringindo as alternativas para o controle de plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI et al., 2014).

Por isso, a resistência de plantas daninhas a herbicidas tem recebido muita atenção entre os pesquisadores, tanto no Brasil quanto no Exterior, em vista das crescentes dificuldades de manejo na maioria das culturas agrícolas em todo o mundo.

7 Controle químico de plantas daninhas em pomares de macieira

As primeiras tentativas de utilização de substâncias químicas no controle de plantas daninhas ocorreram no início de século XX, em 1908, com o uso de sal de cozinha, sulfato de ferro, sulfato de cobre e arsenito de sódio na cultura do trigo (KLINGMAN & ASHTON,1975). Mais tarde, em 1941 foi relatada a síntese do 2,4-D (ácido 2,4-dicloro fenoxiacético) e, em 1942, o primeiro relato de uso como regulador de crescimento, mas só em 1944 o 2,4-D foi utilizado como herbicida (KLINGMAN & ASHTON,1975).

Os herbicidas são substâncias químicas que interferem nos processos bioquímicos e fisiológicos das plantas daninhas causando a morte e, ou impedindo o seu desenvolvimento, podendo ser capazes de selecionar determinadas espécies para controle (DEVINE et al., 1993; OLIVEIRA JR., 2011a; LORENZI, 2014). Esta seletividade no controle, ou seja, capacidade de matar algumas espécies de plantas daninhas e não causar danos sobre outras (cultura), foi o que motivou o uso generalizado desta tecnologia pelos agricultores em todo o mundo (OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011; MACIEL, 2014).

Em pomares, herbicidas com ação de pré ou pós-emergência das plantas daninhas são utilizados em aplicações dirigidas ao alvo. As aplicações de herbicidas com ação de pré-emergência são dirigidas ao solo, antes da emergência das plantas daninhas, sendo o solo o alvo das aplicações, pois atuam nas fases iniciais de desenvolvimento (FONTES et al., 2003). Já os herbicidas com ação de pós-emergência são aplicados sobre a folhagem das plantas daninhas emergidas, as quais são o alvo da aplicação. Em pós-emergência podem ser utilizados produtos de contato (com ação próxima do local de aplicação) ou sistêmicos (quando se distribui nas partes da planta, inclusive raízes).

Quando usados corretamente os herbicidas desempenham com segurança e eficiência o seu objetivo, transformando-se em ferramenta indispensável na agricultura. Entretanto, se usados de maneira inadequada nos cultivos, podem causar intoxicações, perdas econômicas e prejuízos ambientais. É fundamental a adequada aplicação para a plena eficácia, e que seja preservada a produtividade e a qualidade dos produtos colhidos, assim como a manutenção dos recursos naturais que sustentam a produção, especialmente o solo e a água.

7.1 Considerações sobre o uso de herbicidas em pomares

Os herbicidas, a exemplo que qualquer outro método ou técnica de controle de plantas daninhas, apresentam comparativamente vantagens e desvantagens.

Na literatura são relacionadas as principais vantagens do uso dos herbicidas (FONTES et al., 2003; SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2014), tais como:

- a) É o método mais prático e com rapidez de ação, mantendo rendimentos elevados, tanto em pequenas ou grandes áreas;
- b) É muito eficaz se utilizado conforme a recomendação técnica;
- c) A seletividade de alguns herbicidas é muito importante, pois controla as plantas daninhas e preserva a cultura;
- d) Não revolve o solo preservando o sistema radicular em culturas perenes;
- e) Menor necessidade de mão de obra em relação aos outros métodos;
- f) É muito eficaz no controle de plantas daninhas em qualquer época do ano, mesmo em períodos com chuvas frequentes;
- g) Atua desde o momento da aplicação; evitando a competição com a cultura;
- h) São eficientes no controle de plantas daninhas de propagação vegetativa de difícil controle;
- i) Permite o controle eficiente de plantas daninhas perenes e arbustivas.

Por outro lado, também apresentam limitações (VARGAS & OLIVEIRA, 2003; SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2014), como:

- a) O herbicida é uma molécula química que tem que ser manuseada com cuidado, havendo perigos de intoxicação ao homem e organismos não alvo;
- b) Demandam máquinas e equipamentos apropriados para a aplicação;
- c) O operador precisa ser treinado para a execução das operações, tomar decisões e utilizar corretamente os equipamentos de proteção (EPs);
- d) Em algumas situações pode aumentar o custo de produção;
- e) Existe a possibilidade de intoxicação do aplicador se mal protegido ou em caso de acidente;
- f) Existe o risco de controle ineficiente ou injúrias na cultura se não realizada conforme a recomendação técnica;
- g) Pode ocorrer deriva, poluição ambiental e resíduos no solo, água e alimentos;
- h) Exige conhecimento técnico para a aplicação nas diferentes modalidades de uso, bem como das culturas, plantas daninhas, herbicidas, tecnologias e condições de aplicação;
- i) Existe o risco de selecionar biótipos resistentes de algumas espécies de plantas daninhas, se usado o mesmo produto repetidamente.

Um aspecto muito importante a ser considerado antes do uso de qualquer herbicida é ler as informações técnicas existentes na bula, onde estão todas as especificações referentes ao produto e as condições de aplicação, pois o fabricante é sempre o maior conhecedor do produto.

Os herbicidas também são uma importante ferramenta no manejo integrado de plantas daninhas, quando são associados a outros métodos de controle (VARGAS & OLIVEIRA, 2003; SILVA et al., 2007).

Analisando as vantagens e desvantagens da aplicação de herbicidas, na maioria das situações a aplicação se justifica por sua praticidade, eficácia e considerando o custo e o benefício da técnica (FONTES et al., 2003; VARGAS & OLIVEIRA, 2003; OLIVEIRA JR., 2011a).

7.2 Classificação dos herbicidas

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).

7.2.1 Quanto à época de aplicação

Pré-emergência (PRÉ): os herbicidas são aplicados no solo antes da emergência das plantas daninhas, 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). O herbicida Alion® (indaziflam) é um exemplo.

Pós-emergência (PÓS): a aplicação deve ser feita após a emergência das plantas daninhas e dirigida às mesmas. Os herbicidas precisam ser absorvidos em maior parte pelas folhas e demais partes verdes das plantas daninhas. O estágio das infestantes é muito importante para a eficiência dos produtos.

As aplicações geralmente são recomendadas para serem feitas nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas até a fase de florescimento (Figura 44). Em função do estágio de desenvolvimento avançado das plantas daninhas, doses mais elevadas ou produtos sistêmicos podem ser necessários em algumas situações (OLIVEIRA JR., 2011a; OLIVEIRA JR., 2011b). São exemplos os herbicidas Finale® (glufosinato – sal de amônio) e Roundup® (glifosato).

A aplicação em pós-emergência pode ainda ser dividida em pós-emergência inicial e pós-emergência tardia (Lorenzi, 2014). Pós-inicial é a aplicação do herbicida sobre as plantas daninhas logo após a germinação das dicotiledôneas ou até o perfilhamento para as gramíneas. Pós-tardia é a aplicação sobre as plantas daninhas em estágios de desenvolvimento mais adiantado.



Figura 44. Os herbicidas de pós-emergência precisam ser aplicados na fase de intenso crescimento vegetativo das plantas daninhas

7.2.2 Quanto à translocação

Herbicidas com ação de contato: são herbicidas que não se translocam na planta ou se translocam de forma muito limitada. 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 plantas daninhas 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 (LORENZI, 2014, OLIVEIRA JR., 2011b; OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011). Os herbicidas Finale® e Patrol® (ambos, glufosinato - sal de amônio) são exemplos.

Herbicidas com ação sistêmica: são os herbicidas 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 crônico. 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 final da aplicação. Para ter o efeito desejado sobre as plantas daninhas, 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 (OLIVEIRA JR., 2011b; LORENZI, 2014; VIDAL et al., 2014). São exemplos o Roundup® (glifosato) e o Select® (cletodim).

Ainda, com relação à translocação, os herbicidas podem ser classificados quanto à translocação pelo floema, xilema ou por ambos (CARVALHO, 2013).

Translocação pelo floema (simplástica): a translocação do herbicida acompanha o fluxo de assimilados da planta produzidos pela fotossíntese.

Translocação pelo xilema (apoplástica): a translocação do herbicida acompanha o fluxo de seiva bruta, obedecendo ao fluxo transpiratório da planta.

Translocação por ambos (apossimplástica): a translocação do herbicida ocorre pelo xilema e floema.

7.2.3 Quanto à seletividade

O conhecimento a respeito da seletividade de um herbicida é um pré-requisito básico para seu uso ou recomendação, uma vez que indica o espectro de plantas que são eventualmente controladas ou quais são menos sensíveis ao herbicida (CARVALHO, 2013).

Herbicidas seletivos: são os herbicidas que matam ou restringem severamente o crescimento das plantas daninhas, sem causar prejuízos às espécies de interesse, no caso a cultura da macieira (OLIVEIRA JR., 2011b; OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011). A dose de aplicação deve ser aquela com a qual as plantas daninhas sejam efetivamente controladas, com pouco ou nenhum dano para as plantas cultivadas (OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011).

A seletividade dos herbicidas depende de vários fatores, um dos quais se relaciona com a habilidade da cultura em decompor ou metabolizar a molécula do herbicida antes de sua ação e que a planta daninha não tenha esta capacidade, de forma que a cultura sobrevive e a planta daninha não (ROMAN et al., 2005). São exemplos os herbicidas Select® e Poquer® (cletodim).

Herbicidas não seletivos: 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). São exemplos os herbicidas Roundup® (glifosato) e Finale® (glufosinato – sal de amônio).

Na aplicação de herbicidas em pomares podemos ter a seletividade por posição, na qual se aplicam herbicidas com ação de pós-emergência e controle total, em jato dirigido sobre as plantas daninhas sob a copa das plantas. Desta forma se viabiliza 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.

7.2.4 Quanto ao espectro de controle

Pode-se ainda utilizar outro tipo de classificação quanto ao espectro de controle em graminicidas, latifolicidas e ação total (LORENZI, 2014):

Herbicidas graminicidas ou de folhas estreitas: são aqueles capazes de controle apenas das plantas daninhas do grupo das monocotiledôneas ou de folhas estreitas (LORENZI, 2014). O herbicida Select® (cletodim) é um exemplo.

