CAPÍTULO 2

Controle de plantas espontâneas: práticas para o aperfeiçoamento da produção e sustentabilidade

Silvane de Almeida Campos, Maurício Novaes Souza, Camila Dutra Pimenta, Edilara Leandro de Sousa, Hayume Emanuelle Martins Brito, Daniel Schwan Monteiro de Sousa, Felipe da Silva Gomes

https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-33-6.c2

Resumo

O controle de plantas espontâneas é fundamental para garantir a produtividade das culturas, uma vez que essas plantas competem por luz, água e nutrientes com as culturas. A utilização de palhada (restos culturais sobre o solo) é uma técnica eficiente, pois bloqueia a luz solar e dificulta a germinação das plantas daninhas, reduzindo sua proliferação. Para potencializar esse efeito e assegurar benefícios como conservação da umidade e redução da erosão, é fundamental planejar adequadamente o manejo da cobertura vegetal. As principais estratégias de controle incluem o uso de herbicidas, controle mecânico e métodos culturais, como a rotação de culturas. Embora os herbicidas sejam amplamente utilizados, sua aplicação deve ser feita de maneira responsável para evitar a resistência das plantas espontâneas/daninhas e minimizar os impactos ambientais. Técnicas sustentáveis, como o Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD), que combina abordagens diversas, reduzem a dependência de produtos químicos, promovendo a biodiversidade e a eficiência no manejo em longo prazo. O controle eficaz das plantas espontâneas favorece a produtividade e contribui para um manejo mais sustentável do solo e dos recursos naturais.

Palavras-chave: Controle de plantas daninhas. Palhada. Manejo integrado de plantas daninhas (MIPD). Sustentabilidade. Rotação de culturas.

Maurício Novaes Souza (Org.) © 2025 Mérida Publishers CC-BY 4.0

1. Introdução

Métodos de controle de plantas espontâneas referem-se a estratégias e técnicas adotadas para gerenciar ou eliminar plantas que surgem de forma não planejada em áreas agrícolas, jardins ou paisagens naturais. Essas plantas, muitas vezes chamadas de "ervas daninhas", "plantas invasoras" ou “plantas espontâneas”, competem com as culturas agrícolas por recursos como luz, água e nutrientes, podendo prejudicar o crescimento e a produtividade das plantas desejadas.

Nos últimos anos, o sistema de plantio direto (SPD), que combina técnicas de cultivo e controle de plantas espontâneas, tem experimentado uma expansão significativa no Brasil. De 2006 a 2017, a área de SPD no Brasil aumentou 84,9%, de 17,9 para 33,0 milhões de hectares (Fuentes-Llanillo *et al*., 2021). Essa prática agrícola é amplamente reconhecida por seus benefícios, como a conservação de recursos naturais, a preservação da biodiversidade do solo, o aumento da produtividade das culturas e a mitigação do aquecimento global, devido ao sequestro de carbono (Guareschi; Pereira; Debiasi, 2020).

Contudo, para que o plantio direto seja implementado de forma eficaz, é necessário um gerenciamento criterioso, especialmente em relação ao controle de plantas daninhas. A taxa de emergência das espécies presentes no banco de sementes do solo é um fator determinante na avaliação das necessidades de controle, devendo ser analisada no contexto específico de cada sistema de manejo (Silva *et al*., 2020).

O controle eficaz de plantas daninhas exige a integração de métodos variados. Um planejamento adequado, que inclua a rotação de culturas, é indispensável para a viabilidade econômica e ecológica do sistema (Rizzardi, Marchesan; Andrade, 2021). A ausência de revolvimento do solo, característica essencial do SPD, altera significativamente a dinâmica populacional das plantas daninhas, o que resulta em mudanças na composição da comunidade infestante ao longo do tempo (Debiasi; Franchini; León, 2020). Essas alterações não se limitam às características biológicas das espécies, mas também abrangem aspectos ecológicos, influenciados diretamente pelas práticas de manejo adotadas (Silva *et al*., 2020b).

Um conceito central nesse contexto é o de banco de sementes, definido como a reserva de sementes viáveis no solo, capazes de germinar e substituir plantas adultas (Debiasi; Franchini; León, 2020). A densidade de sementes de plantas daninhas na camada superficial do solo pode variar amplamente, chegando a até 7.000 sementes por metro quadrado em diferentes agroecossistemas (Ferreira *et al*., 2023). A germinabilidade dessas sementes também apresenta variabilidade entre espécies. Por exemplo, sementes de *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* apresentam alta taxa de germinação e podem se esgotar em poucos anos, enquanto espécies como a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) permanecem viáveis por até quatro décadas (Silva; Silva; Carvalho, 2022).

Embora o SPD apresente vantagens significativas em termos de sustentabilidade e produtividade, o controle inadequado de plantas daninhas pode comprometer esses benefícios. A presença de plantas daninhas pode acarretar perdas operacionais na colheita, aumento dos custos de produção e prejuízos à produtividade devido à interferência direta com as culturas (Carvalho; Nicolai; Christoffoleti, 2020). Essas plantas também atuam como hospedeiras de pragas, doenças e patógenos, aumentando os desafios de manejo (Santos; Ferreira; Pereira, 2022).

