UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA.
FACULDADE UNIGUAÇU
ENGENHARIA AGRONÔMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

FELIPE CASTELAN

SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS POR DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR
2025

FELIPE CASTELAN

SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS POR DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso Superior de Engenharia Agronômica da Faculdade UNIGUAÇU, sob orientação da Prof. Dr. Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho.

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2025

4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

FELIPE CASTELAN

SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS POR DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Agronômica apresentado, sob a orientação do Professor Dr. Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho, aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia Agronômica da Faculdade UNIGUAÇU, pela seguinte banca examinadora:

_____
Professor Dr. Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho
Faculdade UNIGUAÇU

_____
Professora Me. Karina Kestring
Faculdade UNIGUAÇU

_____
Professor Me. Emerson da Rosa
Faculdade UNIGUAÇU

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 25 OUTUBRO DE 2025.

A folha devidamente assinada está sob guarda do sistema de protocolo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de vida e inspiração, por me conceder a força e a sabedoria possível para a realização deste trabalho.

Manifesto meu profundo carinho e gratidão à minha família e aos meus amigos, cujo apoio constante e incentivo foram essenciais ao longo de toda essa jornada.

Ao Prof. Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho, expressou meus sinceros agradecimentos pela orientação dedicada, pelo tempo generosamente disponibilizado e pela paciência incontestável durante o desenvolvimento deste projeto.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes espécies utilizadas como adubos verdes na redução da infestação de plantas espontâneas em sistema de plantio direto, buscando alternativas sustentáveis que diminuam a dependência do uso de herbicidas. O experimento foi conduzido entre abril e julho de 2025, no município de Medianeira, região Oeste do Paraná, sob clima subtropical úmido. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com seis tratamentos: aveia-preta (*Avena strigos*a), trigo-mourisco *(Fagopyrum esculentum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), milheto (*Pennisetum glaucum*), braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e uma testemunha sem cobertura. O manejo das coberturas foi realizado conforme o ciclo fenológico de cada espécie, com o tombamento mecânico no início da floração. A coleta de dados foi realizada por meio da metodologia fitossociológica de Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), determinando-se os índices de frequência, densidade, abundância e valor de importância (IVI) das espécies espontâneas. Os resultados evidenciaram que todas as coberturas reduziram significativamente a presença das principais infestantes, com destaque para o nabo forrageiro e a aveia-preta, que apresentaram maior eficiência na supressão de *Bidens pilosa*, *Richardia brasiliensis*, *Commelina benghalensis* e *Conyza bonariensis*, sendo esta última totalmente ausente nas áreas cobertas. O efeito físico da palhada e a liberação de compostos alelopáticos foram determinantes para a redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas e da densidade populacional das infestantes. Conclui-se que o uso de adubos verdes constitui uma alternativa eficaz e ecologicamente correta para o manejo sustentável do solo e das plantas espontâneas, promovendo conservação ambiental e maior estabilidade produtiva nos sistemas agrícolas.

Palavras-chave: adubação verde; biodiversidade; conservação do solo; manejo sustentável.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the efficiency of different species used as green manure in reducing the infestation of spontaneous plants under a no-tillage system, seeking sustainable alternatives to decrease dependence on herbicide use. The experiment was carried out between April and July 2025 in the municipality of Medianeira, Western Paraná region, under a humid subtropical climate. The experimental design adopted was a randomized block with six treatments: black oat (*Avena strigosa*), buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), forage radish (*Raphanus sativus*), pearl millet (*Pennisetum glaucum*), brachiaria *(Urochloa ruziziensis*), and a control treatment without cover. The management of the cover crops was performed according to each species' phenological cycle, with mechanical rolling at the beginning of flowering. Data collection followed the phytosociological methodology of Mueller-Dombois and Ellenberg (1974), determining frequency, density, abundance, and importance value index (IVI) of the spontaneous species. The results showed that all cover crops significantly reduced the occurrence of the main weed species, with forage radish and black oat standing out for their greater efficiency in suppressing *Bidens pilosa, Richardia brasiliensis, Commelina benghalensis*, and *Conyza bonariensis*, the latter being completely absent in covered areas. The physical effect of straw and the release of allelopathic compounds were decisive in reducing the germination of photoblastic seeds and the population density of weeds. It is concluded that the use of green manure represents an effective and environmentally friendly alternative for the sustainable management of soil and spontaneous plants, promoting environmental conservation and greater productive stability in agricultural systems.

Keywords: green manure; biodiversity; soil conservation; sustainable management.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **10**
2 JUSTIFICATIVA **12**
3 OBJETIVOS **14**
3.1 OBJETIVO GERAL 14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
4 REVISÃO DE LITERATURA **15**
4.1 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO 15
4.2 PLANTAS DE COBERTURA 16
4.3 EFEITOS QUIMICOS DA ADUBAÇÃO VERDE NO SOLO 17
4.4 EFEITOS FISICOS DA ADUBAÇÃO VERDE NO SOLO 19
4.5 VANTAGENS ECONOMICAS DAS PLANTAS DE COBERTURA 20
4.6 PLANTAS DANINHAS 21
5 MATERIAL E MÉTODOS **23**
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 23
5.2 PLANTIO E MANEJO DAS PLANTAS DE COBERTURA 24
5.3 COLETA DE DADOS E AVALIAÇÕES 25
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO **27**
7 CONCLUSÃO **34**
REFERÊNCIAS **35**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica da área de condução do estudo de supressão de plantas daninhas. ---------- 23
Figura 2 - Delimitação e coleta de amostragem das espécies espontâneas presentes no campo experimental.---------- 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Família, espécie e nome comum da comunidade de plantas daninhas identificada nas diferentes culturas de cobertura utilizadas no experimento---------- 27

Tabela 2 - Avalição dos parâmetros fitossociológicos: Frequência Absoluta (F), Frequência Relativa (FR), Densidade Absoluta (D), Densidade Relativa (DR), Abundância Absoluta (A), Abundância Relativa (AR), Índice de Valor de Importância (IVI).---------- 29

1 INTRODUÇÃO

As plantas de cobertura são muito cultivadas por seus diversos benefícios, tais como, melhoria da fertilidade do solo, a descompactação, a reciclagem de macro e micronutrientes e a produção de matéria orgânica, que contribui para formação de húmus. Contudo, um dos principais papéis dessas plantas é a cobertura do solo, promovendo a proteção da superfície contra intempéries e dificultando a germinação de sementes de plantas daninhas. A buva *(Conyza bonariensis),* por exemplo, precisa estar exposta a luz para germinar. Quando suas sementes permanecem sob a palhada formada pelas plantas de cobertura, a ausência de luz inibe seu desenvolvimento, impedindo que complete seu ciclo de vida (Laconski; Nogueira; Pessoni, 2022).