Herbicidas latifolicidas ou de folhas largas: são aqueles capazes de matar apenas as plantas do grupo das dicotiledôneas ou de folhas largas.

Entretanto, segundo Lorenzi (2014), esta classificação tem exceções e nem sempre é adequada, pois a trapoeraba (*Commelina spp.*), da família Commelinaceae, por exemplo, é uma planta daninha de folhas largas, mas é uma monocotiledônea e responde aos herbicidas latifolicidas, bem como as plantas daninhas da família Cyperaceae (tiriricas), que têm folhas estreitas e são sensíveis aos herbicidas latifolicidas ou para controle de plantas com folhas largas.

7.2.5 Quanto ao mecanismo de ação

Os herbicidas possuem locais específicos de ação primária, denominados “sítio de ação”, sendo o primeiro ponto do metabolismo das plantas onde atuam. A maioria dos sítios de ação localiza-se em enzimas ou é composto de enzimas que, ao se ligar com a molécula herbicida, paralisam ou retardam reações bioquímicas, inibindo funções vitais na planta (ROMAN et al., 2005; OLIVEIRA JR., 2011b; CARVALHO, 2013).

O agrupamento dos herbicidas pelo mecanismo de ação, ou ainda pela forma de atuação nas plantas, é um dos mais importantes, pois facilita o entendimento das suas características quanto aos seus efeitos na planta em condições de campo (OLIVEIRA JR., 2011b; OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011). O agrupamento com base na forma de atuação é muito usual, pois considera o efeito bioquímico-fisiológico, podendo incluir diferentes famílias de compostos químicos sob um mesmo mecanismo de ação (OLIVEIRA JR., 2011b; OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011).

Os herbicidas também podem ser classificados de outras formas: quanto ao tipo de formulação, volatilidade, persistência, potencial de lixiviação, classe toxicológica, solubilidade e polaridade ou forma de dissociação (OLIVEIRA JR. & INOUE, 2011), porém estas classificações são menos usuais.

7.3 Herbicidas registrados para a cultura da macieira

Atualmente existem poucos mecanismos de ação de herbicidas com registro para controle de plantas daninhas na cultura da macieira. São eles:

a) Inibidores da EPSPs: inibem a ação da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (Grupo G).

b) Inibidores da GS: inibem a ação da enzima glutamina sintetase (Grupo H).

c) Inibidores da ACCase: Inibe a ação da enzima acetil coenzima A carboxilase (Grupo A).

d) Inibidores da PROTOX: Inibe a ação da enzima protoporfirinogênio oxidase (Grupo E).

e) Inibidores da biossíntese de parede celular (Grupo L).

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

Na escolha de um tratamento herbicida devem ser considerados (OLIVEIRA JR, 2011a):

a) O registro do herbicida para a cultura;

b) A eficácia no controle das espécies infestantes de interesse;

c) O estágio de desenvolvimento das plantas daninhas;

d) O período de controle que se necessita;

e) O custo por unidade de área;

f) A disponibilidade do herbicida no mercado local;

g) A menor toxicidade do herbicida ao aplicador e meio ambiente;

h) Baixo potencial para a contaminação ambiental (deriva, lixiviação, escorrimento);

i) Se é adequado aos equipamentos e estrutura disponíveis na propriedade;

j) A maior flexibilização quanto a época de aplicação;

k) Ao menor potencial de seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes;

Os herbicidas são identificados, pelo menos, por três informações básicas (OLIVEIRA JR., 2011a):

a) Nome químico: para descrever a estrutura química do herbicida. Por exemplo: glicina substituída.

b) Nome comum ou ingrediente ativo: convencionalmente é o nome pelo qual os herbicidas são conhecidos internacionalmente e são referenciados na literatura técnica. Por exemplo: glifosato.

c) Nome comercial ou fantasia: serve para identificar o produto com o fabricante e também para diferenciar de outros herbicidas com o mesmo ingrediente ativo existentes no mercado. Um mesmo ingrediente ativo pode ser comercializado sob diferentes nomes comerciais, dependendo do fabricante e da formulação. Por exemplo: Roundup Original®, Roundup Nortox®, Roundup WG®, Trop®, Xequemate®, Zapp Qi 620® são alguns dos produtos comerciais com o

ingrediente ativo glifosato.

De forma geral, herbicidas que possuem o mesmo mecanismo de ação geralmente causam sintomas similares nas plantas susceptíveis, embora existam exceções à regra (ROMAN et al., 2005; OLIVEIRA JR., 2011b).

Por fim, é importante que, após a utilização de um determinado tratamento herbicida, sejam feitas observações no sentido de avaliar se a eficiência do tratamento utilizado foi eficaz para o controle das espécies de interesse e, se não foi, procurar identificar as possíveis razões das eventuais falhas ocorridas no controle (OLIVEIRA JR., 2011a).

A seguir são descritas as principais características dos grupos de herbicidas atualmente registrados para a cultura da macieira, por mecanismo de ação e nome comum ou ingrediente ativo, bem como as informações sobre alguns produtos comerciais, dosagens recomendadas e plantas daninhas controladas. As informações foram baseadas na publicação de Rodrigues & Almeida (2018), e também nas bulas dos respectivos produtos descritos.

7.3.1 Inibidores da EPSPs (Grupo G)

Mecanismo de ação: Inibidor da EPSPs. Grupo G (HRAC - Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas).

A 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) é uma enzima importante na síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano. O glifosato 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).

7.3.1.1 Glifosato

Grupo químico: glicina substituída.

Nome comum ou ingrediente ativo: glifosato.

Classificação: herbicida não seletivo com ação sistêmica e aplicação de pós-emergência das plantas daninhas.

Alguns produtos comerciais: Roundup WG®, Trop®, Zapp QI 620®, Roundup Original® e outros.

Absorção: via foliar através da cutícula.

Translocação: transloca-se rapidamente pelo simplasto, seguindo o fluxo de movimento de fotoassimilados fonte-dreno e se acumula inicialmente em regiões meristemáticas e em folhas novas das plantas tratadas (OLIVEIRA JR., 2011b).

Adsorção e lixiviação: fortemente adsorvido pelos coloides do solo e muito pouco lixiviável.

Degradação: microbiana.

Fotodegradação: insignificante.

Volatilização: insignificante.

Persistência: meia-vida de 47 dias e com forte adsorção ao solo.

Principais sintomas: é inicialmente visível nas regiões meristemáticas e em folhas novas com o desenvolvendo gradual de amarelecimento, murchamento, clorose e na sequência a morte das plantas em cerca de 7 a 28 dias, em função da susceptibilidade da espécie de planta daninha e das condições meteorológicas (FONTES et al., 2003; OLIVEIRA JR., 2011b; RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Em condições de clima quente e úmido, os sintomas ocorrem mais rapidamente, mas sob clima seco ou frio podem levar mais tempo para se manifestar. A folhagem, às vezes, torna-se roxo-avermelhada em algumas espécies (VIDAL et al., 2014).

Condições climáticas para a aplicação: temperaturas abaixo de 28-30°C, umidade relativa acima de 55-60%, vento abaixo de 10km h⁻¹.

Intervalo sem chuvas ou irrigação após a aplicação: 4 horas.

Condições de desenvolvimento das plantas daninhas: aplicar nas fases iniciais de desenvolvimento (mais ativas) até a formação dos botões florais ou florescimento.

Observações: são herbicidas não seletivos, efetivos no controle de espécies monocotiledôneas e dicotiledôneas anuais e perenes e não apresentam atividade sobre sementes em emergência no solo. Aplicação em jato dirigido sobre as plantas daninhas na linha de plantio, sob a copa das plantas de macieira, evitando que a calda entre em contato com as folhas, ramos ou caules jovens da cultura. Aplicar as menores doses para os estágios iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas e as maiores nos estágios mais avançados ou em espécies perenes. Não aplicar em condições de estresse hídrico no solo (seca) e evitar aplicar nos horários mais quentes do dia, entre 10 e 16 horas. Manter a agitação da calda e boa cobertura da área foliar das plantas daninhas. Utilizar água de boa qualidade, ou seja, livre de coloides em suspensão (terra, argila e matéria orgânica) que podem reduzir a eficácia do produto. Os equipamentos de pulverização devem estar regulados e calibrados para produzir gotas médias a grandes. Cuidar a ocorrência de deriva. Não aplicar em plantas com folhas cobertas por poeira ou murchas. Realizar apenas uma aplicação por ciclo da macieira. Ler com atenção as informações da bula antes de aplicar.

Herbicidas à base de glifosato registrados para a cultura da macieira

a) Roundup WG®

Empresa: Monsanto do Brasil Ltda.

Classificação toxicológica: 5 – produto improvável de causar dano agudo.

Potencial de periculosidade ambiental: III – produto perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: grânulos dispersíveis em água (WG).

Concentração: 720g L⁻¹.

Culturas: ameixa, banana, cacau, café, citros, maçã, nectarina, pera, pêssego, seringueira e uva, em aplicações dirigidas sobre as plantas daninhas na fileira de plantio e em outras culturas em outras situações de aplicação.

Dose: 0,50 a 3,50Kg ha⁻¹.

Volume de calda: 100 a 200L ha⁻¹ de calda e com boa cobertura da área foliar.

Pressão de pulverização: 20 a 40lb pol⁻².

Bicos: leque com jato plano, calibrado para gotas grossas a muito grossa.

Intervalo de segurança: 15 dias.

Nº de aplicação por ciclo da cultura: 1.

Tabela 2. Plantas daninhas e doses do herbicida Roundup WG® recomendados para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Dose Kg ha ⁻¹
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-papuã, capim-marmelada	0,50
<i>Galinsoga parviflora</i>	Picão-branco, fazendeiro	0,50
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	0,75
<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo	0,50-1,00
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão, milhã	0,75-1,00
<i>Acanthospermum australe</i>	Carrapicho rasteiro	1,00
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho-de-carneiro	1,00
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasto	1,00
<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga-fogo	1,00
<i>Amaranthus hybridus</i>	Caruru-roxo, caruru	1,00
<i>Amaranthus viridis</i>	Caruru-de-mancha	1,00
<i>Avena strigosa</i>	Aveia voluntária	1,00
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho	1,00
<i>Chamaesyce hirta</i>	Erva-de-santa-luzia	1,00
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Erva-de-santa-maria	1,00

Continua...