O controle eficiente das plantas daninhas deve ser iniciado antes da instalação da cultura ou, preferencialmente, na safra anterior. Isso é essencial para minimizar os impactos sobre o ciclo produtivo e garantir a eficiência do SPD. A integração de práticas como o monitoramento do banco de sementes, o uso de herbicidas em doses adequadas e a rotação de culturas são estratégias fundamentais para reduzir a interferência das plantas daninhas e aperfeiçoar os resultados econômicos e ambientais desse sistema (Alvino; Costa; Moreira, 2020).

Assim, embora o SPD represente um avanço significativo na agricultura brasileira, sua eficácia depende de estratégias de manejo integradas e de um controle adequado das plantas daninhas, considerando as especificidades biológicas e ecológicas de cada área cultivada. A implantação criteriosa dessas práticas é essencial para maximizar os benefícios econômicos, sociais e ambientais desse sistema de produção.

O período crítico de prevenção à interferência (PCPI) é aquele em que, desde o plantio ou a emergência, as plantas daninhas devem ser controladas de forma eficiente para evitar perdas quantitativas e qualitativas na produção (Silva *et al*., 2015). O controle deve ser realizado durante todo esse período, sendo fundamental conhecer o momento ideal para iniciar as práticas de manejo da vegetação indesejada (Carvalho *et al*., 2009).

No sistema de plantio direto (SPD), a maior concentração de sementes de plantas daninhas se encontra próxima à superfície do solo. Ao longo do tempo, ocorre um decréscimo do banco de sementes devido à indução de germinação ou perda de viabilidade, associado às alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de modificações na penetração de luz, umidade e temperatura. A cobertura morta exerce papel fundamental, funcionando como barreira física à emergência de plantas daninhas e, ao se decompor, podendo liberar substâncias alelopáticas que inibem a germinação das sementes invasoras (Cobucci *et al*., 2004).

A utilização de plantas de cobertura é essencial para o sucesso do SPD, especialmente em sistemas orgânicos de produção (Queiroz *et al*., 2010). Contudo, a adaptação do SPD às normas de produção orgânica representa um desafio significativo para pesquisadores, extensionistas e agricultores. No SPD orgânico, o uso de herbicidas é proibido, de acordo com as diretrizes da produção orgânica, e não existem dessecantes aprovados para esse sistema (Corrêa *et al*., 2011). O controle de plantas daninhas, portanto, permanece como o principal entrave técnico para a adoção do SPD em sistemas orgânicos (Fontanétti *et al*., 2006; Debiasi; Franchini; León, 2020).

Nos sistemas convencionais, o plantio direto se baseia em monoculturas e no uso de herbicidas para a dessecação da cultura de sucessão e o controle de plantas daninhas (Altieri *et al*., 2011; Debiasi; Franchini; León, 2020). Para o manejo eficiente, o cultivo de plantas de cobertura durante a entressafra torna-se essencial. Essas culturas devem apresentar alta produção de matéria seca, capacidade de sombreamento e inibição do desenvolvimento das plantas daninhas. A eficiência da cobertura depende de fatores como quantidade e tipo de resíduo aplicado, além da biologia das espécies envolvidas (Fontanétti *et al*., 2006; Crespo *et al*., 2020) (Figura 1).

As plantas de cobertura vêm recebendo destaque em pesquisas devido ao seu potencial no controle de plantas daninhas, principalmente nas fases iniciais das culturas, e por promoverem aumento da matéria orgânica no solo (Veronese *et al*., 2012). A supressão das plantas daninhas está associada a fatores físicos, químicos e biológicos proporcionados pela presença da palhada. Dentre as culturas de cobertura, a aveia preta é amplamente utilizada devido à sua elevada capacidade de cobertura do solo (Silva *et al*., 2009; Silva; Silva; Carvalho, 2022).

Figura 1. Manejo das plantas de cobertura com roçadeira costal motorizada aos 82 dias - plantio direto de milho-verde sobre diferentes plantas de cobertura de verão no sistema orgânico de produção. Fonte: Crespo *et al*., 2020.

O uso isolado de métodos de controle raramente é suficiente para um manejo eficaz de plantas daninhas. O manejo integrado, quando aplicado corretamente ao sistema de produção, proporciona maior eficiência e sustentabilidade no controle dessas espécies. Dessa forma, a adoção de práticas integradas e o uso de plantas de cobertura são estratégias fundamentais para mitigar os danos causados pelas plantas daninhas no SPD.

2. Métodos de controle de plantas espontâneas ou daninhas

O controle de plantas daninhas consiste em técnicas e estratégias destinadas a minimizar ou eliminar a competição dessas plantas com as culturas agrícolas. Essas espécies competem por recursos essenciais, como água, luz e

nutrientes, além de servirem como abrigo para pragas e doenças, comprometendo a produtividade das lavouras.