Essa barreira física formada pela palha reduz a incidência de luz sobre o solo e, consequentemente, o potencial de germinação das sementes de plantas daninhas. Além disso, algumas espécies de cobertura crescem de forma acelerada e vigorosa, competindo por luz, água e nutrientes, o que contribui para o abafamento de plantas indesejadas (Quintarelli *et al*. 2022). Dessa forma, o uso estratégico de plantas de cobertura atua tanto de forma física quanto fisiológica na supressão de plantas daninhas.

O uso das plantas de cobertura é um dos pilares do Sistema Plantio Direto (SPD) técnica agrícola sustentável reconhecida mundialmente pelos seus benefícios ao solo. Após completarem seu ciclo vegetativo, essas plantas são manejadas e permanecem sobre o solo, formando uma camada protetora. Nessa etapa, realiza-se o cultivo das culturas principais sem revolver o solo, favorecendo a conservação da estrutura e da fertilidade (Eshel *et al*., 2015; YU *et al*., 2016). Introduzido no Brasil na década de 1970, especialmente no Rio Grande do Sul e no Paraná, o SPD tem como principal objetivo preservar a saúde do solo, evitando a degradação observada no sistema convencional (EMBRAPA, [s.d.]). Dentre suas vantagens destacam-se a redução da erosão, a minimização da perda de nutrientes e a racionalização dos custos de produção.

A adoção do Sistema de Plantio Direto (SPD) pressupõe a manutenção constante da cobertura do solo, seja por resíduos culturais das culturas principais ou por plantas de cobertura. No entanto, a produção de matéria seca varia conforme a espécie cultivada, o que nem sempre garante uma cobertura rigorosa apenas para

resíduos de culturas econômicas. A inclusão de plantas de cobertura é essencial para superar essa limitação, uma vez que aumenta a quantidade e o período de permanência da palha sobre o solo, prolongando seus efeitos benéficos (EMBRAPA, 2021; Quintarelli *et al*. 2022).

No contexto agrícola da região Sul do Brasil, especialmente no Oeste do Paraná, o uso de plantas de cobertura tem se consolidado como uma prática essencial para o manejo sustentável dos solos sob sistema de plantio direto. Essa região é caracterizada por uma agricultura altamente tecnificada, com predominância do cultivo de soja, milho e trigo, além de apresentar elevada pressão de infestação por plantas daninhas resistentes, principalmente *Conyza bonariensis* (buva) e *Bidens pilosa* (picão-preto) (Rodrigues, 2024).

A *Conyza bonariensis* (buva) destaca-se como uma das principais plantas daninhas nas lavouras do Oeste do Paraná, com ampla distribuição e resistência múltipla a herbicidas como paraquat, glyphosate e 2,4-D, o que tem dificultado seu controle nas áreas agrícolas da região (Yamada Danilussi *et al*., 2023). Essa alta incidência está associada às condições climáticas favoráveis, típicas do clima subtropical úmido do Oeste paranaense, que proporcionam emergência contínua de novas plântulas durante o ano, favorecendo a persistência da espécie (Lorenzetti *et al.,* 2022).

Outra planta daninha de relevância é o picão-preto (*Bidens pilosa L*.), que apresenta rápido ciclo de desenvolvimento e elevado potencial competitivo com as culturas agrícolas, além de alta capacidade de disseminação e resistência a diferentes condições ambientais (Sampaio *et al*., 2024).

Diante desse cenário, o uso de plantas de cobertura surge como estratégia fundamental no manejo integrado de plantas daninhas, reduzindo a emergência de espécies como buva e picão-preto, e contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas produtivos (EMBRAPA, 2021).

Diante desse contexto, é fundamental compreender o real impacto das plantas de cobertura no controle de plantas daninhas. Assim, este trabalho parte da seguinte hipótese: as plantas de cobertura são capazes de reduzir o desenvolvimento de plantas daninhas tanto pelo efeito físico da cobertura do solo quanto pela competição por recursos essenciais, como luz, água e nutrientes (Crusciol *et al*., 2015).

2 JUSTIFICATIVA

As plantas infestantes representam um desafio constante à produção agrícola, pois competem com as culturas por luz, água e nutrientes, reduzindo o crescimento e a produtividade das lavouras. Essa competição interfere diretamente no rendimento e na sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Maclaren *et al*., 2020). Apesar de o controle químico ainda ser amplamente utilizado, o uso intensivo e contínuo de herbicidas tem acelerado o surgimento de biótipos resistentes, dificultando o manejo eficaz e elevando os custos de produção (Merotto Jr. *et al*., 2022). Além disso, a aplicação indiscriminada desses produtos pode gerar impactos ambientais negativos, como contaminação do solo e da água, exigindo estratégias de manejo integrado mais sustentáveis (Oliveira *et al*., 2020).

Nesse contexto, o manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) torna-se fundamental para garantir a sustentabilidade dos sistemas produtivos, ao combinar métodos físicos, culturais, mecânicos e químicos aplicados de forma racional e monitorada, reduzindo a dependência exclusiva dos herbicidas e promovendo um controle mais eficaz e ambientalmente responsável (EMBRAPA, 2023; FAEP, 2024).

O tema desta pesquisa surge da necessidade de ampliar o conhecimento sobre o papel das plantas de serviço, também conhecidas como plantas de cobertura, como ferramenta estratégica no manejo integrado. Essas espécies contribuem para a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, promovendo descompactação natural, aumento da porosidade e elevação da capacidade de troca catiônica (CTC), além de favorecerem o acúmulo de matéria orgânica e a atividade biológica do solo (Crusciol *et al*., 2015).

Um dos grandes problemas enfrentados pela agricultura atual é a elevada infestação de plantas daninhas resistentes, responsável por perdas significativas de produtividade e aumento dos custos de produção. O controle dessas espécies demanda investimentos elevados em insumos e mão de obra, onerando o produtor e reduzindo a rentabilidade das culturas (EMBRAPA, 2021; Mendonça; Reis; Fabricante, 2023).

A presente pesquisa justifica-se pela necessidade de demonstrar a viabilidade agronômica e econômica do uso de plantas de serviço como estratégia complementar no manejo de plantas daninhas. O investimento em coberturas vegetais favorece o equilíbrio ecológico do agroecossistema, promovendo redução da emergência de

infestantes, melhoria da qualidade do solo e, consequentemente, maior produtividade das culturas principais (Araújo *et al*., 2021; Marasca *et al.*, 2021). Dessa forma, a adoção recorrente dessas espécies pode contribuir para a inibição do banco de sementes de plantas daninhas, reduzindo a necessidade de intervenções químicas e garantindo sustentabilidade a longo prazo (Marasca *et al*., 2021).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito das plantas de cobertura sobre o desenvolvimento e controle de plantas daninhas, visando estratégias mais sustentáveis de manejo agrícola.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficácia de diferentes espécies de plantas de cobertura na supressão de plantas daninhas em área agrícola no município de Medianeira – PR
- Avaliar o impacto dessas plantas na redução da densidade e diversidade de plantas daninhas ao longo do ciclo agrícola.
- Quantificar a supressão de plantas daninhas causada pela competição por recursos promovida pelas plantas de cobertura.
- Investigar a influência das plantas de cobertura na germinação e emergência de sementes de plantas daninhas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é uma técnica agrícola caracterizada pela mínima mobilização do solo, mantendo-se a palhada da cultura anterior como cobertura contínua sobre a superfície (EMBRAPA, 2021). A prática tem sido amplamente difundida e aplicada em diferentes regiões agrícolas do Brasil, em virtude de seus diversos benefícios ambientais, econômicos e produtivos, consolidando-se como uma das principais estratégias para a agricultura sustentável. O Sistema de Plantio Direto (SPD) busca preservar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para sua conservação a longo prazo e para o aumento da eficiência dos sistemas agrícolas (Rodrigues; Pugas, 2021).