...continuação

Nome científico	Nome comum	Dose Kg ha ⁻¹
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	1,00
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro	1,00
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Guanxuma	1,00
<i>Paspalum peniculatum</i>	Capim-de-guiné, capim-touceira	1,00
<i>Portulaca oleraceae</i>	Beldroega	1,00
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça	1,00
<i>Senécio brasiliensis</i>	Maria-mole	1,00
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	1,00
<i>Tridax procumbens</i>	Erva-de-touro	0,50-1,00
<i>Ipomoea nil</i>	Corda-de-viola	0,50-1,00
<i>Conyza bonariensis</i>	Buva	0,50-1,50
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Capim-arroz	1,00-1,50
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	1,00-1,50
<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso	1,50
<i>Paspalum conjugatum</i>	Capim-azedo	1,50
<i>Raphanus sativus</i>	Nabiça	1,50
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Corda-de-viola	1,50-2,00
<i>Ipomoea indivisa</i>	Corda-de-viola	2,00
<i>Panicum maxicum</i>	Capim-colonião	2,25
<i>Brachiaria brizantha</i>	Braquiarião	1,50-2,50
<i>Cyperus ferax</i>	Junquinho	2,00-2,50
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	2,00-2,50
<i>Spermacoce latifolia</i>	Erva-quente	2,00-3,00
<i>Vicia sativa</i>	Ervilhaca	2,00-3,00
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária	2,50
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém-anual	2,50
<i>Paspalum notatum</i>	Gramma-batatais	2,50
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca	2,50
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda	2,50-3,50
<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeraba	3,00-3,50

b) Trop®**Empresa:** Adama Brasil S/A.**Classificação toxicológica:** III – medianamente tóxico.**Potencial de periculosidade ambiental:** III – produto perigoso ao meio ambiente.**Tipo de formulação:** concentrado solúvel (CS).**Concentração:** 480g L⁻¹.**Culturas:** café, citros, maçã e cana-de-açúcar em aplicações dirigidas às plantas daninhas na fileira e em outras culturas em outras situações de aplicação.**Dose:** 1,00 a 6,00L. ha⁻¹.**Volume de calda:** 100 a 400L ha⁻¹ de calda e com boa cobertura da área foliar.**Pressão de pulverização:** 20 a 40lb pol⁻², ou, gotas de 200 a 400µm com 20 ou mais gotas por cm⁻².**Intervalo de segurança:** 15 dias.**Nº de aplicação por ciclo da cultura:** 1.

Tabela 3. Plantas daninhas e doses do herbicida Trop® recomendados para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Dose L ha ⁻¹
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-papuã, capim-marmelada	1,00-1,50
<i>Setaria geniculata</i>	Capim-rabo-de-raposa	1,00-1,50
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho-de-carneiro	1,00-2,00
<i>Amaranthus hybridus</i>	Caruru-roxo, caruru	1,00-2,00
<i>Amaranthus viridis</i>	Caruru-de-mancha	1,00-2,00
<i>Aeschynomene rudis</i>	Angiquinho	1,00-2,00
<i>Avena strigosa</i>	Aveia preta, aveia voluntária	1,00-2,00
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	1,00-2,00
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho	1,00-2,00
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	1,00-2,00
<i>Lepidium virginicum</i>	Mentruz, mastruz	1,00-2,00
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém-anual	1,00-2,00
<i>Rhynchelitrum repens</i>	Capim-favorito, capim-gafanhoto	1,00-2,00
<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	1,00-2,00
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	1,00-2,00
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasto	1,50-2,00
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão, milhã	1,50-2,00

Continua...

...continuação

Nome científico	Nome comum	Dose L ha ⁻¹
<i>Galinsoga parviflora</i>	Picão-branco, fazendeiro	1,50-2,00
<i>Hyptis suaveolens</i>	Cheirosa	1,50-2,00
<i>Leonurus sibiricus</i>	Rubim	1,50-2,00
<i>Pennisetum setorum</i>	Capim-oferecido	1,50-2,00
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça	1,50-2,00
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	1,50-2,00
<i>Sorghum arundinaceum</i>	Falso-massarambá	1,50-2,00
<i>Acanthospermum australe</i>	Carrapicho rasteiro	2,00-3,00
<i>Paspalum dilatatum</i>	Gramma-comprida	2,00-3,00
<i>Sida cordifolia</i>	Guanxuma, malva-branca	2,00-3,00
<i>Sida glaziovii</i>	Guanxuma-branca	2,00-3,00
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	2,00-4,00
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária	2,00-5,00
<i>Panicum maxicum</i>	Capim-colonião	2,00-5,00
<i>Sorghum halepense</i>	Capim-massarambá	2,00-5,00
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Corda-de-viola	3,00
<i>Ipomoea purpuria</i>	Corda-de-viola	3,00
<i>Andropogon bicornis</i>	Capim-rabo-de-burro	3,00-5,00
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda	3,00-5,00
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	3,00-5,00
<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso	3,00-5,00
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Capim-arroz	4,00-6,00
<i>Oryza sativa</i>	Arroz-vermelho	4,00-6,00
<i>Saccharum officinarum</i>	Cana-de-açúcar	4,00-6,00

c) Zapp Qi 620® (glifosato potássico)

Empresa: Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.

Classificação toxicológica: 5 – Produto improvável de causar dano agudo.

Periculosidade ambiental: III – produto perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: concentrado solúvel (SL).

Concentração: 500g L⁻¹

Culturas: café, citros e maçã em aplicações dirigidas às plantas daninhas na linha de plantio e em outras culturas em outras situações de aplicação.

Dose: 0,70 a 3,50L ha⁻¹.

Volume de calda: 100 a 250L ha⁻¹ de calda e com boa cobertura da área foliar.

Pressão de pulverização: 30 a 40lb pol⁻².

Bicos: leque ou cone com distribuição uniforme da calda.

Tamanho e densidade de gotas: conforme recomendação do fabricante da ponta.

Intervalo de segurança: 15 dias.

Nº de aplicação por ciclo da cultura: 1.

Tabela 4. Plantas daninhas e doses do herbicida Zapp Qi 620[®] recomendados para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Dose L. ha ⁻¹
Folhas estreitas anuais		
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	0,70
<i>Avena sativa</i>	Aveia	0,70-1,10
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho	1,10
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão, milhã	1,10-1,40
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	1,40
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém-anual	1,40-2,10
<i>Pennisetum americanum</i>	Milheto	2,10
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Capim-arroz	2,80
<i>Oryza sativa</i>	Arroz-vermelho	2,80-3,50
Folhas largas anuais		
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	0,70
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma (anual)	1,40
<i>Conyza bonariensis</i>	Buva	2,1
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Corda-de-viola	2,1-2,8
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro	2,1-2,8
Folhas estreitas perenes		
<i>Shorgum halepense</i>	Capim-massaramba	1,40
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária	1,40-2,80
<i>Brachiaria brizantha</i>	Braquiarião	2,80
<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso	2,80
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda	2,80-3,20
<i>Panicum maxicum</i>	Capim-colonião	2,80-3,50
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	2,80-4,20
<i>Saccharum officinarum</i>	Cana-de-açúcar	3,50-4,20
Folhas largas perenes		
<i>Senécio brasiliensis</i>	Maria-mole	1,40-2,10
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma (perenizada)	2,10-3,50

d) Outros produtos à base de glifosato registrados para a cultura da macieira

Crusial® 540 SL, Glifosato Fersol® 480 SL, Glifosato Nortox® 480 SL, Glifosato Original® 356 SL, Gli-Up® 480 SL, Gli-Up® 720 WG, Gliz® 480 SL, Nufosate® 480 SL, Nufosate® 720 WG, Radar® 720 WG, Roundup 480 Agripec® SL, Roundup Nortox® 480 SL, Roundup Transorb® 480 SL, Xequê Mate® 500 SL, Zafera® 720 WG.

7.3.2 Inibidores da GS (Grupo H)

Mecanismo de ação: Inibidores da GS (glutamina sintetase), Grupo H (HRAC - Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas).

Os herbicidas deste grupo atuam 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; VIDAL et al., 2014). A aplicação de glufosinato 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 glufosinato 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; 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 glufosinato (TAKANO et al., 2020). Portanto, o glufosinato 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).

7.3.2.1 Glufosinato – sal de amônio

Grupo químico: homoalanina substituída.

Nome comum ou ingrediente ativo: glufosinato - sal de amônio.

Classificação: herbicida não seletivo, com ação de contato e aplicação em pós-emergência das plantas daninhas.

Alguns produtos comerciais: Finale®, Patrol® SL, Fascinate® BR e outros.

Absorção: foliar.

Translocação: limitada tanto pelo floema ou xilema.

Adsorção e lixiviação: fracamente adsorvido e altamente móvel no solo. Apesar do alto potencial de lixiviação, não tem sido detectado a presença abaixo de 15cm de profundidade no solo, provavelmente devido à rápida degradação microbiana (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

Degradação: Rapidamente degradado no solo por microrganismos.

Fotodegradação: sem informações.

Volatilização: sem informações.

Persistência: meia vida de 7 dias em condições de campo.

Principais sintomas: O glufosinato – sal de amônio é um herbicida de ação rápida que causa a morte das células vegetais em poucas horas após a aplicação, mas os primeiros sintomas de fitotoxicidade são visualizados de três a cinco dias. Os sintomas iniciam com amarelecimento da folhagem e outros tecidos verdes da planta, em 1 a 2 semanas, seguido de murchamento das folhas, clorose, necrose intensa e morte da planta. Os sintomas ocorrem mais rapidamente quando as plantas estão sob condições de alta luminosidade e satisfatória umidade do solo e ar (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

Condições climáticas para a aplicação: temperaturas entre 10 a 30°C, umidade relativa acima de 55-60% e vento entre 3 e 10km h⁻¹. Não aplicar em condições de estresse hídrico no solo (seca) e evitar aplicar nos horários mais quentes do dia.

Intervalo sem chuvas ou irrigação após a aplicação: 6 horas.

Intervalo de segurança: 7 dias.

Condições de desenvolvimento das plantas daninhas: nas fases iniciais, com pleno desenvolvimento vegetativo, de preferência no estágio de 2 a 4 folhas (5 a 10cm) ou até um perfilho.