Os métodos de controle podem ser classificados em categorias principais: preventivo, cultural, mecânico, físico, biológico, choque elétrico e químico. Cada abordagem apresenta vantagens e limitações, e sua aplicação deve considerar a cultura cultivada, as condições ambientais e as práticas de manejo adotadas na área (Monquero, 2014; Vargas; Roman, 2012). Breve discussão sobre cada um desses métodos.

✓ Controle preventivo

O controle preventivo de plantas daninhas é uma abordagem fundamental na agricultura, com o objetivo de evitar a introdução, o estabelecimento ou a propagação de espécies invasoras em áreas ainda não infestadas. Isso envolve uma série de práticas eficazes que visam minimizar o risco de contaminação das lavouras e proteger as culturas agrícolas de competidores indesejados (Martins *et al*., 2022; Ferrari *et al*., 2023).

Uma das práticas mais comuns é o uso de sementes de alta pureza e vigor, que assegura que as plantas cultivadas não carreguem sementes de plantas daninhas. Além disso, a limpeza de equipamentos de preparo do solo é essencial para prevenir o transporte de sementes de uma área infestada para uma área limpa. A utilização de mudas livres de plantas daninhas também desempenha papel fundamental na prevenção de infestações (Silva *et al*., 2020b; Martins *et al*., 2022; Ferrari *et al*., 2023).

O uso de material orgânico de boa qualidade isenta de propágulos de espécies problemáticas é outro ponto importante. Isso inclui a inspeção rigorosa de resíduos vegetais, como palhada e composto, que podem servir como veículos para a disseminação de sementes de plantas daninhas. A limpeza de canais de irrigação também é uma prática essencial, pois esses locais podem acumular sementes de plantas daninhas que são dispersas durante o processo de irrigação (Cobucci *et al*., 2004; Alvino *et al*., 2011; Silva, 2020; Martins *et al*., 2022; Ferrari *et al*., 2023).

Para esses mesmos autores, o controle das populações de plantas daninhas na entressafra é igualmente relevante, evitando que elas se estabeleçam e se propaguem durante o período de descanso das culturas. Além disso, a fiscalização rigorosa de campos de produção de sementes é necessária para garantir que o material utilizado não esteja contaminado com sementes indesejáveis. Essas ações preventivas ajudam a evitar a introdução de novas espécies e reduzem a necessidade de controles mais invasivos no futuro.

O uso de cobertura vegetal e a utilização de barreiras físicas, como o *mulching* (cobertura morta) com palha ou outros materiais orgânicos, são técnicas eficazes para limitar o crescimento de plantas invasoras, ao reduzir a incidência de luz solar sobre o solo (Figura 2). Além disso, essas barreiras contribuem para a conservação da umidade, favorecendo o desenvolvimento das culturas cultivadas (Crespo; Souza, 2022).

Figura 2. *Mulching* diminui o uso de água e a infestação de plantas espontâneas na cultura do café. Crédito ElectroPlastic. Fonte: https://revistacampoenegocios.com.br/mulching-diminui-o-uso-de-agua-no-cafe/, 2022.

Também, a rotação de culturas, que envolve a alternância de espécies plantadas em uma mesma área, dificultando a adaptação e a proliferação de plantas daninhas específicas. Essa prática aproveita as diferentes características das culturas, como sombreamento e exigências nutricionais, para inibir a sobrevivência de espécies invasoras. Além disso, a rotação contribui para

o manejo sustentável do solo, promovendo sua saúde, beneficiando as culturas e diminuindo a dependência de herbicidas (Martins *et al*., 2022; Ferrari *et al*., 2023).

A prática do plantio direto, por si só, por manter o solo continuamente coberto, reduz significativamente a incidência de plantas daninhas, pois a camada de cobertura sobre o solo cria condições menos favoráveis para o crescimento dessas espécies. Além disso, o sistema promove um controle mais natural e sustentável das ervas invasoras, alinhando produtividade e conservação ambiental.

Combinadas, essas práticas de controle preventivo proporcionam uma abordagem sustentável e de longo prazo para o manejo de plantas daninhas, além de reduzir a dependência de herbicidas e outros insumos químicos (Crespo; Souza, 2022; Martins *et al*., 2022; Ferrari *et al*., 2023).

✓ Controle cultural

O controle cultural de plantas daninhas é uma abordagem que visa utilizar práticas relacionadas ao manejo da própria cultura para inibir o crescimento e a propagação das plantas daninhas, favorecendo o desenvolvimento das culturas desejadas. Essa estratégia é eficaz, pois, ao manipular as condições de cultivo, é possível reduzir a competitividade das plantas daninhas por recursos essenciais como luz, água e nutrientes (Carvalho, 2013, Silva *et al*., 2020; Martins *et al*., 2021; Oliveira *et al*., 2022; Pereira *et al*., 2023).