Entre os principais benefícios do Sistema Plantio Direto destacam-se a redução significativa da erosão do solo, proporcionada pela proteção conferida pela palhada contra o impacto direto das gotas de chuva e o escorrimento superficial da água, que poderiam provocar o arraste de partículas e a perda de nutrientes (EMBRAPA, 2021). Além disso, a cobertura permanente do solo auxilia na manutenção da umidade, reduzindo a evapotranspiração e melhorando a regulação térmica. Essa condição favorece a estabilidade da temperatura na camada superficial, criando um ambiente mais propício ao desenvolvimento radicular das plantas e contribuindo para o equilíbrio hídrico e biológico do sistema (Vieira *et al*, 2020; Prezotti *et al*, 2020).

Outro aspecto de grande relevância é o incremento da matéria orgânica no solo, resultado da decomposição gradual dos resíduos vegetais que permanecem sobre a superfície. Esse processo favorece a formação de agregados estáveis, aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) e melhora a fertilidade natural do solo, refletindo em melhor estrutura e maior capacidade de retenção de água (Crusciol *et al*., 2015). Além dos benefícios físicos e químicos, o SPD também contribui para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, uma vez que evita o revolvimento do solo, reduzindo a liberação de dióxido de carbono (CO_2) e de outros gases para a atmosfera (Silva *et al*., 2024). Essa característica confere ao sistema um papel importante nas estratégias de adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

Sob o aspecto econômico e operacional, o SPD proporciona uma redução significativa no uso de máquinas e combustíveis fósseis, uma vez que elimina etapas

do preparo convencional do solo, tornando o processo produtivo mais ágil, eficiente e de menor custo (SENAR, 2023). Essa diminuição no número de operações agrícolas reflete diretamente na economia de tempo, energia e insumos, além de reduzir o impacto ambiental associado ao uso excessivo de combustíveis. Contudo, a eficiência do sistema depende da adoção de práticas complementares, como a rotação de culturas, o uso contínuo de plantas de cobertura e o manejo adequado de pragas e doenças, que garantem a sustentabilidade do SPD ao longo dos ciclos produtivos (EMBRAPA, 2021).

A adoção do Sistema de Plantio Direto tem apresentado crescimento expressivo nas últimas décadas, consolidando-se como uma prática amplamente aceita e difundida em diversas regiões agrícolas do Brasil e do mundo. Essa expansão reflete o compromisso com a agricultura sustentável, que busca aliar alta produtividade à conservação ambiental, assegurando a manutenção dos recursos naturais e a viabilidade econômica das propriedades rurais (SENAR, 2023; EMBRAPA, 2023). Assim, o SPD representa não apenas uma técnica de manejo, mas uma filosofia de produção sustentável, pautada na conservação do solo e na eficiência dos sistemas agrícolas.

4.2 PLANTAS DE COBERTURA

As plantas de cobertura aumentam a capacidade de infiltração de água no solo, evitam o escorrimento superficial e promovem o aumento do reservatório hídrico no perfil do solo; protegem contra a erosão, preservam a amplitude térmica, favorecem os organismos do solo e estimulam a renovação de nutrientes, principalmente ao desenvolvimento radicular profundo. Além disso, são levantadas para o aumento da teoria de matéria orgânica e da capacidade de troca catiônica do solo (Silva *et al.,* 2024).

Além da proteção física do solo, as plantas de cobertura protegidas para o aumento da matéria orgânica na camada superficial, o que favorece a atividade biológica e a estruturação do solo. Este esporte orgânico é essencial para o equilíbrio dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Blanco-Canqui *et al.,* 2015). Destaca-se também o papel dessas plantas no ciclo de nutrientes, especialmente através da fixação biológica de nitrogênio quando leguminosas são utilizadas,

melhorando a fertilidade do solo e reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos (EMBRAPA, 2021; Silva *et al*., 2024).

Cardoso *et al*. (2013) destacam que as plantas de cobertura têm a finalidade de proteger o solo contra processos erosivos e reduzir a lixiviação de nutrientes. Além disso, algumas espécies de cobertura podem ser utilizadas para pastoreio, produção de grãos e sementes, silagem, feno e fornecimento de palha para o sistema de plantio direto, contribuindo para a sustentabilidade e produtividade dos sistemas agrícolas.

Um fator importante a ser considerando, são tanto as partes aérea das plantas de cobertura como suas raízes, pois contribuem na construção do perfil do solo, na redução das plantas daninhas. As plantas de cobertura causam efeitos nas plantas daninhas sob a forma de cobertura viva ou morta. As coberturas vivas crescendo vigorosamente inibem as plantas daninhas. As plantas que se estabelecem primeiro ocupam um espaço biológico mais rapidamente, suprimindo o desenvolvimento das outras plantas, que conseguirão se emergir se houver disponibilidade de espaço ainda não ocupado (Aires, 2020).

Plantas de cobertura competem com plantas daninhas por luz, água e nutrientes. Por exemplo, a palhada de *Urochloa ruziziensis* em entressafra reduziu significativamente a densidade e massa seca de plantas daninhas em sistemas sob plantio direto (Lima *et al*., 2022). Ainda, o uso de *Avena strigosa* (aveia-preta) como cobertura aumentou o período livre de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura e reduziu sua biomassa em 43,5 % a 67,5 % (Costa *et al*., 2022). Em experimentos com cobertura por *Pennisetum glaucum* (milheto) também se observou redução expressiva da infestação de plantas daninhas, quando combinados com outras espécies como *Fagopyrum esculentum* (trigo mourisco) ou *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) (Araújo *et al*., 2021). O sombreamento gerado por essas coberturas e a cobertura física do solo reduzem a luz disponível à germinação de sementes de plantas daninhas, o que inibe sua emergência e favorece o estabelecimento das culturas principais.