Observações: o glufosinato – sal de amônio é um herbicida de ação rápida e translocação mínima em plantas, podendo proporcionar controle deficiente em gramíneas e plantas perenes (TAKANO et al., 2019). A aplicação deve ser realizada em jato dirigido sobre as plantas daninhas na linha de plantio, sob a copa das plantas, evitando que a calda entre em contato com as folhas, ramos ou caules jovens da cultura. Manter o agitação da calda e com boa cobertura da área foliar

das plantas daninhas. Utilizar água de boa qualidade, ou seja, livre de coloides em suspensão (terra, argila e matéria orgânica) que podem reduzir a eficácia do produto. Os equipamentos de pulverização devem estar regulados e calibrados para produzir gotas médias a grandes. Cuidar a ocorrência de deriva. Recomenda-se uma única aplicação por ciclo da macieira. Ler com atenção as informações da bula antes de aplicar.

Herbicidas à base de glufosinato - sal de amônio registrados para a cultura da macieira

a) Finale® e Patrol® SL

Empresa: Basf S.A. e Adama Brasil S.A.

Classificação toxicológica: 4 – Produto pouco tóxico.

Potencial de periculosidade ambiental: III – produto perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: concentrado solúvel (SL).

Concentração: 200g L⁻¹.

Culturas comuns aos dois produtos: alface, algodão, banana, batata, café, citros, eucalipto, maçã, milho, nectarina, pêsego, repolho, soja, trigo e uva, em aplicações em jato dirigido às plantas daninhas. Além dessas culturas, aplicações com **Patrol®** também podem ser utilizadas em açaí, aveia, centeio, cevada, coco, castanha-do-pará, dendê, duboisia, feijão, macadâmia, noz-pecã, pinhão, pupunha e tritcale.

Dose: 2,00L ha⁻¹ do produto comercial + 0,2% v/v de óleo vegetal ou mineral.

Volume de calda: 350L ha⁻¹ de calda para a cultura da macieira.

Pressão de pulverização: utilizar a menor pressão indicada para a ponta.

Bicos: tipo leque, jato plano.

Tamanho e densidade de gotas: média a grossas (200 a 400µm) e 20 gotas cm⁻².

Intervalo de segurança: 7 dias.

Nº de aplicação por ciclo da cultura: 1.

Tabela 5. Plantas daninhas e doses dos herbicidas Finale® e Patrol® SL recomendadas para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Estádio para aplicação
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	Até 1 perfilho
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão, milhã	Até 1 perfilho
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém-anual	Até 1 perfilho
<i>Rumex obtusifolius</i>	Língua-de-vaca, labaga	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Losna-branca	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Galinsoga parviflora</i>	Picão-branco	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Senecio brasiliensis</i>	Maria-mole	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca	2 a 4 fl. ou 5-10cm
<i>Oxalis oxypetra</i>	Azedinha	2 a 4 fl. ou 5-10cm

b) Fascinate BR®

Empresa: UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A.

Classificação toxicológica: 5 – Produto improvável de causar dano agudo.

Potencial de periculosidade ambiental: III – produto perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: concentrado solúvel (SL).

Concentração: 200g L⁻¹.

Culturas: alface, algodão, banana, batata, café, citros, eucalipto, maçã, milho, nectarina, pêsego, repolho, trigo e uva, em aplicações de pós-emergência das plantas daninhas e em outras culturas em outras situações de aplicação.

Dose: 2,00L ha⁻¹ do produto comercial + 0,5% v/v de adjuvante.

Volume de calda: 100 a 300L ha⁻¹ de calda para a cultura da macieira.

Pressão de pulverização: 30 a 60lb pol⁻².

Bicos: tipo leque simples, defletor ou com pré-orifício.

Tamanho e densidade de gotas: médias e grossas, conforme a recomendação do fabricante da ponta.

Intervalo de segurança: 7 dias.

Nº de aplicação por ciclo da cultura: 1.

Tabela 6. Plantas daninhas e doses do herbicida Fascinate BR® recomendados para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Estádio para aplicação
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão, milhã	Até 1 perf. ou 10-20cm
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	Até 1 perf. ou até 30cm
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém-anual	Até 1 perf. ou 20-30cm
<i>Rumex obtusifolius</i>	Língua-de-vaca, labaga	2 a 4 folhas ou 20-30cm
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	2 a 4 folhas ou até 25cm
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça	2 a 4 folhas ou 15 cm
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	2 a 4 folhas ou 15cm
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Losna-branca	2 a 4 folhas ou 15cm
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	2 a 4 folhas ou 15cm
<i>Galinsoga parviflora</i>	Picão-branco	2 a 4 folhas ou 15cm
<i>Senecio brasiliensis</i>	Maria-mole	2 a 4 folhas ou 10-20cm
<i>Sida rhombifolia</i>	Guaxuma	2 a 4 folhas ou 10cm
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca	2 a 4 folhas ou 5-10cm
<i>Oxalis oxypetra</i>	Azedinha	2 a 4 folhas ou 10cm

c) Outros produtos à base de glufosinato – sal de amônio registrados para a cultura da macieira

Trunfo® 280 SL.

7.3.3 Inibidores da ACCase (Grupo A)

Mecanismo de ação: Inibe a atividade da enzima ACCase. Grupo A (HRAC - Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas).

Os herbicidas deste grupo atuam 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 fosfolípidios 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 CO₂ (HCO₃) 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).

7.3.3.1 Cletodim

Grupo químico: oxima ciclohexanodiona.

Nome comum ou ingrediente ativo: cletodim.

Classificação: herbicidas gramínicidas, sistêmicos e altamente seletivos para as culturas registradas com aplicação em pós-emergência das plantas daninhas.

Alguns produtos comerciais: Poquer[®], Select 240 EC[®] e outros.

Absorção: foliar.

Translocação: sistêmica, apossimplástica, atingindo as raízes e rizomas das plantas daninhas.

Adsorção e lixiviação: é fracamente adsorvido ao solo.

Degradação: por hidrólise, com meia-vida a 25°C de 28 dias em pH 5,0; 300 dias em pH 7,0.

Fotodegradação: meia vida de 1,7 dias sob luz solar e 2 dias no escuro em solo franco-arenoso.

Volatilização: insignificante.

Persistência: meia vida é de aproximadamente 3 dias.

Principais sintomas: A ACCase é muito ativa, principalmente nas regiões de divisão celular com a imediata paralisação do crescimento das gramíneas após a aplicação. Os primeiros sintomas do efeito do herbicida em plantas sensíveis são notados em cerca de 3 dias na região meristemática, onde a síntese de lipídeos para a formação de membrana é muito intensa e são observados escurecimento, morte e desintegração dos tecidos meristemáticos dos nós e brotos (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Nas folhas são observados graduais amarelecimentos e, na sequência, murchamento, clorose, evoluindo para a coloração purpúrea a castanho-escuro e posterior necrosamento das folhas mais velhas e morte da planta num prazo de 7 a 21 dias (OLIVEIRA JR., 2011b; RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). As folhas mais velhas podem permanecer verdes por um período de tempo mais longo, uma vez que a cutícula já estava formada no momento da aplicação (VIDAL et al., 2014).

Condições climáticas para a aplicação: temperaturas abaixo de 30°C, umidade relativa acima de 55-60% e vento entre 2 e 10km h⁻¹. Não aplicar em

condições de estresse hídrico no solo devido à seca.

Intervalo sem chuvas ou irrigação após a aplicação: não informado.

Intervalo de segurança: 23 dias.

Condições de desenvolvimento das plantas daninhas: na fase ativa de crescimento ou perfilhamento, sendo o ideal com 4 folhas a 4 perfilhos.

Observações: aplicar em jato dirigido logo após o preparo da calda, mantendo o agitação e com cobertura uniforme da área foliar das plantas daninhas em fase de crescimento ou perfilhamento. O uso de adjuvante é essencial para o controle satisfatório. Utilizar água de boa qualidade, ou seja, livre de coloides em suspensão (terra, argila e matéria orgânica) que podem reduzir a eficácia do produto. Os equipamentos de pulverização devem estar regulados e calibrados para produzir gotas médias a grandes. É efetivo contra ampla faixa de espécies anuais e perenes de gramíneas, apresentando pouca ou nenhuma atividade sobre as plantas daninhas de folhas largas ou ciperáceas. As doses maiores devem ser aplicadas para controlar as gramíneas em estádios mais avançados de desenvolvimento. Observar a direção dos ventos e cuidar com a ocorrência de deriva para culturas sensíveis. Recomenda-se uma única aplicação por ciclo da cultura, em pós-emergência das plantas daninhas. Ler com atenção as informações da bula antes de aplicar.

Herbicidas à base de cletodim registrados para a cultura da macieira

a) Select 240 EC® e Poquer®

Empresa: UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A. e Adama Brasil S.A.

Classificação toxicológica: 5 – Produto improvável de causar dano agudo.

Potencial de periculosidade ambiental: III – produto perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: concentrado emulsionável (EC).

Concentração: 240g L⁻¹.

Culturas para os dois produtos: algodão, alho, batata, café, cebola, cenoura, feijão, fumo, girassol, maçã, mandioca, melancia, soja, tomate, trigo e uva. Aplicações de **Select®** podem ser usadas também em abacaxi, amendoim, batata-doce, batata yacon, berinjela, cará, citros gengibre, inhame, jiló, mandioquinha-salsa, pimenta, pimentão e quiabo. Com **Poquer®** pode também ser usado em arroz-irrigado e canola.

Dose: 0,35 a 0,45L ha⁻¹ do produto comercial + 0,5% v/v de óleo mineral emulsionável ou alquil ester etoxilado do ácido fosfórico.

Volume de calda: 100 a 300L ha⁻¹ de calda para a cultura da macieira.

Pressão de pulverização: conforme o fabricante recomenda para a ponta (bico) utilizada, ou 30 a 45lb pol⁻².

Bicos: tipo leque com indução de ar ou cone cheio.

Tamanho e densidade de gotas: gotas médias a grossas (200 a 400 μ m), com mínimo de 20 gotas cm⁻² ou adequado à recomendação do fabricante da ponta (bico).

Nº de aplicação por ciclo da cultura: 1.