Entre as práticas de controle cultural mais adotadas, destaca-se o uso de cultivares mais competitivas, que são capazes de crescer de maneira vigorosa, dificultando o estabelecimento e o crescimento das plantas daninhas. O espaçamento mais estreito e a maior densidade de plantio também contribuem significativamente para a competição com as plantas daninhas, ao criar uma cobertura mais densa, que limita a quantidade de luz disponível para as plantas daninhas, inibindo sua germinação e crescimento (Oliveira *et al*., 2022; Pereira, 2023).

Além disso, o uso de sistemas de cultivo distintos, como a rotação de culturas, é uma estratégia importante no controle das plantas daninhas, pois

impede que as espécies daninhas se adaptem a um único tipo de cultivo e favorece a diversidade biológica. O uso de plantas de cobertura, também conhecidas como plantas "intercalares", é outra prática eficiente, pois essas plantas competem diretamente com as daninhas, oferecendo sombra e alterando as condições físicas, químicas e biológicas do solo de forma a inibir a germinação e o crescimento das plantas daninhas (Carvalho, 2013; Pereira, 2023). Além disso, podem gerar renda extra para os produtores.

Figura 3. Cultivo de soja como cultura intercalar em lavoura de café. Fonte: Café Point, 2023.

Essas práticas culturais são complementares a outros métodos de controle e são fundamentais para a sustentabilidade agrícola, pois não dependem do uso de herbicidas e ajudam a manter o equilíbrio ecológico dos sistemas agrícolas. Além disso, elas proporcionam uma redução nos custos de produção e promovem a preservação da biodiversidade e da saúde do solo (Martins *et al*., 2021; Oliveira *et al*., 2022; Pereira, 2023).

✓ Controle mecânico

O controle mecânico de plantas daninhas se baseia no uso de instrumentos que cortam ou removem essas espécies, sendo uma prática viável em diversas situações, especialmente em lavouras perenes para o manejo de coberturas vegetais. Entre as principais técnicas, destacam-se a capina

mecânica tratorizada, a roçagem com roçadeiras elétricas ou motorizadas, roçadeiras tratorizadas e o uso de implementos como o rolo-faca. A roçagem pode ser realizada manualmente ou de forma mecanizada, utilizando implementos acoplados a tratores (Carvalho, 2013).

No cultivo do café, o controle mecânico de plantas daninhas nas entrelinhas do cafezal exige a disponibilidade de máquinas e implementos adequados, além de condições favoráveis, como entrelinhas amplas e terrenos planos ou com declividade inferior a 25%. Na linha da cultura, o controle ocorre frequentemente pelo enterro de pequenas plântulas, resultado do deslocamento do solo durante a passagem dos implementos. Esse método, seja como alternativa ou complemento a outras práticas, oferece maior eficiência operacional e economia, especialmente em grandes áreas de cultivo.

Para a execução dessa técnica, é possível utilizar microtratores, tratores de bitola estreita ou modelos específicos para cafezais, que operam implementos como cultivadoras, roçadoras e trinchas. No entanto, esses equipamentos apresentam custo elevado e demandam mão de obra especializada, o que pode dificultar sua adoção em alguns contextos (Figura 4).

Figura 4. Controle das plantas espontâneas nas entrelinhas da lavoura do café com roçadeira mecânica. Fonte: Revista Cultivar, 2023.

Um exemplo inovador no início do século XXI era a roçadeira articulada, que possui seis linhas compostas por pequenas roçadeiras com três facas cada, projetadas para eliminar plantas daninhas exclusivamente nas entrelinhas das

culturas. Esse equipamento, desenvolvido pela Embrapa Soja, foi concebido para avaliar alternativas de manejo de plantas daninhas no sistema de semeadura direta da soja (Brighenti *et al*., 2007b).

✓ Controle físico

O controle físico de plantas daninhas envolve práticas que exercem influência direta sobre essas espécies, destacando-se o uso do fogo, geralmente aplicado com lança-chamas. Essa técnica, embora antiga e de uso limitado no Brasil, foi amplamente utilizada no cultivo de algodão e tem ganhado relevância entre agricultores orgânicos, especialmente na Europa (Carvalho, 2013; Martins *et al*., 2021).

Figura 5. Trator “lança-chamas” controla ervas daninhas sem a necessidade de produtos químicos. Fonte: https://engenhariae.com.br/, 2023.

Outra prática importante é a utilização de cobertura morta, composta por palha ou resíduos vegetais, que exerce três efeitos principais sobre as plantas daninhas. O efeito físico consiste no impedimento da germinação das sementes devido à limitação da absorção de luz, especialmente em sementes fotoblásticas positivas. Além disso, a cobertura morta pode dificultar a emergência das plântulas ao impedir que estas atravessem a camada de palha depositada sobre o solo (Carvalho, 2013; Silva *et al*., 2020).

✓ Controle biológico

O controle biológico das plantas daninhas por meio de coberturas vegetais atua de forma indireta, melhorando as condições do solo e favorecendo o desenvolvimento de microrganismos que desempenham papel fundamental na quebra da dormência de sementes de plantas daninhas. Além disso, esses microrganismos podem auxiliar na deterioração das sementes, tornando o ambiente mais hostil à germinação (Carvalho, 2013).