4.3 EFEITOS QUIMICOS DA ADUBAÇÃO VERDE NO SOLO

A utilização contínua de plantas de cobertura no Sistema de Plantio Direto (SPD) promove diversos efeitos positivos no solo, contribuindo para a sustentabilidade agrícola e o equilíbrio dos ecossistemas produtivos. Um dos mecanismos associados

a esses efeitos é a inibição da germinação e crescimento de plantas daninhas, que ocorre devido à competição direta por luz, água e nutrientes, além da liberação de compostos bioquímicos durante a decomposição da biomassa das coberturas (Blanco-Canqui *et al*., 2015; Araújo *et al.*, 2021; Costa *et al*., 2022; Lima *et al.*, 2022). Estudos demonstram que espécies como aveia-preta (*Avena strigosa*), braquiária (*Urochloa ruziziensis*), milheto forrageiro (*Pennisetum glaucum*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) reduzem significativamente a emergência e o desenvolvimento de plantas daninhas, contribuindo para a diminuição gradual da infestação ao longo dos ciclos agrícolas (Silva, 2022; Costa *et al*., 2022). Esses efeitos resultam em maior eficiência do manejo integrado de plantas daninhas e na melhoria da qualidade do solo em sistemas de plantio direto.

Entre os alelocompostos mais estudados destacam-se os glucosinolatos, presentes em espécies da família Brassicaceae, como o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), cujos resíduos mostraram inibição da emergência de plantas daninhas quando incorporados ao solo (Blanco-canqui *et al*., 2015). Já espécies como a aveia-preta (*Avena strigosa*) liberam ácidos fenólicos, que em estudo com extratos aquosos de *R. sativus* e *A. strigosa* demonstraram redução na germinação e crescimento radicular de plantas daninhas como *Amaranthus hybridus* (Koppen *et al*., 2020; Reginatto *et al*., 2023). Essas interações químicas variam conforme a espécie de cobertura utilizada, o estádio de desenvolvimento da planta, as condições de umidade e temperatura do solo, e o tempo de decomposição da palhada (Silveira *et al*., 2020).

Além do efeito alelopático, a presença constante da cobertura vegetal gera sombreamento e competição por recursos, reduzindo a incidência de luz sobre o solo e dificultando a germinação de sementes dormentes. Com isso, há uma diminuição do banco de sementes e da capacidade reprodutiva das plantas invasoras, tornando o manejo mais sustentável e menos dependente do uso de herbicidas (Reginatto *et al*., 2020; EMBRAPA, 2021). Esses efeitos combinados criam um ambiente químico e físico desfavorável para o estabelecimento de espécies daninhas, promovendo maior equilíbrio ecológico no agroecossistema (Nascente *et al*., 2015).

As melhorias químicas do solo decorrentes da adubação verde também favorecem a atividade microbiana e a ciclagem de nutrientes, proporcionando condições ideais para o desenvolvimento radicular das culturas comerciais. O aumento da matéria orgânica proveniente da decomposição das plantas de cobertura

eleva a capacidade de troca catiônica (CTC) e estimula a liberação gradual de nutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), resultando em maior fertilidade natural e eficiência na utilização da água (Nascente *et al*., 2015; Reginatto *et al*., 2020).

Dessa forma, a integração entre o efeito alelopático e as alterações edáficas e químicas do solo constitui uma estratégia eficaz para conservar a fertilidade, controlar plantas infestantes de forma natural e aumentar a capacidade produtiva de maneira ambientalmente responsável (Blanco-canqui *et al*., 2015; EMBRAPA, 2023).

4.4 EFEITOS FISICOS DA ADUBAÇÃO VERDE NO SOLO

A adubação verde, prática agrícola que consiste no cultivo de plantas específicas para incorporação ao solo, tem se destacado por seus importantes efeitos físicos benéficos no solo, promovendo melhorias estruturais que impactam diretamente na produtividade e sustentabilidade do agro ecossistemas. Dentre as principais mudanças observadas está a melhoria da agregação do solo, resultado da maior quantidade de matéria orgânica proveniente do material vegetal em reserva (Ziech *et al.,* 2015; EMBRAPA, 2023).

A matéria orgânica liberada pelos adubos verdes atua como agente ligante, unindo partículas do solo em agregados resultantes, que são fundamentais para a resistência à erosão e melhoria da estrutura física do solo (Chilcott; Dalal; 2018). A formação desses agregados propicia a redução da densidade aparente do solo, aumentando sua porosidade, o que favorece a infiltração e a retenção de água, essencial para o desenvolvimento radicular e a eficiência no uso da água pelas plantas (EMBRAPA, 2023).Além disso, a adubação verde contribui para a diminuição da compactação do solo, eliminando torrões e melhorando a aeração, por meio da descompactação natural fornecida pelo sistema radicular das plantas utilizadas (Gonçalves *et al.,* 2018).

A continuidade da cobertura do solo, característica essencial dos sistemas conservacionistas, reduz o impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície, o que minimiza a desagregação das partículas e, consequentemente, as perdas de solo por erosão hídrica. Entre as espécies utilizadas com essa finalidade, destacam-se a aveia-preta (*Avena strigosa*), que apresenta elevada produção de biomassa e rápida formação de palhada, promovendo eficiente proteção superficial do solo

(Droppa *et al*., 2022). Além disso, o uso de diferentes espécies de plantas de cobertura, como braquiária (*Urochloa ruziziensis*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e milheto (*Pennisetum glaucum*), contribui para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, aumentando a infiltração de água e a estabilidade dos agregados (Silva *et al*., 2020).

Dessa forma, a adubação verde constitui uma estratégia eficiente para promover a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, favorecendo a retenção de umidade, o incremento de matéria orgânica e o estímulo à atividade biológica do solo, fatores fundamentais para o aumento da produtividade a longo prazo (Silva *et al*., 2022; Droppa *et al*., 2022).

4.5 VANTAGENS ECONOMICAS DAS PLANTAS DE COBERTURA

As plantas de cobertura desempenham papel fundamental na sustentabilidade e na economia da produção agrícola. Em particular, as leguminosas de inverno, como a ervilhaca, destacam-se pela capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico via simbiose com bactérias específicas, o que aumenta significativamente a disponibilidade desse nutriente no solo (EMBRAPA, 2021). Essa fixação biológica de nitrogênio é especialmente benéfica para culturas sucessoras, como o milho, cuja produtividade pode ser incrementada devido à maior oferta de nitrogênio disponível (Melo *et al.,* 2021).

A velocidade de liberação do nitrogênio pelas plantas de cobertura varia conforme a relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos. Resíduos com baixa relação C/N, como os da ervilhaca, liberam aproximadamente 60% do nitrogênio da matéria seca nos primeiros 30 dias após o manejo, enquanto como a aveia liberada apresenta mais lenta, da ordem de 40% no mesmo período (Silva Hirata, 2019; Melo *et al.,* 2021). Essa rapidez torna as leguminosas mais lucrativas para culturas que exigem nitrogênio imediatamente após o plantio.