Tabela 7. Plantas daninhas e doses dos herbicidas Select 240 EC® e Poquer® recomendados para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Dose do p.c. e estágio para aplicação
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-papuã,	Usar 0,35L. ha ⁻¹
	Capim-marmelada	4 folhas a 2 perfilhos.
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém-anual	Usar 0,45L. ha ⁻¹ . 2 perfilhos ao florescimento.

b) Outros produtos à base de cletodim registrados para a cultura da macieira

Select One Pack®.

7.3.3.2 Haloxifope-R-metílico

Mecanismo de ação: Inibe a atividade da enzima ACCase. Grupo A (HRAC - Comitê de Ação à Resistência de Herbicidas). Mesmo mecanismo de ação do cletodim.

Grupo químico: ariloxifenoxipropiônicos (APP).

Nome comum ou ingrediente ativo: haloxifope-R-metílico.

Classificação: herbicidas graminicidas de ação sistêmica e altamente seletivos para as culturas registradas com aplicação em pós-emergência das plantas daninhas gramíneas.

Alguns produtos comerciais: Gallant® Max, Verdict® Max e outros.

Absorção: foliar.

Translocação: pelo simplasto, acumulando-se nos tecidos meristemáticos.

Adsorção e lixiviação: moderadamente adsorvido no solo e considerado não móvel.

Degradação: é hidrolisado a ácido haloxifope e a degradação não ocorre em condições anaeróbicas.

Fotodegradação: insignificante.

Volatilização: insignificante.

Persistência: degrada-se à forma ácida, com meia-vida inferior a 1 dia e na

forma ácida apresenta meia-vida aproximada de 55 dias. Apresenta ação residual nas lavouras por 30 a 40 dias.

Principais sintomas: A ACCase é muito ativa nas regiões que se encontram em divisão celular com imediata paralisação do crescimento das gramíneas após a aplicação. O efeito visual inicia-se com descoloração na região meristemática entre o 3º e 7º dia após a aplicação, e na sequência as folhas se tornam inicialmente amareladas passando a cloróticas, marrons e se desintegrando entre 1 a 3 semanas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

Condições climáticas para a aplicação: temperaturas abaixo de 32°C, umidade relativa acima de 60% e vento abaixo de 10km h⁻¹. Não aplicar em condições de estresse hídrico no solo devido à seca.

Intervalo sem chuvas ou irrigação após a aplicação: 4 horas.

Intervalo de segurança: 48 dias.

Condições de desenvolvimento das plantas daninhas: na fase ativa de crescimento ou perfilhamento.

Observações: aplicar em jato dirigido logo após o preparo, mantendo o agitação da calda e com cobertura uniforme da área foliar das plantas daninhas em fase de crescimento ou perfilhamento. Utilizar água de boa qualidade, ou seja, livre de coloides em suspensão (terra, argila e matéria orgânica) que podem reduzir a eficácia do produto. Os equipamentos de pulverização devem estar regulados e calibrados para produzir gotas médias a grandes. As doses maiores devem ser aplicadas para controlar as gramíneas em estádios mais avançados de desenvolvimento. Observar a direção dos ventos e cuidar com a ocorrência de deriva para culturas sensíveis. Recomenda-se uma única aplicação por ciclo da cultura, em pós-emergência das plantas daninhas. Ler com atenção as informações da bula antes de aplicar.

Herbicidas à base de haloxifope-R-metílico registrados para a cultura da macieira

a) Gallant® Max

Empresa: Dow AgroSciences Industrial Ltda.

Classificação toxicológica: 4 – Produto pouco tóxico.

Potencial de periculosidade ambiental: II – produto muito perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: concentrado emulsionável (EC).

Concentração: 520g L⁻¹.

O herbicida Gallant® Max contém 53,1% (531,0g kg⁻¹) de dietileno glicol monoetil éter (éteres de glicol poliéteres).

Culturas: algodão, citros, feijão, maçã, soja e uva em aplicações de pós-emergência das plantas daninhas e em outras culturas em outras situações de aplicação.

Dose: 70 a 350mL ha⁻¹ do produto comercial + 0,5% v/v de adjuvante óleo mineral.

Volume de calda: 100 a 300L ha⁻¹ de calda para a cultura da macieira.

Pressão de pulverização: conforme o fabricante recomenda para a ponta (bico) utilizada, ou de 30 a 60lb pol⁻².

Bicos: leque.

Tamanho e densidade de gotas: médias com 200 a 400µm, com mínimo de 20 gotas cm⁻².

Nº de aplicação por ciclo da cultura: 1.

Tabela 8. Plantas daninhas e doses do herbicida Gallant® Max recomendados para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Dose do p.c. mL/ha ⁻¹
<i>Avena sativa</i>	Aveia voluntária	70-115
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	70-115
<i>Brachiaria brizantha</i>	Braquiaraão	70-115
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária	70-115
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho	70-115
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão	70-115
<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso	70-115
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	70-115
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém	115-350
<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião	70-115
<i>Pennisetum americanum</i>	Milheto	70-115
<i>Sorghum arundinaceum</i>	Falso-massambará	70-115
<i>Zea mays</i>	Milho voluntário	70-115

a) Outros herbicidas à base de haloxifope-R-metilico registrados para a cultura da macieira

Verdict® Max 520 EC.

7.3.4 Inibidores da PROTOX (Grupo E)

Mecanismo de ação: os herbicidas deste grupo atuam inibindo a formação da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), impedindo a síntese de clorofila (OLIVEIRA JR., 2011b; RODRIGUES & 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 protoporfirrogênio 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 também 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 nesta bula. 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).

7.3.4.1 Saflufenacil

Grupo químico: pirimidinadiona (uracila).

Nome comum ou ingrediente ativo: saflufenacil.

Classificação: herbicida seletivo condicional de contato para controle de plantas daninhas de folhas largas que em doses altas tem ação de pré-emergência sobre plantas daninhas com residual no solo.

Alguns produtos comerciais: Heat® e outros.

Absorção: folhas, caules e radículas das plantas em pleno crescimento vegetativo.

Translocação: pouca ou nenhuma translocação na planta, mas se existir com predominância pelo xilema.

Adsorção e lixiviação: muito sorvida pela matéria orgânica no solo e altamente resistente a lixiviação.

Degradação: degrada-se rapidamente no ambiente.

Fotodegradação: meia-vida de 66 dias sob fotólise.

Volatilização: não volátil.

Persistência: meia-vida de 1 a 36 dias.

Principais sintomas: Quando aplicados em pré-emergência, estes herbicidas causam a morte das plantas quando elas entram em contato com a camada de solo tratada.

Em aplicações de pós-emergência as plantas suscetíveis apresentam rápida necrose em poucos dias. Mesmo em espécies consideradas tolerantes as plantas mostram injúrias de moderadas a severas após a aplicação destes herbicidas em pós-emergência (OLIVEIRA JR., 2011b).

Os sintomas da ação dos inibidores da PROTOX são decorrentes dos efeitos desencadeados pelas formas reativas de oxigênio. Os sintomas são rápidos com murcha, branqueamento, dessecação e necrose de tecidos das plantas. A evolução dos sintomas geralmente ocorre entre 1 a 3 dias após a aplicação dos herbicidas. O desencadeamento de necrose pelas formas reativas de oxigênio não está bem esclarecido e, pode ser em decorrência de uma rápida destruição de todas as membranas das células, provocando, portanto, a morte celular, ou também em virtude da indução de apoptose (GROSSMANN et al., 2010; VIDAL et al., 2014). Os sintomas são variáveis em função da concentração que atinge o alvo. A aplicação de subdoses de inibidores da PROTOX gera branqueamento foliar sem gerar a morte da planta, enquanto a aplicação de dose ótima leva à rápida necrose e à morte (VIDAL et al., 2014).

Condições climáticas para a aplicação: temperaturas abaixo de 30°C, umidade relativa acima de 55% e vento abaixo de 10km h⁻¹.

Intervalo sem chuvas ou irrigação após a aplicação: 4 horas.

Intervalo de segurança: 15 dias.

Condições de desenvolvimento das plantas daninhas: na fase ativa de crescimento vegetativo com 2 a 8 folhas.

Principais sintomas: após a aplicação ocorre a imediata paralisação do crescimento das plantas daninhas. Os danos estruturais podem ser observados em 1 a 1,5 horas após a aplicação (DEVINE et al., 1993), porém sintomas visuais de clorose são observados após 3 dias com morte dos tecidos meristemáticos, que vão gradualmente murchando com a morte da planta em 7 a 14 dias.

Observações: produto desenvolvido para o controle de plantas daninhas de folhas largas, inclusive infestantes de difícil controle. Manter o agitação da calda e aplicar com boa cobertura da área foliar das plantas daninhas, evitando que a calda entre em contato com a cultura da macieira. Em pulverizadores costais em jato dirigido pode ser usado o “chapéu-de-napoleão” para ajudar que o produto atinja as folhas das culturas. Utilizar água de boa qualidade, ou seja, livre

de coloides em suspensão (terra, argila e matéria orgânica) que podem reduzir a eficácia do produto. Não roçar as plantas daninhas antes da aplicação, regular e calibrar o pulverizador para produzir gotas médias a grandes, cuidar para não ocorrer a formação de deriva. Podem-se aplicar doses maiores nos estágios mais avançados de desenvolvimento das plantas daninhas, com boa cobertura do alvo a ser atingido. Aplicar em plantas daninhas em pleno desenvolvimento vegetativo, sendo que a presença de luz solar intensa acelera a velocidade de controle. Também observar as condições climáticas recomendadas para a aplicação e não deixar produto no tanque de um dia para o outro. Aplicar somente em solos com mais de 2% de matéria orgânica e no mínimo com 30% de argila. Caules lignificados de plantas não são danificados pela aplicação. Utilizar sempre um adjuvante não iônico na calda. Não deixar calda para aplicação no dia seguinte. Não aplicar logo após chuva ou condições de orvalho. Não aplicar em condições de estresse hídrico no solo devido à seca e nos horários mais quentes do dia com temperatura acima de 30°C. Vai exigir a aplicação complementar de um herbicida gramínico. Recomendam-se no máximo três aplicações por ciclo da cultura, com intervalos de 30 a 60 dias. Ler com atenção as informações da bula antes de aplicar.

Herbicidas à base de saflufenacil registrado para a cultura da macieira

a) Heat®

Empresa: Basf S.A.