Figura 6. Potencial do nematoide *Ditylenchus gallaeformans* ao biocontrole de plantas daninhas. Fonte: https://nematologia.com.br/, 2024.

Um dos efeitos mais destacados das coberturas vegetais é o efeito alelopático, em que plantas que produzem compostos bioativos podem inibir o crescimento das plantas daninhas. Esses compostos alelopáticos têm a capacidade de suprimir a germinação ou até mesmo matar as plantas daninhas sensíveis, oferecendo uma estratégia adicional de controle. Este efeito tem se tornado um foco crescente de pesquisa, pois pode reduzir a dependência de herbicidas, especialmente em sistemas de produção mais sustentáveis e na agricultura orgânica (Santos *et al*., 2017).

Além do controle direto sobre as plantas daninhas, as coberturas vegetais também influenciam a dinâmica do solo, promovendo um ambiente mais equilibrado para a biodiversidade microbiana, o que pode aumentar a resistência do solo às invasões de plantas indesejáveis. Esse conjunto de efeitos – biológico,

físico e alelopático – torna as coberturas vegetais uma das práticas mais eficazes e ecologicamente sustentáveis no manejo de plantas daninhas (Veronese *et al*., 2020).

✓ Controle por choque elétrico

O controle elétrico de plantas daninhas é uma tecnologia inovadora e promissora que utiliza eletricidade gerada por equipamentos acoplados à tomada de força do trator para eliminar as espécies indesejadas. O funcionamento desse sistema baseia-se na aplicação de descargas elétricas nas plantas daninhas, provocando danos irreversíveis à sua fisiologia, como a murcha e morte das plantas em um curto espaço de tempo. Esse tipo de manejo tem sido testado como uma alternativa ao uso de herbicidas, sendo considerada uma prática mais sustentável em sistemas agrícolas, especialmente em contextos onde a agricultura orgânica ou a redução de produtos químicos é uma prioridade (Brighenti *et al*, 2007b; Moraes *et al*., 2020; Martins *et al*., 2022).

O equipamento é projetado com campânulas de aplicação dispostas em uma barra, montada perpendicularmente à parte central do trator. Esse arranjo permite ao operador realizar o balizamento de maneira precisa, garantindo que a aplicação da descarga elétrica seja eficaz nas entrelinhas das culturas. Como resultado, as plantas daninhas são atingidas de forma localizada, minimizando o impacto nas plantas cultivadas e permitindo uma integração harmoniosa com o sistema de semeadura direta, em que o solo não é revolvido, mantendo sua estrutura e os benefícios ambientais da prática (Moraes *et al*., 2020; Martins *et al*., 2022) (Figura 7).

Além disso, o uso da eletricidade como método de controle oferece vantagens significativas, como a eliminação da dependência de herbicidas, a redução do impacto ambiental e a possibilidade de controle em diferentes condições climáticas e de solo. Esse controle direcionado permite também que as plantas cultivadas não sejam afetadas pela aplicação elétrica, uma característica importante quando se considera a preservação das culturas (Martins *et al*., 2022).

Contudo, apesar das promessas, o controle elétrico ainda é uma tecnologia em desenvolvimento e precisa ser mais amplamente estudado e validado em diferentes condições agrícolas. Pesquisas continuam sendo realizadas para avaliar a eficiência do sistema em diversos tipos de cultivo, como soja, milho, arroz, entre outros, além de investigar a viabilidade econômica da adoção desse método em larga escala. A evolução dessa tecnologia poderá representar uma revolução na agricultura sustentável, tornando-a mais precisa, menos dependente de insumos químicos e mais eficiente na gestão das plantas daninhas (Moraes *et al*., 2020; Martins *et al*., 2022).

Figura 7. Equipamento da Crop.Zone: uma das principais empresas de capina elétrica. Fonte: https://neofeed.com.br/, 2024.

Contudo, é importante considerar que, em um contexto de busca por práticas sustentáveis, as pesquisas voltadas para a eletrocussão de plantas espontâneas merecem maior incentivo e atenção.

✓ Controle químico

O controle químico de plantas daninhas baseia-se no uso de herbicidas, produtos químicos desenvolvidos para matar ou inibir o crescimento dessas plantas invasoras. Com a evolução de novos compostos e a adoção do controle químico como o principal método, atualmente, quase 50% dos defensivos agrícolas comercializados são herbicidas. A ampla aceitação do uso de

herbicidas se deve a vários fatores, como a redução da dependência de mão de obra, que se torna cada vez mais cara e escassa, a rapidez e eficiência no controle de plantas daninhas, mesmo durante épocas chuvosas, a capacidade de aplicação diretamente na linha de plantio sem prejudicar o sistema radicular das culturas e a possibilidade de controlar plantas daninhas de reprodução vegetativa (Silva; Silva, 2007) (Figura 8).

Figura 8. Controle químico de plantas espontâneas. Fonte: https://www.forseedse mentes.com.br/, 2024.