Além da melhoria na fertilidade do solo, o uso de plantas de cobertura reduz a necessidade de insumos externos, como fertilizantes nitrogenados, gerando economia direta para o produtor (Oliveira *et al.,* 2020). Outras vantagens econômicas incluem a proteção do solo contra a erosão, a redução da compactação e o controle natural das plantas daninhas, fatores que diminuem significativamente os custos de produção, especialmente com o uso de defensivos agrícolas e o preparo do solo.

Conforme destaca Melo (2023), o emprego de plantas de cobertura no Sul do Brasil contribui não apenas para a conservação do solo e a sustentabilidade do sistema produtivo, mas também para a redução de gastos operacionais, ao diminuir a necessidade de intervenções químicas e mecânicas no manejo das lavouras.

4.6 PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas representam um dos principais desafios para a agricultura, devido à sua interferência direta sobre o desenvolvimento e a produtividade das culturas. A forma mais conhecida dessa interferência ocorre pela competição por recursos essenciais como nutrientes minerais, luz, água e espaço, comprometendo o crescimento e o rendimento das plantas cultivadas (Campos *et al*., 2023; EMBRAPA, 2023).Essa competição pode resultar na diminuição do crescimento, produtividade e qualidade dos produtos agrícolas, além de causar contaminação por impurezas e aumento nos custos de manejo, sobretudo quando não são adotadas práticas integradas de controle (Campos *et al*., 2023).

As plantas daninhas apresentam elevada capacidade adaptativa, o que lhes confere alta competitividade em sistemas agrícolas. Essa competitividade está associada ao grande potencial de produção de sementes, rápida germinação e sistemas radiculares profundos, capazes de explorar melhor os recursos do solo e competir por nutrientes, luz e água (Campos *et al*., 2023; Carvalho *et al*., 2024). Além disso, diversas espécies cultivadas como plantas de cobertura, como a braquiária (*Urochloa ruziziensis*) e o milheto (*Pennisetum glaucum*), apresentam características fisiológicas e morfológicas que favorecem o sombreamento e a liberação de compostos alelopáticos, os quais contribuem para a supressão de plantas espontâneas e para a melhoria das condições do solo (Carvalho *et al*., 2024).

Medidas preventivas e práticas culturais adequadas são fundamentais para minimizar os danos causados pelas plantas daninhas, evitando tanto a disseminação de novas espécies quanto o aumento das populações já estabelecidas (Embrapa, 2023). O manejo cultural, com o uso de adubos verdes e plantas de cobertura na entressafra, como aveia-preta (*Avena strigosa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum*), tem se mostrado eficaz em reduzir o banco de sementes no solo, diminuir a incidência de plantas invasoras e melhorar os atributos físicos e químicos do solo (Alamini Junior *et al*., 2023).

A competição com plantas daninhas reduz significativamente o rendimento agrícola, pois afeta a disponibilidade de água e nutrientes para as culturas principais, resultando em perdas econômicas e menor eficiência produtiva. Assim, a integração de estratégias de manejo, associando plantas de cobertura e práticas culturais sustentáveis, é essencial para promover produtividade agrícola e conservação do solo (Link *et al*., 2021; Embrapa, 2023).

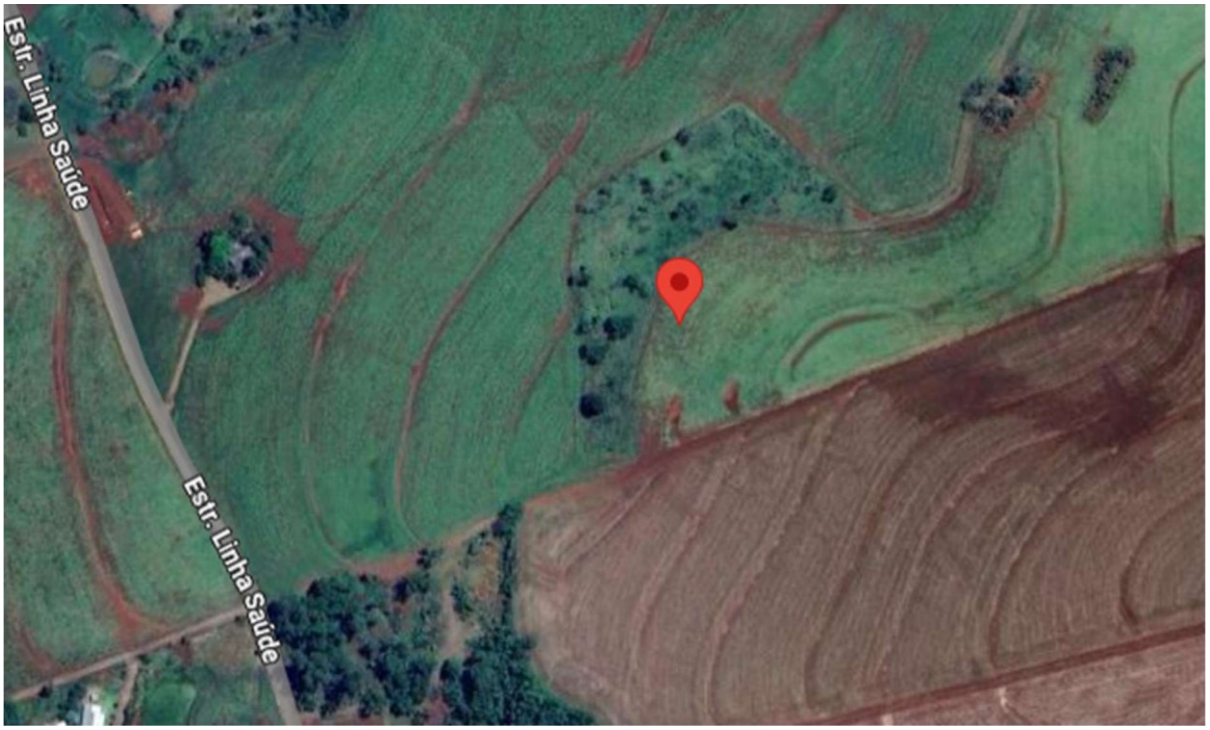
A competição das plantas reduz significativamente o rendimento agrícola, pois afeta a disponibilidade de água e nutrientes para as culturas principais, levando a prejuízos econômicos importantes (Oliveira *et al*., 2020). Portanto, a integração de estratégias de manejo, incluindo o uso de plantas de cobertura e práticas culturais corretas, é fundamental para garantir uma produção eficiente e sustentável, com controle eficaz das plantas invasoras.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado entre os meses de abril e julho de 2025, no município de Medianeira, localizado na região Oeste do Estado do Paraná, com coordenadas geográficas 25°17'26.6"S e 54°08'59.8"W (Figura 1). De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da área é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido, com verões quentes, invernos brandos e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (IAPAR, 2019).

Figura 1 – Localização geográfica da área de condução do estudo de supressão de plantas daninhas.