Classificação toxicológica: 5 – improvável de causar dano agudo.

Potencial de periculosidade ambiental: III – produto perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: grânulos dispersível em água (WG).

Concentração: 700g L⁻¹.

O herbicida Heat® contém 1,0% (10g kg⁻¹) de metilnaftalenossulfonato de sódio (sal de naftaleno sulfato).

Culturas: algodão, arroz, banana, batata, café, cana-de-açúcar, citros, feijão, girassol, maçã, mamona, manga, milho, pastagem, soja e trigo.

Dose: 35 a 70g ha⁻¹ do produto comercial + 0,5% v/v de adjuvante não iônico.

Volume de calda: 150 a 300L ha⁻¹ de calda para a cultura da macieira.

Pressão de aplicação: regular para a produção de gotas grossas.

Bicos: próprios para produção de gotas grossas.

Tamanho e densidade de gotas: conforme a recomendação do fabricante das pontas.

Nº máximo de aplicação por ciclo da cultura: 3.

Tabela 9. Plantas daninhas e doses do herbicida Heat® recomendados para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Dose (g. ha ⁻¹) ^{1/}	Estádio para aplicação
<i>Amaranthus viridis</i>	Caruru-de-mancha	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeiraba	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Hyptis suaveolens</i>	Cheirosa	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Corde-de-viola	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Ipomoea triloba</i>	Corde-de-viola	50 a 70	2 a 8 folhas
<i>Leonurus sibiricus</i>	Rubim	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Losna-branca	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	35 a 70	2 a 8 folhas
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	Agriãozinho	35 a 70	2 a 8 folhas

^{1/}Adição de 0,5% v/v de adjuvante não iônico misturado na calda de aplicação.

b) Outros herbicidas à base de saflufenacil registrados para a cultura da macieira

Ainda não registrados.

7.3.4.2 Flumioxazina

Grupo químico: ciclohexenodicarboximida.

Nome comum ou ingrediente ativo: flumioxazina.

Classificação: herbicida seletivo de ação não sistêmica para aplicação em pré e pós-emergência no controle de plantas daninhas de folhas largas nas culturas recomendadas. Aplicação em pós-emergência das plantas daninhas na cultura da macieira.

Alguns produtos comerciais: Sumyzin 500 SC® e outros.

Absorção: foliar e radicular.

Translocação: pouca ou nenhuma translocação na planta, se ocorrer com predominância pelo simplasto.

Adsorção e lixiviação: muito sorvida pela matéria orgânica no solo e baixo potencial de lixiviação.

Degradação: principalmente microbiana.

Fotodegradação: suscetível a fotodecomposição.

Volatilização: não volátil.

Persistência: não é persistente no solo.

Principais sintomas: em plantas sensíveis, induz a um acúmulo de porfirinas, que possuem ação fotossensível e provocam a peroxidação dos lipídios de membranas causando a morte dos tecidos (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). As plantas que emergem do solo tratado com flumioxazina tornam-se necróticas e morrem após a exposição à luz solar (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

Condições climáticas para a aplicação: temperaturas abaixo de 27°C, umidade relativa acima de 70% e vento abaixo de 10km h⁻¹, evitando os horários mais quentes do dia para prevenir perdas por deriva e evaporação.

Intervalo sem chuvas ou irrigação após a aplicação: não informado.

Intervalo de segurança: 90 dias.

Condições de desenvolvimento das plantas daninhas: na fase ativa de crescimento vegetativo com 2 a 4 folhas.

Observações: produto desenvolvido para o controle de plantas daninhas de folhas largas, inclusive infestantes de difícil controle. Aplicar em jato dirigido, logo após o preparo da calda, mantendo o agitação. Aplicar com boa cobertura da área foliar das plantas daninhas, evitando que a calda entre em contato com a cultura da macieira. Utilizar água de boa qualidade, ou seja, livre de coloides em suspensão (terra, argila e matéria orgânica) que podem reduzir a eficácia do produto. Não aplicar em condições de seca prolongada. Não misturar Sumyzin 500 SC® com produtos alcalinos. Não roçar as plantas daninhas antes da aplicação, regular e calibrar o pulverizador para produzir gotas médias a grandes, cuidar para que não ocorra a formação de deriva. Podem-se aplicar doses maiores em solos argilosos e as menores em solos arenosos e também maiores doses nos estágios mais avançados de desenvolvimento das plantas daninhas, com boa cobertura do alvo a ser atingido. Aplicar em plantas daninhas em pleno desenvolvimento vegetativo. A presença de luz solar intensa acelera a velocidade de controle. Também observar as condições climáticas recomendadas para a aplicação e não deixar produto no tanque de um dia para o outro. Não aplicar em condições de estresse hídrico no solo devido à seca e nos horários mais quentes do dia com temperatura acima de 30°C. É imprescindível a adição de adjuvante para o bom funcionamento do produto. Recomenda-se no máximo uma aplicação por ciclo da cultura. Ler com atenção as informações da bula antes de aplicar.

Herbicida à base de flumioxazina registrado para a cultura da macieira

a) Sumyzin 500 SC®

Empresa: Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda.

Classificação toxicológica: 5 – Produto improvável de causar dano agudo.

Potencial de periculosidade ambiental: III – Produto perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: suspensão concentrada (SC).

Concentração: 500 g L⁻¹.

Culturas: algodão, batata, café, cana-de-açúcar, cebola, citros, eucalipto, feijão, maçã, mandioca, milho, pínus, soja e trigo.

Dose: 150 a 200mL ha⁻¹ do produto comercial + 0,5% v/v de adjuvante óleo mineral.

Volume de calda: 150 a 200L ha⁻¹ de calda para a cultura da macieira.

Pressão de aplicação: 30 a 45lb pol⁻².

Bicos: tipo leque.

Tamanho e densidade de gotas: 250 a 400µm ou conforme a recomendação do fabricante das pontas.

Nº de aplicação por ciclo da cultura: 1.

Tabela 10. Plantas daninhas e doses do herbicida Sumyzin 500 SC® recomendados para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Dose (mL. ha ⁻¹) ¹	Estádio para aplicação
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	150 - 200	2 a 4 folhas ou 1 a 7cm

¹Adição de 0,5% v/v de adjuvante óleo mineral na calda de aplicação.

b) Outros herbicidas à base de flumioxazina registrados para a cultura da macieira

Flumyzin 500 SC®.

7.3.5 Inibidor da biossíntese de parede celular (Grupo L)

Mecanismo de ação: 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.

7.3.5.1 Indaziflam

Grupo químico: alquilazinas.

Nome comum ou ingrediente ativo: indaziflam.

Classificação: herbicida sistêmico e seletivo com aplicação em pré-emergência das plantas daninhas com longo residual no solo.

Produto comercial: Alion®.

Absorção: sem informações.

Translocação: moderadamente móvel.

Adsorção e lixiviação: forte adsorção aos colóides do solo e baixo risco de lixiviação.

Degradação: dissipa-se no ambiente principalmente por degradação biótica no solo formando dióxido de carbono.

Fotodegradação: pouco degradado pela luz.

Volatilização: muito baixa.

Persistência: meia vida no solo de 80 a 150 dias.

Principais sintomas: sem informação.

Condições climáticas para a aplicação: temperaturas entre 10 a 30°C, umidade relativa do ar acima de 55% e vento entre 3 e 10km h⁻¹. Não aplicar em condições de solo seco.

Intervalo sem chuvas ou irrigação após a aplicação: em área irrigada, só utilizar 48 horas após a irrigação. Com relação a chuvas após a aplicação, sem informação.

Intervalo de segurança: 1 dia.

Condições de desenvolvimento das plantas daninhas: aplicar antes da emergência das plantas daninhas, com amplo espectro de ação.

Observações: aplicação em jato dirigido sobre o solo úmido, livre de torrões, sem plantas daninhas, restos de culturas, restos de poda ou qualquer material que impeça que o produto atinja toda a superfície do solo. Aplicar em solos com possibilidade de bom desenvolvimento radicular, com boa umidade que favoreça a germinação das sementes. Aplicar em solos com textura arenosa ou francos arenosos com teor de matéria orgânica acima de 1%. Em solos leves (menos de 15% de argila), aplicar a dose mínima recomendada, respeitando o limite de 1% de matéria orgânica. Não aplicar em solo seco, com fendas, muito pedregoso, com drenagem excessiva ou com plantas com déficit hídrico. Evitar deriva para plantas próximas, rios e outras fontes de água e criações. Não aplicar em áreas com muita declividade sujeitas à erosão e ao escoamento superficial intenso de águas. Observar as condições meteorológicas para a aplicação, evitando ventos fortes, baixa umidade do ar ou calor excessivo. Preparar a calda com água de boa qualidade, ou seja, livre de colóides em suspensão (terra, argila e matéria orgânica) que podem reduzir a eficácia do produto, agitando a calda constantemente e com aplicação uniforme. O equipamento de pulverização a ser utilizado deve estar limpo de resíduos de outros defensivos. Evitar que a calda entre em contato com as folhas e outras partes das plantas de macieira. Não aplicar em pomares com menos de três anos após a implantação. Não tem ação sobre plantas daninhas germinadas. No replantio retirar 20cm da camada superior da cova. Recomenda-

se uma única aplicação por safra, com intervalo mínimo de 12 meses. Compatível com outros herbicidas. Ler com atenção as informações da bula antes de aplicar.

Produto à base de indaziflam registrado para a cultura da macieira

a) Alion®

Empresa: Bayer S.A.

Classificação toxicológica: 5 – Produto improvável de causar dano agudo.

Potencial de periculosidade ambiental: III – produto perigoso ao meio ambiente.

Tipo de formulação: suspensão concentrada (SC).

Concentração: 500g L⁻¹.

Culturas: banana, café, caju, cana-de-açúcar, citros, coco, dendê, goiaba, maçã, manga e uva.

Dose: 0,15 a 0,20L ha⁻¹ do produto comercial. Em solo arenoso ou leve (<15% de argila) e franco-arenoso ou médio (15 a 35% de argila) utilizar 0,150 L ha⁻¹. Em solos com mais de 35% de argila utilizar 0,200L ha⁻¹ de Alion®.

Volume de calda: 200 a 300L ha⁻¹ de calda para a cultura da macieira.