Apesar de sua eficácia, o controle químico idealmente deve ser utilizado como um método auxiliar, complementando outras práticas de manejo. Nos principais cultivos agrícolas, especialmente os de grande escala, os herbicidas têm se tornado o método predominante para o controle de plantas daninhas, principalmente em áreas de plantio direto. Entre os herbicidas mais usados destacam-se o glifosato e o sulfosato, que atuam por intermédio da translocação pelo xilema e floema, atingindo todas as partes da planta. Esses produtos apresentam baixa persistência no solo devido à forte adsorção pelas partículas de argila e matéria orgânica, o que limita sua disponibilidade para absorção pelas raízes e reduz o impacto ambiental, pois se degradam rapidamente (Cobucci *et al*., 2004; Carvalho, 2013).

Para esses mesmos autores, visando garantir a eficácia dos herbicidas, é importante considerar fatores externos como o tipo de solo, o teor de água no solo, a umidade relativa do ar, a temperatura e os ventos, além da tecnologia de

aplicação, que desempenha um papel fundamental na eficiência do controle químico. A aplicação dos herbicidas deve ser feita quando as plantas daninhas estiverem em pleno desenvolvimento e apresentarem boa cobertura vegetal. É recomendado evitar a aplicação durante períodos de estresse nas plantas, como deficiência hídrica ou baixas temperaturas. Além disso, a aplicação deve ser realizada com volumes de calda inferiores a 50 L ha^{-1} para reduzir o escorrimento e otimizar a absorção. Deve-se também evitar o uso de herbicidas quando houver previsão de chuva em menos de seis horas após a aplicação.

De acordo com esses mesmos autores, a combinação de Paraquat e Diuron é uma estratégia eficaz, pois a absorção simultânea dos dois herbicidas inibe a ação rápida do Paraquat, proporcionando maior controle das plantas daninhas. No caso do uso do 2,4-D para dessecação, é fundamental observar o período de carência para a semeadura da cultura subsequente, evitando prejuízos à cultura plantada.

Contudo, há de se considerar, que o uso de herbicidas tem gerado impactos e externalidades ambientais e sociais significativos. A aplicação indiscriminada pode levar à contaminação do solo, da água e do ar, afetando ecossistemas e a saúde humana. Além disso, o uso excessivo contribui para o desenvolvimento de resistência em plantas daninhas, tornando o controle mais difícil e exigindo doses maiores de produtos químicos. Critica-se também a dependência de herbicidas no sistema agrícola, que pode comprometer a biodiversidade e a saúde do solo, prejudicando a sustentabilidade em longo prazo. A busca por alternativas mais sustentáveis, como o manejo integrado de plantas daninhas, é cada vez mais necessária (Souza, 2024).

✓ Controle integrado de plantas daninhas (MIPD)

O Controle Integrado de Plantas Daninhas (CIPD) é uma abordagem que combina diferentes métodos de controle - mecânico, químico, cultural e biológico - visando maximizar a eficácia do manejo e minimizar os impactos negativos no ambiente e nas culturas. Essa estratégia integrada busca um equilíbrio, levando em consideração tanto a necessidade de controlar as plantas daninhas quanto a preservação da biodiversidade e a redução da resistência dessas plantas aos

herbicidas, o que se tornou uma preocupação crescente nos últimos anos (Santos *et al*., 2020; Jha; Norsworthy; Beckie, 2021).

O uso de múltiplas técnicas permite que o controle de plantas daninhas seja mais flexível e adaptável às diferentes condições de manejo agrícola. Por exemplo, o controle mecânico, como a capina e a roçada, podem ser utilizados em conjunto com o controle químico, utilizando herbicidas seletivos em momentos específicos para reduzir a pressão sobre a resistência das plantas daninhas (Carvalho, 2013). Já o controle cultural, com o uso de cultivares mais competitivas, densidade de plantio mais alta e rotação de culturas, contribui para o controle natural das plantas daninhas, tornando o ambiente mais favorável para as culturas desejadas e menos para as invasoras (Alvim *et al*., 2019).

Além disso, o controle biológico, que envolve o uso de inimigos naturais das plantas daninhas, como insetos e patógenos, pode ser uma ferramenta complementar, especialmente em sistemas agrícolas mais sustentáveis, como na agricultura orgânica (Oliveira *et al*., 2022). O uso do CIPD tem demonstrado bons resultados em longo prazo, pois promove a sustentabilidade, reduzindo a dependência de herbicidas e favorecendo a adoção de práticas mais amigáveis ao meio ambiente.

A integração desses métodos visa não apenas o controle das plantas daninhas, mas também o equilíbrio do ecossistema agrícola, a melhoria da qualidade do solo, a preservação de recursos naturais e a sustentabilidade das práticas agrícolas. A implantação eficaz de um sistema de controle integrado de plantas daninhas exige conhecimento técnico, monitoramento constante e uma abordagem adaptativa que leve em consideração as especificidades de cada sistema agrícola.