Fonte: Google Maps, 2025.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022), as Normais Climatológicas de 1991–2020 indicam que o Oeste do Paraná apresenta precipitação média anual entre 1.800 e 2.000 mm e temperaturas médias anuais variando de 20 a 23 °C, sem ocorrência de estação seca definida. Essa condição favorece o crescimento contínuo da vegetação e o cultivo de espécies agrícolas ao longo do ano.

O regime de chuvas é influenciado principalmente pela Massa Tropical Atlântica (mTa) e pela Massa Polar Atlântica (mPa), que atuam alternadamente sobre a região,

resultando em uma baixa sazonalidade hídrica e alta umidade relativa (Santos *et al*., 2021). Conforme o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná, 2023), as temperaturas médias mensais em Medianeira variam entre 16 °C no inverno e 29 °C no verão, com chuvas regulares em todos os meses.

Além disso, a topografia suavemente ondulada e a altitude média de 400 a 420 m contribuem para a distribuição uniforme das precipitações e para a manutenção da umidade do solo, fatores determinantes para o bom desenvolvimento das culturas agrícolas regionais. Esses aspectos consolidam o Oeste do Paraná como uma das regiões de maior potencial agrícola e zootécnico do estado, com forte presença de sistemas de produção integrados (INMET, 2023; IDR-Paraná, 2024).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, incluindo seis tratamentos: T1 aveia preta (*Avena strigosa Schreb*), T2 trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum Moench*), T3 nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), T4 milheto forrageiro (*Pennisetum glaucum*), T5 braquiária (*Urochloa ruziziensi*) e T6 testemunha (terra nua, sem cobertura). Cada tratamento foi replicado em três blocos, e as parcelas individuais tiveram área de 6 m², totalizando uma área experimental de 90 m². Para garantir os melhores resultados em cada cultivo, a semeadura foi realizada seguindo recomendações específicas de cada espécie.

Com as escolhas de áreas feita de forma aleatória e espaçamento de 1m² entre parcelas para permitir um manejo adequado e evitar interferência entre tratamentos. Este delineamento possibilita a análise comparativa da eficácia individual das espécies e da ausência de cobertura na supressão das plantas.

O local destinado ao estudo trata-se de uma área com mais de 30 anos de utilização agrícola com produção de grãos, devido ao histórico do local, para a implantação do estudo não se utilizou adubação para correção do solo. O preparo do solo constitui-se apenas de forma mecânica utilizando arrastão e pé de pato.

5.2 PLANTIO E MANEJO DAS PLANTAS DE COBERTURA

A semeadura foi realizada a lanço, e os tratamentos foram organizados em parcelas separadas, distribuídas da seguinte maneira: T1 recebeu 60g de aveia preta (*Avena strigosa Schreb*), T2 recebeu 60g de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum Moench*), T3 80g de nabo forrageiro (*Raphanus sativus L*.), T4 60g de milheto

forrageiro (*Pennisetum glaucum*), T5 foi composto por 80g braquiária (*Urochloa ruziziensi*) e o T6 consiste em terra nua, sem cultura implantada.

Conduziu-se durante o período de entressafra, que é o período ideal para o plantio das culturas de cobertura, que geralmente ocorre entre os meses de março e setembro.

O manejo das plantas de cobertura foi realizado por meio do tombamento mecânico apenas com o trator, de modo a acamar a fitomassa sobre o solo e formar uma camada uniforme de palhada. O procedimento foi executado em momentos distintos para cada espécie, considerando o ciclo fenológico de desenvolvimento das culturas de cobertura, de forma que o manejo coincidisse com o início da floração, período em que a produção de biomassa e o potencial de cobertura do solo são máximos.

Essa diferença de datas no tombamento foi necessária para respeitar o ciclo de cada espécie, o milheto e o nabo forrageiro, por apresentarem ciclo mais curto, foram manejados aproximadamente 60 dias após a semeadura, enquanto as demais culturas enquanto aveia, trigo e braquiária permaneceram em crescimento, por cerca de 30 dias adicionais, permitindo o tombamento tardio, sem comprometer a uniformidade e a eficiência da cobertura vegetal sobre o solo.

5.3 COLETA DE DADOS E AVALIAÇÕES

A coleta dos dados ocorreu após o desenvolvimento completo das plantas de cobertura, iniciando-se 23 dias após a semeadura. Para as amostragens, utilizou-se um quadrado de 0,5 m², lançado duas vezes por parcela de forma aleatória, totalizando duas unidades amostrais por parcela, assegurando maior representatividade. A amostragem por quadrado de 0,5 m² lançado aleatoriamente é prática consolidada em levantamentos fitossociológicos de plantas daninhas e permite a contagem e identificação das espécies dentro da moldura (Cabrera *et al*., 2019). Em sistemas com plantas de cobertura na Região Sul, trabalhos aplicam a mesma lógica de molduras lançadas aleatoriamente (molduras entre 0,25 e 0,5 m²) para quantificar a vegetação, cobertura e embasar a identificação das espécies espontâneas presentes (Valmorbida *et al*., 2020; Parizotto *et al*., 2023).

Figura 2 - Delimitação e coleta de amostragem das espécies espontâneas presentes no campo experimental.



Fonte: Autor, 2025

As plantas daninhas foram identificadas e quantificadas de acordo com cada área de estudo, para as quais foram calculadas a frequência absoluta (F), frequência relativa (FR), densidade absoluta (D), densidade relativa (DR), abundância absoluta (A), abundância relativa (AR) e índice de valor de importância (IVI) para as espécies mais representativas, com base na metodologia proposta por Unamuzaga *et al.* (2024).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 demonstra as espécies de plantas espontâneas observadas após o levantamento fitossociológico conduzido na área de implantação do experimento, evidenciando a composição florística presente sob as diferentes culturas de cobertura.

Tabela 1 – Família, espécie e nome comum da comunidade de plantas daninhas identificada nas diferentes culturas de cobertura utilizadas no experimento.

Família	Espécie	Nome comum
	Aveia	
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Picão-preto
Poaceae	*Digitaria horizontalis*	Rubi
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	Trapoeraba
Rubiaceae	*Richardia brasiliensis*	Poia
	Braquiária	
Poaceae	*Digitaria horizontalis*	Rubi
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Picão-preto
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	Trapoeraba
Rubiaceae	*Richardia brasiliensis*	Poia
	Milheto	
Poaceae	*Digitaria horizontalis*	Rubi
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Picão-preto
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	Trapoeraba
Rubiaceae	*Richardia brasiliensis*	Poia
	Nabo forrageiro	
Poaceae	*Digitaria horizontalis*	Rubi
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Picão-preto
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	Trapoeraba
Rubiaceae	*Richardia brasiliensis*	Poia
	Trigo	
Poaceae	*Digitaria horizontalis*	Rubi
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	Trapoeraba
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Picão-preto
Rubiaceae	*Richardia brasiliensis*	Poia
	Testemunha	
Poaceae	*Digitaria horizontalis*	Rubi
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	Trapoeraba
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Picão-preto
Rubiaceae	*Richardia brasiliensis*	Poia
Asteraceae	*Conyza bonariensis*	Buva

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Verifica-se também que, mesmo sob as diferentes espécies de plantas de cobertura, houve predomínio das mesmas famílias botânicas, embora em diferentes proporções. Esse comportamento indica que as coberturas não alteraram a composição florística inicial, mas podem ter influenciado a densidade e a frequência relativa das espécies, como será demonstrado nos parâmetros fitossociológicos.