Pressão de pulverização: use a menor pressão indicada para a ponta, para produzir gotas médias a grossas.

Bicos: tipo leque com jato plano.

Tamanho e densidade de gotas: médias e grossas.

Nº de aplicação por ciclo da cultura: 1.

Tabela 11. Plantas daninhas e doses do herbicida Alion® recomendado para controle na cultura da macieira

Nome científico	Nome comum	Dose (L. ha ⁻¹)
<i>Amaranthus deflexus</i>	Caruru-rasteiro	0,150a 0,200
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	0,150 a 0,200
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	0,150 a 0,200
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão	0,150 a 0,200

b) Outros herbicidas à base de indaziflam registrados para a cultura da macieira

Ainda não registrados.

7.3.6 Outros mecanismos de ação com potencial de uso

Em 2020 foram proibidos no Brasil a importação, a produção, a comercialização e o uso do herbicida Gramoxone® (paraquat) com mecanismo de ação pertencente ao grupo dos inibidores do fotossistema I (FSI) utilizado na cultura da macieira. O Gramoxone® foi utilizado na agricultura brasileira e mundial como herbicida de contato com ação total para o controle de plantas daninhas e dessecantes em algumas culturas agrícolas por mais de 50 anos.

A oferta de produtos para controle de plantas daninhas no mercado é muito dinâmica e a retirada de um produto vai implicar a introdução de outros para preencher as possíveis lacunas deixadas nos sistemas produtivos. Desta forma é provável que as empresas venham a testar e registrar novos herbicidas com os mesmos mecanismos de ação ou até novos. Por exemplo, para suprir o espaço deixado pela retirada do Gramoxone®, existe no mercado outro produto comercial, com mesmo mecanismo de ação e com efeitos similares no controle de plantas daninhas, porém ainda não registrado para uso na cultura da macieira, mas sim registrado para citros e café.

Além desse, outros herbicidas com ação de pré e pós-emergência com outros mecanismos de ação também estão registrados para uso em outras culturas perenes no controle de plantas daninhas como videira, citros, café e outras, todos também com potencial de uso na cultura da macieira. Entretanto só poderão ser utilizados após a obtenção de registro no Mapa para a cultura da macieira, com a definição de doses, formas e períodos de aplicação e plantas daninhas controladas.

7.4 Herbicidas com permissão de uso na PIM - Produção Integrada de Maçã

A Comissão Técnica para a Produção Integrada de Maçã – PIM divulga anualmente a lista com os herbicidas com permissão de uso na produção integrada. Esta lista de herbicidas não invalida a necessidade de conferir a atualização de uso junto ao sistema oficial do Mapa (www.agrofit.agricultura.gov.br) (SANTOS et al., 2021). Os herbicidas com permissão de uso na produção integrada estão na Tabela 12. Atualmente todos os mecanismos de ação estão contemplados entre os herbicidas registrados para a cultura da macieira na grade da PIM.

Tabela 12. Herbicidas com permissão de uso na Produção Integrada de Maçã – PIM

Ingrediente ativo	Nome comercial	Dose por ha p.c.	Classe toxicológica	Recomendação de uso*
Cletodim	Select® 240 EC	0,35 a 0,45L	V	
	Select One Pack®	0,70 a 0,90L	V	
Glifosato	Glifosato 480 Agripec®	1,0 a 6,0L	I	
	Glifosato Nortox®	1,0 a 6,0L	V	
	Gliz® 480 SL	1,0 a 6,0L	III	
	Roundup Original®	0,5 a 6,0L	I	
	Roundup Transorb®	0,75 a 4,50Kg	II	
	Roundup® WG	0,5 a 3,5Kg	III	
	Trop®	1,0 a 6,0L	III	
Glufosinato – sal de amônio	Fascinate® BR	2,0L	V	
	Finale®	2,0L	IV	Controle de rebrotas de porta-enxertos
	Trunfo®	1,5L	n.c.	
Indaziflam	Alion®	150 a 200mL	V	O produto deve ser aplicado no início do período das chuvas, em jato dirigido na linha da cultura e em pré-emergência das plantas daninhas. Realizar uma única aplicação a cada ano.
Saflufenacil	Heat®	35 a 70g	n.c.	Dose maior para estágios mais avançados das plantas daninhas e, ou, controle por períodos maiores. Utilizar no máximo três aplicações, com intervalos de 30 a 60 dias.

Recomendações:

*Para prevenir resistência aos herbicidas, recomenda-se: a) evitar o uso de um mesmo princípio ativo; b) promover rotação de mecanismos de ação e de métodos de controle; c) monitorar as mudanças na flora.

Observação:

n.c. – Não classificado.

Os herbicidas que não constam na Tabela 12 e estejam registrados para uso na cultura da macieira somente podem ser utilizados quando autorizados pela Comissão Técnica Regional da PIM. As consultas sobre registro de agrotóxicos para uso na cultura da macieira podem ser feitas no Agrofít - site www.agrofit.agricultura.gov.br.

8 Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da macieira

Na busca de uma agricultura sustentável, o manejo integrado de plantas daninhas é o mais indicado, pois se baseia na adoção de um conjunto de medidas que alteram as relações de competição em favor das plantas cultivadas (Figura 45). As mudanças nas relações de competição pelos recursos do ambiente entre as culturas e as plantas daninhas podem ser obtidas por meio de práticas de manejo adequadas e diversificadas que visam posicionar a cultura numa situação competitiva vantajosa em relação às plantas daninhas, que se constitui numa alternativa viável para reduzir a utilização de herbicidas nos pomares (LAZAROTO et al., 2008).

Segundo Ronchi et al. (2014), nenhuma medida de controle de plantas daninhas deve ser usada de forma única e isolada, pois um programa eficiente de manejo precisa integrar vários métodos de controle, que devem ser escolhidos em função das condições de cada pomar e dos recursos disponíveis na propriedade, considerando as vantagens e as desvantagens de cada método. Da mesma forma, Constantin (2011) ratifica essas afirmações, considerando que o uso único e continuado de qualquer método de controle poderá trazer consequências negativas, não se sustentando a longo prazo.

Portanto, em pomares o uso continuado de apenas um método de controle irá favorecer a multiplicação de determinadas espécies de plantas daninhas e desfavorecer outras espécies, sendo que nesta dinâmica as espécies favorecidas irão predominar na área.

O manejo integrado e equilibrado de práticas quebra o favorecimento de algumas espécies daninhas e também promove a conservação dos recursos naturais, como solo e a água, que estão relacionados à proteção da superfície do solo. A cobertura do solo com plantas de cobertura ou com resíduos (cobertura morta) atua como o principal fator de proteção contra o impacto das gotas de chuva, melhorando a infiltração de água no solo e evitando a erosão em fortes chuvas (DURIGAN & TIMOSSI, 2002; OLIVEIRA & BRIGHENTI, 2011).

Para Carvalho (2013), o ideal é que o controle químico fosse usado apenas como auxiliar aos demais métodos, porém, em muitos casos, os produtores utilizam apenas o método químico, gerando alguns problemas. Entretanto, é preciso reconhecer que o uso de herbicidas, não como único método de controle, se constitui numa ferramenta fundamental para o sucesso no controle integrado de plantas daninhas nas diversas culturas agrícolas (CONSTANTIN, 2011).

O manejo integrado de plantas daninhas pode ser conceituado como o conjunto de práticas de manejo do solo e cultural que interferem negativamente

no estabelecimento e na competição das plantas daninhas com a cultura, além de propiciar o seu controle por meios preventivos, mecânicos, químicos ou biológicos, associados às condições ambientais predominantes na área de cultivo (BRACCINI, 2011).

Numa análise macro, o manejo integrado está relacionado com a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, considerando as características da cultura, solo, clima, com maior equilíbrio na integração de métodos de controle, com implicações agrônômicas, econômicas e ecológicas (MACIEL, 2014).

A adoção de um manejo integrado, de forma planejada e equilibrada dos métodos de controle, em sintonia com as condições meteorológicas, as características do solo e a estrutura de cada propriedade, proporciona melhor aproveitamento de recursos como máquinas, equipamentos, mão de obra, redução de custos, melhor controle da erosão, mais segurança ao produtor, menor contaminação ambiental e mais sustentabilidade no tempo (Figura 46) (DEUBER, 1992; SILVA et al., 2007; CONSTANTIN, 2011).

Nos pomares de macieira na Serra Catarinense e no Sul do Brasil, o manejo integrado de plantas daninhas é adotado na grande maioria dos pomares, sendo que alguns utilizam apenas o método mecânico. O controle mecânico nas entrelinhas dos pomares é utilizado em 100% dos pomares, pois é uma área essencialmente de circulação para realização das práticas culturais e colheita. A aplicação de herbicidas para controle das plantas daninhas é realizada na fileira de plantio, sob a projeção da copa das plantas.

A recomendação técnica para a aplicação da maioria dos herbicidas em pomares de macieira é no máximo uma única aplicação por ciclo vegetativo com produtos com o mesmo mecanismo de ação. Isso implica a necessidade de aplicação de diferentes herbicidas com diferentes mecanismos de ação ou de outros métodos de controle de plantas daninhas, trazendo maior eficiência, segurança e menor risco do surgimento de biótipos de plantas daninhas com resistência aos herbicidas.

Também, um pomar bem implantado, com plantas bem nutridas e manejadas, possui melhor poder de competição, dificultando o desenvolvimento das plantas daninhas e sofrendo menos a sua interferência (CONSTANTIN, 2011; CORREIA, 2014).



Figura 45. A integração de medidas de controle é a maneira mais eficiente e sustentável de controle de plantas daninhas em pomares



Figura 46. A manutenção da vegetação permanente nas entrelinhas e a vegetação temporária na linha de plantio favorecem o controle da erosão no manejo integrado de plantas daninhas

9 Considerações finais

A fruticultura de clima temperado com ênfase na cultura da macieira encontra-se diante de um grande desafio de sustentabilidade econômica, social e ambiental. A atividade precisa manter-se produtiva, os produtores precisam ser remunerados pelos investimentos e trabalhos e a cultura também precisa se adequar às exigências da preservação da qualidade ambiental. A consecução simultânea destes objetivos impõe profundas alterações nas agendas de pesquisa, extensão rural e assistência técnica para o desenvolvimento de sistemas de produção adequados ao setor. Os produtores são os atores principais nesse cenário agrícola, pois são eles que suportam a cadeia produtiva da maçã, gerando empregos e sustentando as demais atividades do setor.