3. Considerações

Há de se ressaltar a importância do controle eficaz das plantas daninhas em diversos sistemas agrícolas, reconhecendo sua relevância para a produtividade e sustentabilidade das culturas. As plantas daninhas competem com as culturas por recursos essenciais como luz, água e nutrientes, prejudicando o crescimento das plantas cultivadas e, consequentemente, a

produtividade. Nesse sentido, a adoção de métodos de controle adequados, como o uso de palhada, controle mecânico, rotação de culturas e a aplicação de herbicidas de forma responsável, é fundamental para garantir a saúde do solo e a sustentabilidade do agroecossistema.

Embora o uso de herbicidas seja comum, sua aplicação deve ser racionalizada, com o objetivo de minimizar impactos ambientais, como a contaminação do solo e a resistência das plantas daninhas. Nesse contexto, o Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD), que combina diferentes técnicas, se apresenta como uma estratégia eficiente, promovendo a redução da dependência de químicos, a preservação da biodiversidade e o aumento da eficiência no controle das plantas daninhas.

Em sistemas agroecológicos, o controle de plantas daninhas é baseado em práticas que promovem o equilíbrio ecológico, reduzindo a necessidade de insumos químicos. Estratégias como o consórcio de culturas, rotação de culturas e cobertura do solo com palhadas ou adubos verdes são amplamente utilizadas para evitar a competição das plantas daninhas com as culturas principais. Além disso, técnicas de manejo como capinas manuais, uso de ferramentas mecânicas e controle biológico, empregando inimigos naturais, ajudam a manter a biodiversidade e minimizar impactos ambientais. Essas práticas fortalecem o sistema produtivo, aumentando a resiliência e a sustentabilidade.

Por fim, é necessário destacar que o manejo de plantas daninhas deve ser adaptado às condições específicas de cada sistema agrícola, considerando fatores como o tipo de cultivo, as condições ambientais e a necessidade de práticas sustentáveis. O controle integrado, baseado em uma abordagem diversificada, representa o caminho para um sistema agrícola mais equilibrado, eficiente e ecologicamente responsável, garantindo não só maior produtividade, mas também a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações.

4. Referências

ALTIERI, M. A; LANA, M. A; BITTENCOURT, H. V; KIELING, A. S; COMIN, J. J. LOVATO, P. E. Enhancing crop productivity via weed suppression in organic no-till cropping systems in Santa Catarina, Brazil. **Journal of Sustainable Agriculture,** v.35, n.8, p.855-869, 2011.

ALVIM, S. M. *et al*. Manejo integrado de plantas daninhas: princípios e práticas. ***Revista*** **Brasileira de Agroecologia**, v. 14, p. 93-101, 2019.

ALVINO, F. de O.; COSTA, N. V.; MOREIRA, R. A. Manejo integrado de plantas daninhas no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p. 12-23, 2020.

BRIGHENTI, A. M. *et al*. **Manual de identificação e manejo de plantas daninhas em cultivos de soja.** Brasília: Embrapa, 2023b. Disponível em: https://www.info teca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/875060/1/ManualBrighenti.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 16 jan. 2025.

CARVALHO, L. B., SCHERER, L. C., LUCIO, F. R., ALVES, P. L. C. A. Efeitos da dessecação com glyphosate e chlorimuron-ethyl na comunidade infestante e na produtividade da soja. **Planta Daninha,** Viçosa, MG, v.27, p.1025-1034, 2009. Número Especial.

CARVALHO, S. A. **Manejo cultural de plantas daninhas:** Estratégias sustentáveis em sistemas agrícolas. Editora Agroecologia, 2013.

CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferência de plantas daninhas na produtividade de culturas. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, p. 845-852, 2020.

COBUCCI, T. *et al*. **Manejo integrado de plantas daninhas em sistemas agrícolas sustentáveis**. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2004.

CORRÊA, M. L. P; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agronômica,** Fortaleza, v.42, n.2, p.354-363, 2011.

CRESPO, A. M.; SOUZA, M. N. Plantio direto de milho-verde orgânico sobre diferentes plantas de cobertura de verão. In: VARNIER, E.; VIEIRA, L. H. S.; MENINI, L.; SILVEIRA, L. F. V.; SANTOS, M. C. P.; MEIRELES, R. C. (Org.). **Coletânea Multicampi de Trabalhos em Pesquisa, Extensão e Ensino:** IFES Alegre, Itapina e Santa Teresa /– Curitiba: CRV, 2022. 186 p. (Coleção Produção Acadêmica – IFES em Rede, v. 1). 2022. p. 37-38.

CRESPO, A. M.; SOUZA, M. N.; FAVARATO, L. F.; GUARÇONI, R. C.; ARAÚJO, J. B. S.; RANGEL, O. J. P.; SOUZA, J. L. de Survey of the floristic composition and the structure of spontaneous vegetation present at green corn cultivated in organic no-tillage system. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)**, v. 7, n. 11, p. 184-193, 2020.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; LEÓN, C. G. Rotação de culturas no sistema plantio direto: benefícios e desafios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, n. 3, p. 285-293, 2020.