Observa-se que, apesar das diferentes coberturas utilizadas, as famílias Asteraceae, Poaceae, Commelinaceae e Rubiaceae se mantiveram predominantes em todas as áreas avaliadas. Esse comportamento indica que as plantas de cobertura não modificaram de forma significativa a composição florística inicial da comunidade infestante, mas atuaram principalmente sobre a densidade e frequência relativa das espécies, o que demonstra um efeito de supressão parcial e não de exclusão total das plantas daninhas. Resultados semelhantes foram relatados por Caetano *et al*. (2018), os quais observaram que as coberturas vegetais reduzem a emergência de espécies infestantes por meio da competição por recursos e da liberação de compostos alelopáticos, mas não alteram substancialmente a diversidade de famílias botânicas presentes.

De acordo com Oliveira *et al*. (2020) e Silva *et al*. (2022) a persistência das mesmas famílias em diferentes sistemas de cobertura ocorre porque muitas espécies infestantes apresentam alta adaptabilidade ecológica, germinando mesmo sob sombreamento e camadas espessas de palha. Ainda assim, as coberturas reduzem o número total de indivíduos e o Índice de Valor de Importância (IVI) de espécies-problema como *Conyza bonariensis* e *Bidens pilosa*.

Portanto, a análise fitossociológica permite concluir que, embora o uso de plantas de cobertura não elimine as famílias infestantes predominantes, ele diminui a pressão populacional das espécies mais competitivas, favorecendo o equilíbrio da comunidade vegetal e contribuindo para um manejo integrado mais sustentável das plantas daninhas (Caetano *et al*., 2020).

Podemos analisar na tabela 2, os parâmetros fitossociológicos calculados para as principais espécies de plantas daninhas encontradas nas diferentes culturas de cobertura avaliadas. Os índices compreendem frequência absoluta (F), frequência relativa (FR), densidade absoluta (D), densidade relativa (DR), abundância absoluta (A), abundância relativa (AR) e o índice de valor de importância (IVI).

Tabela 2 - Avalição dos parâmetros fitossociológicos: Frequência Absoluta (F), Frequência Relativa (FR), Densidade Absoluta (D), Densidade Relativa (DR), Abundância Absoluta (A), Abundância Relativa (AR), Índice de Valor de Importância (IVI).

Aveia							
Espécie	**F (%)**	**FR (%)**	**D (m²)**	**DR (%)**	**A**	**AR (%)**	**IVI (%)**
Picão preto	9,8	1,96	0,392	0,0784	0,01568	0,003136	0,000627
Rubi	9,8	1,96	0,392	0,0784	0,01568	0,003136	0,000627
Trapoeraba	8,8	1,76	0,352	0,0704	0,01408	0,002816	0,000563
Poia	7,6	1,52	0,304	0,0608	0,01216	0,002432	0,000486
Braquiária							
Rubi	14,6	2,92	0,584	0,1168	0,02336	0,004672	0,0009344
Picão preto	11,2	2,24	0,448	0,0896	0,01792	0,003584	0,0007168
Trapoeraba	8	1,6	0,32	0,064	0,0128	0,00256	0,000512
Poia	7,2	1,44	0,288	0,0576	0,01152	0,002304	0,0004608
Milheto							
Rubi	12,4	2,48	0,496	0,0992	0,01984	0,003968	0,0007936
Picão preto	11,8	2,36	0,472	0,0944	0,01888	0,003776	0,0007552
Trapoeraba	10,6	2,12	0,424	0,0848	0,01696	0,003392	0,0006784
Poia	7	1,4	0,28	0,056	0,0112	0,00224	0,000448
Nabo							
Rubi	6,4	1,28	0,256	0,0512	0,01024	0,002048	0,00041
Picão preto	5,8	1,16	0,232	0,0464	0,00928	0,001856	0,000371
Trapoeraba	5,6	1,12	0,224	0,0448	0,00896	0,001792	0,000358
Poia	4,8	0,96	0,192	0,0384	0,00768	0,001536	0,000307
Trigo							
Rubi	12	2,4	0,48	0,096	0,0192	0,00384	0,000768
Trapoeraba	11	2,2	0,44	0,088	0,0176	0,003252	0,000704
Picão preto	10,6	2,12	0,424	0,0848	0,01696	0,003392	0,000678
Poia	7,4	1,48	0,296	0,0592	0,01184	0,002368	0,000474
Testemunha							
Rubi	28,4	5,68	1,136	0,2272	0,04544	0,009088	0,0018176
Picão preto	24,8	4,96	0,992	0,1984	0,03968	0,007936	0,0015872
Trapoeraba	22	4,4	0,88	0,176	0,0352	0,00704	0,001408
Poaia	16,8	3,36	0,672	0,1344	0,02688	0,005376	0,0010752
Buva	6,8	1,36	0,272	0,0544	0,01088	0,002176	0,0004352

Fonte: Autor, 2025.

A avaliação fitossociológica evidenciou que todas as coberturas testadas (aveia-preta, braquiária, milheto, nabo forrageiro e trigo-mourisco) reduziram a ocorrência das principais espécies daninhas em relação à testemunha, refletindo-se em menores valores de F, D, AR e IVI. De modo geral, a comunidade infestante foi composta por *Bidens pilosa* (picão-preto), *Digitaria sp.* (“rubi”), *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Richardia brasiliensis* (poia) e *Conyza bonariensis* (buva).

A testemunha apresentou, como esperado, os maiores valores absolutos para todas as espécies, confirmando que a ausência de palhada favorece a emergência e a manutenção das daninhas no sistema. Esse comportamento é coerente com o efeito

já documentado de coberturas vegetais na supressão por barreira física, modificação de luz e temperatura na superfície e competição por recursos (Coelho *et al.,* 2016; Silva *et al.,* 2024).

Em todas as coberturas, *Conyza bonariensis* (buva) apresentou ocorrência nula (F = D = 0), contrastando com a testemunha, onde houve registro (F = 6,8; D = 0,272). Esse resultado indica supressão total da buva pelos sistemas de cobertura, o que está em consonância com estudos recentes que destacam o efeito físico e químico da palhada sobre a germinação de sementes. Segundo Grün *et al*. (2024), coberturas formadas por gramíneas, como a aveia-preta (*Avena strigosa*) e o milheto (*Pennisetum glaucum*), bem como por espécies da família Brassicaceae, como o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), promovem redução significativa da emergência de *Conyza spp.*. Esse efeito está associado ao bloqueio da luz, ao amortecimento térmico e à diminuição da disponibilidade hídrica superficial, fatores que desfavorecem a germinação de sementes pequenas e fotoblásticas.