As características das plantas de macieira promovem diferentes ambientes de desenvolvimento durante as estações do ano que precisam ser consideradas nas decisões de manejo e controle das plantas daninhas. A adoção de práticas de controle é realizada durante o ciclo vegetativo, visando reduzir o crescimento e a disseminação das plantas indesejáveis no pomar, ao passo que durante o inverno não são realizadas práticas de controle para preservar a conservação do solo.

É consenso entre os especialistas que, para culturas de plantas perenes, como a macieira, o mais recomendado é a adoção do manejo integrado de plantas daninhas com a integração de práticas de controle. Isso em longo prazo traz benefícios e sustentabilidade para o sistema de controle de plantas daninhas, pois por meio dele podem-se combinar as diferentes práticas que favorecem a condução dos pomares com base nas características de cada propriedade.

O manejo integrado de plantas daninhas nos pomares de macieira com roçadas mecânicas nas entrelinhas do pomar e a aplicação de herbicidas na fileira de plantio é o sistema mais utilizado.

O importante é utilizar práticas para manter a ausência ou a ocorrência mínima de plantas daninhas durante o período vegetativo da macieira, mas é interessante manter o solo com cobertura vegetal durante o inverno.

Os três diferentes manejos de plantas daninhas adotados pelos produtores na Serra Catarinense estão relacionados com o tamanho da área do pomar, a estrutura da propriedade, a disponibilidade de mão de obra e as condições econômicas do produtor.

Também é preciso considerar que a fase mais crítica de competição das plantas daninhas com as plantas de macieira ocorre nos primeiros anos após a implantação dos pomares. É nessa fase, quando a competição é mais crítica, que o controle merece maior atenção. Em pomares adultos a competição é menor, porém a maior preocupação passa a ser com os efeitos indiretos das plantas daninhas,

como o excessivo crescimento que prejudica a efetividade dos tratamentos fitossanitários e dificulta a colheita. O vigor do porta-enxerto e a distribuição do sistema radicular, em pomares adultos, amenizam os possíveis efeitos diretos da competição das plantas daninhas com a cultura.

A principal ferramenta de controle de plantas daninhas na agricultura ainda são os herbicidas e continuarão sendo no futuro. Eles também são fundamentais para o manejo integrado e, portanto, precisam ser preservados para evitar o surgimento de resistência das plantas daninhas, por uso indevido ou indiscriminado, principalmente por existirem poucos ingredientes ativos registrados para a cultura da macieira.

A utilização de herbicidas deve ser feita conforme a recomendação técnica, sendo portanto indispensável a leitura da bula de todos os herbicidas antes da aplicação.

Para o manejo integrado de plantas daninhas em pomares não existe uma recomendação geral que satisfaça todas as situações. Cabe ao produtor, em conjunto com o seu técnico responsável, avaliar as condições do pomar, a estrutura da propriedade e definir as estratégias de manejo e controle adequadas a cada realidade.

É fundamental que as tomadas de decisões mantenham a sustentabilidade econômica, financeira, produtiva, social, assim como os recursos naturais que sustentam a atividade, especialmente o solo e a água.

Referências

- BLANCO, F.M.G. Classificação e mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, p.33-60, 2014.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia: bases para el estudio da las comunidades vegetales**. Madri: H. Blume, 1979, 820p.
- BRACCINI, A.L. Banco de sementes e mecanismos de dormência em sementes de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo das plantas daninhas**. Curitiba: Omnpax, p.37-66, 2011.
- BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, M.F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo das plantas daninhas**. Curitiba: Omnpax, p.1-36, 2011.
- CARVALHO, L.B. **Plantas daninhas**. 1.ed., Lages: CAV, 2013. 82p.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-EVEJERO, R.F.; BORGATO, E.A.; GONÇALVES NETTO, A.; MELO, M.S.C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: termos e definições importantes. In: CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Piracicaba: ESALQ, 4.ed., 2016. 262p.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; MELO, M.S.C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, p.257-283, 2014.
- CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo das plantas daninhas**. Curitiba: Omnpax, p.67-77, 2011.
- CORREIA, N.M. Manejo de plantas daninhas na cultura de citrus. In: MONQUERO, P.A. (org.) **Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas**. São Carlos: Rima Editora, p.121-131, 2014.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 431p.
- DEVINE, M.D.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. New Jersey: Englewood Clifts, 1993. 441p.

DURIGAN, J.C.; TIMOSSO, P.C. **Manejo de plantas daninhas em pomares cítricos**. Bebedouro: EECB, 2002. 53p. (Boletim citrícola, 22).

FONTES, J.R.A.; SHIRATSUCHI, L.S.; NEVES, J.L.; JULIO, J.; SODRÉ FILHO, J. **Manejo Integrado de plantas daninhas**. Planaltina: Embrapa, 2003. 48p. (Embrapa Documentos 103). (ISSN 1517-5111).

GALLI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. Santo André: ACADCOM, 2005. 66p. (Publicação Monsanto do Brasil).

GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; LOLATO, R.P.; PITELLI, R.A.; VOLL, E.; OLIVEIRA, E.; MORIYAMA, R.T. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 115p.

GROSSMANN, K.; NIGGEWER, R.; CHRISTIANSEN, N.; LOOSER, R.; EHRHARDT, T. The herbicide saflufenacil (kixor™) is a new inhibitor of protoporphyrinogen IX oxidase activity. **Weed Science**, v.58, p.1-9, 2010.

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.

INOUE, M.H.; OLIVEIRA JR, R.S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ompipax, p.193-213, 2011.

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

KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M. **Weed Science: principles and practices**. New York: John Wiley & Sons, 1975. 431p.

LAZAROTO, C.A.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.852-860, 2008.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2ª ed., Nova Odessa: Plantarum, 1991. 440p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4ª ed., Nova Odessa: Plantarum, 2008. 640p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e de controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7ª ed., Nova Odessa: Plantarum, 2014. 383p.

- LOSSO, M.; DUCROQUET, J.P.H.J. **Plantas daninhas em pomar de macieira:** ocorrência, descrição e controle. Florianópolis: EMPASC, 1983. 24p. (Empasc, Boletim Técnico, 21).
- MACIEL, C.D.G. Métodos de controle de plantas daninhas. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas.** São Carlos: Rima Editora, p.129-144, 2014.
- 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 oxyflufen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 607-616, 2012.
- MONQUERO, P.A.; HIRATA, A.C.S. Comportamento de herbicidas nas plantas. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas.** São Carlos: Rima Editora, p.145-166, 2014.
- MONQUERO, P.A.; HIRATA, A.C.S.; PITELLI, R.A. Métodos de levantamento da colonização de plantas daninhas. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas.** São Carlos: Rima Editora, p.103-127, 2014.
- MOREIRA, H.J.C.; BRAGANÇA, H.B.N. **Manual de Identificação de plantas infestantes:** arroz. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2010. 854p.
- MOREIRA, H.J.C.; BRAGANÇA, H.B.N. **Manual de Identificação de plantas infestantes:** hortifrúti. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011. 1017p.
- NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas.** São Carlos: Rima Editora, p.307-350, 2014.
- 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: Ompipax, 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: Ompipax, 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: Ompipax, p.343-261, 2011.

OLIVEIRA, M.F.; BRIGHENTI, A.M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ompax, p.263-304, 2011.

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.

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.

PIRES, N.M.; OLIVEIRA, V.R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo das plantas daninhas**. Curitiba: Ompax, p.95-123, 2011.

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.

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

ROMAN, E.S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M.A.; HALL, L.; BECKIE, H.; WOLF, T.M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia a aplicação**. Passo Fundo: Editora Berthier, 2005, 152p.

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**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013.

SANTOS, R.S.S.; GEBLER, L.; ALVES, S.A.M.; ARIOLI, C.J.; LIZ, M.C.; ARAUJO, L.; PETRI, J.L.; SOLDA, C.; SANHUEZA, R.M.V.; BONETI, J.I.; MUNARETTO, S.; GONÇALVES, M.; ZANOTTO, R.A. **Produção Integrada de Maçã – PIM. GRADE DE AGROTÓXICOS E AGROQUÍMICOS, CICLO 2021/2022**. Vacaria: Comissão Técnica para a Produção Integrada de Maçã - PIM, 2021. 10p.

SILVA, A.A.; D'ANTONINO, L.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JR., R.S. Comportamento de herbicidas no solo. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, p.167-215, 2014.

SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, J.B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, p.41-57, 2007.

SOUZA FILHO, A.P.S. Alelopatia: princípios básicos e mecanismos de interferência. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, p.83-101, 2014.

SOUZA, Z.S.; BRIGHENTI, E.; BRIGHENTI, A.F.; FELIPPETO, J. **Survey of weeds in altitude vineyards in São Joaquim, Santa Catarina State, Brazil**. 39th World Congress of Vine and Wine. Bento Gonçalves: OIV2016, p.339-340, 2016.

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.

TESSMANN, D.J. Controle biológico: aplicações na área de ciência das plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.) **Biologia e manejo das plantas daninhas**. Curitiba: Omnpax, p.79-93, 2011.

VARGAS, L. **Identificação e manejo de resistência a herbicidas em pomares.**

Bento Gonçalves: Embrapa, 2003 (Circular Técnica, 42). ISSN 1516-5914.

VARGAS, L.; BERNARDI, J. **Manejo de plantas daninhas na produção orgânica de frutas.** Bento Gonçalves: Embrapa, 2003 (Circular Técnica, 45). ISSN 1808-6810.

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

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 56). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm. Acesso em 09 de ago 2020.

VIDAL, R.A.; MEROTTO JUNIOR, A.; SCHAEGLER, C.E.; LAMEGO, F.P.; PORTUGAL, J.; MENENDES, J.; KOZLOWSKI, L.A.; TREZZI, M.M.; PRADO, R. Mecanismos de ação dos herbicidas. In: MONQUERO, P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas.** São Carlos: Rima Editora, p.235-256, 2014.



www.epagri.sc.gov.br



www.youtube.com/epagritv



www.facebook.com/epagri



www.twitter.com/epagrioficial



www.instagram.com/epagri



linkedin.com/company/epagri



<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>