FERRARI, S. *et al*. Práticas preventivas e seus efeitos na produtividade agrícola: Um estudo comparativo. **Revista de Agricultura e Sustentabilidade**, v. 18, p. 102-112, 2023.

FERREIRA, R. F. *et al*. Controle de plantas daninhas em feijoeiro: eficácia de herbicidas e práticas culturais no sistema de produção orgânica. **Planta Daninha**, v. 41, p. 1-12, 2023. DOI: 10.1590/s0100-835820230000100023.

FONTANETTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. Z.; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema plantio direto. **Informe agropecuário,** Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 127-136, 2006.

FUENTES-LLANILLO, R.; DE MARIA, I. C.; TAVARES FILHO, J. Adoption of the no-tillage system in Paraná State: A (re)view. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, e0200128, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcs/a/tHkrjWBmMjJCwt 4D4BtRgGL/. Acesso em: 18 jan. 2025.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; DEBIASI, H. Sistemas conservacionistas e dinâmica do carbono no solo. **Agronomia Brasileira**, v. 19, n. 4, p. 12-30, 2020.

JHA, P.; NORSWORTHY, J. K.; BECKIE, H. J. Precision Weed Management. In: Crops Mapping, Sensing and Targeting Weeds for Site-Specific Weed Control. **Weed Technology**, v. 35, n. 1, p. 9-15, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1017/wet.2020.105. Acesso em: 12 out. 2024.

MARTINS, L. *et al*. Práticas culturais no controle de plantas daninhas: Avanços e desafios. **Revista de Manejo Ecológico**, v. 12, p. 112-122, 2021.

MARTINS, M. *et al*. Tecnologias emergentes para o controle preventivo de plantas daninhas em agricultura orgânica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, p. 178-189, 2022.

MONQUERO, P. A. **Plantas daninhas:** aspectos ecológicos e seu manejo. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

MORAES, L. D. et al. Tecnologias inovadoras para o manejo de plantas daninhas: Desafios e oportunidades. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 23, p. 45-56, 2020.

OLIVEIRA, J. *et al*. Sistemas integrados e a eficiência do controle cultural de plantas daninhas. **Jornal de Agricultura Sustentável**, v. 24, p. 98-108, 2022.

PEREIRA, R. *et al*. Estratégias de rotação de culturas para controle de plantas daninhas em sistemas agrícolas. **Ciência e Tecnologia em Agricultura**, v. 40, p. 67-75, 2023.

QUEIROZ, L. R; GALVÃO, J. C. C.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, M. F.; TARDIN, F. D. Supressão de plantas daninhas e produção de milho-verde orgânico em sistema de plantio direto. **Planta Daninha,** Viçosa, MG, v.28, n.2, p.263-270, 2010.

RIZZARDI, M. A.; MARCHESAN, E.; ANDRADE, R. F. Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 22-36, 2021.

SANTOS, A. R. *et al*. Efeitos alelopáticos no controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, p. 79-91, 2017.

SANTOS, E. L. *et al*. Controle integrado de plantas daninhas: Eficácia e benefícios ambientais. **Revista Brasileira de Manejo Sustentável**, v. 28, p. 70-79, 2020.

SANTOS, J. L.; FERREIRA, R. J.; PEREIRA, E. F. Dinâmica populacional de plantas daninhas no sistema plantio direto. **Weed Science**, v. 70, n. 1, p. 112-120, 2022.

SILVA, A. A.; D'ANTONINO, L.; SILVA, A. F.; VARGAS, L. Manejo de plantas daninhas. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M.A. (Eds). **Milho do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. p.242-272.

SILVA, A. A.; GALON, L.; FERREIRA. F. A.; TIRON, S. P.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; AGNES, E. L. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres,** Viçosa, MG, v.56, n.4, p.496-506, 2009.

SILVA, A. F.; SILVA, L. L.; CARVALHO, F. P. Controle integrado de plantas daninhas: técnicas e desafios. **Planta Daninha**, v. 40, n. 2, p. 1-15, 2022

SILVA, F. C. *et al*. **Manejo sustentável de plantas daninhas**. 2. ed. São Paulo: Editora Agrícola, 2020.

SILVA, L. *et al*. Avaliação de práticas preventivas no manejo de plantas daninhas em sistemas agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 22, p. 214-224, 2020b.

SILVA, L. F.; SILVA, P. R. Uso de herbicidas no controle de plantas daninhas: Aspectos econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 72-80, 2007.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental.** Vol. III. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. 311 p. ISBN: 978-65-84548-27-5. DOI: **h**ttps://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-27-5

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Brasília: Embrapa, 2012.

VERONESE, F. F. *et al*. Práticas agroecológicas no manejo de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 3, p. 312-320, 2020.

VERONESE, M; FRANCISCO, E. A. B; ZANCANARO, L; ROSOLEM, C. A. Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.47, n.8, p.1158-1165, 2012.