Além disso, ensaios de manejo integrado de plantas daninhas demonstram que a presença de cobertura vegetal antes da semeadura das culturas comerciais reduz expressivamente o banco de sementes de *Conyza bonariensis* e amplia o período anterior à interferência (PAI), intervalo em que as plantas daninhas começam a causar prejuízos significativos à produtividade (Biffe, 2018).

As plantas daninhas, *Digitaria sp.* (“rubi”) e *Bidens pilosa* (picão-preto), essas espécies exibiram reduções consistentes de F e D sob todas as coberturas quando comparadas à testemunha, com destaque para nabo forrageiro e aveia. No conjunto dos tratamentos, o nabo forrageiro apresentou as menores frequências absolutas e densidades para rubi e picão-preto, seguido por aveia, também com decréscimos marcantes, enquanto braquiária, milheto e trigo se posicionaram em patamar intermediário. A supressão de rubi e picão-preto é atribuída ao fechamento rápido do dossel, no caso de brassicáceas, a efeitos alelopáticos (isotiocianatos) que inibem germinação estabelecimento logo após o manejo (Coelho *et al.,* 2016; EMBRAPA, 2023; Silva *et al.,* 2024).

*Commelina benghalensi*s (trapoeraba) e *Richardia brasiliensis* (poia), ambas responderam bem à cobertura, com quedas de F, D e IVI em todos os tratamentos e maior supressão sob nabo e aveia. Ensaios recentes mostram que trapoeraba e poia são sensíveis à redução da irradiância na superfície do solo e à modulação térmica

promovida pela palhada, fatores que atrasam a emergência e diminuem o número de indivíduos estabelecidos (Silva *et al*., 2022).

Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), os dados mostram o melhor desempenho global do nabo na redução de F, D e IVI para as quatro espécies mais comuns (rubi, picão-preto, trapoeraba e poia). Além do rápido fechamento e alta cobertura em curto prazo, brassicáceas liberam compostos bioativos após o manejo, intensificando a supressão inicial de daninhas. Relatos brasileiros destacam que o nabo cobre rapidamente o solo (≈60 dias) e, quando manejado no florescimento, deixa palhada com bom potencial de supressão (EMBRAPA, 2022). Os resultados aqui observados corroboram essa base fisiológica ecoquímica.

Aveia-preta (*Avena strigosa*) apresentou o segundo melhor desempenho médio, com reduções expressivas em todas as espécies. A literatura recente evidencia que a palhada de aveia aumenta o PAI e reduz o estabelecimento de espécies de sementes pequenas (ex.: *Bidens, Conyza*), devido à barreira física e redução da luz no nível do solo (Coelho *et al.,* 2016). Em sistemas anuais no Sul do Brasil, aveia-preta se destaca pela produção de biomassa e persistência da palhada, sustentando controle por mais tempo (Silva *et al*., 2024).

Braquiária (*Urochloa ruziziensis*) exibiu supressão robusta, especialmente contra trapoeraba e rubi. Estudos com *U. ruziziensis* em semeadura direta indicam reduções consistentes da comunidade infestante em diferentes épocas e arranjos de semeadura, devido à alta produção de resíduo e cobertura contínua (Timossi *et al.*, 2018). Os padrões observados validam a recomendação da espécie para reduzir a emergência inicial e diminuir o IVI de espécies-problema.

Milheto (*Pennisetum glaucum*) e Trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum)*, situaram-se em faixa intermediária de supressão. No milheto, a cobertura e o sombreamento inicial foram suficientes para reduzir F e D das principais espécies, embora com magnitude ligeiramente menor que em nabo e aveia resultado compatível com o perfil de decomposição e persistência do resíduo do milheto. Boletins técnicos recentes destacam a necessidade de massa mínima e momento adequado de manejo para maximizar o efeito supressor (EMBRAPA, 2022). Já o trigo-mourisco formou palhada eficiente no curto prazo, estudos de campo em sistemas de milho e feijão mostram reduções moderadas a altas em densidade de daninhas quando há fechamento rápido e uniformidade de acamamento da palhada (Silva *et al.,* 2022).

A queda simultânea de F (distribuição espacial), D (nº de indivíduos por área) e A/AR (concentração nas unidades onde ocorrem) sob coberturas evidencia menor recrutamento e menor capacidade de manutenção das populações de daninhas. Consequentemente, o IVI síntese da importância ecológica foi reduzido sob todos os tratamentos com cobertura, com menores valores médios em nabo e aveia. Tais padrões confirmam que a cobertura altera a composição florística e rebaixa a dominância de espécies-chave, criando um ambiente menos favorável à sua perpetuação (Coelho *et al.,* 2016; Silva *et al.,* 2022).

Três mecanismos ajudam a explicar a consistência desses achados: (i) efeito físico (mulch) que reduz luz e amortece temperatura na linha do solo, (ii) competição precoce por água e nutrientes nas fases iniciais das daninhas, e (iii) efeitos químicos (alelopatia) de algumas coberturas, notadamente brassicáceas (nabo) e misturas com elevado teor de compostos fenólicos (EMBRAPA, 2022; Silva *et al.,* 2024). Em síntese, os resultados sustentam a inclusão regular de coberturas no manejo integrado, reduzindo a pressão de infestação e retardando a necessidade de controle químico.

No contexto experimental desta pesquisa, nabo forrageiro, manejado no início da floração e aveia-preta apresentaram a maior efetividade, F, D e IVI das principais daninhas, com buva ausente sob todas as coberturas, seguidos de braquiária, milheto e trigo-mourisco. Para maximizar a supressão ao longo do inverno, entressafra e começo da cultura de verão, recomenda-se: (i) assegurar massa de palhada (escolha da espécie, densidade e adubação de estabelecimento), (ii) sincronizar o manejo com o pico de biomassa, e (iii) quando possível, rotacionar entre gramíneas e brassicáceas para somar mulch persistente (gramíneas) e impulsos alelopáticos (brassicáceas) (Silva *et al*., 2024).

Portanto, o uso adequado das plantas de cobertura deve ser planejado conforme os objetivos de manejo e as espécies problemáticas predominantes na área. Recomenda-se o consórcio de espécies com diferentes arquiteturas e hábitos de crescimento, como aveia e nabo, para ampliar o espectro de supressão e reduzir a necessidade de controle químico. Resultados semelhantes foram relatados por Silva *et al.* (2022), que observaram diminuição significativa da infestação de *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis* em sistemas integrados de cobertura vegetal.

Em síntese, a análise fitossociológica demonstrou que as plantas de cobertura exercem papel fundamental na dinâmica das comunidades de plantas daninhas. A

escolha adequada da espécie, aliada ao manejo correto do sistema de plantio direto, representa uma ferramenta eficiente e sustentável para o controle integrado, com redução do uso de herbicidas e promoção da conservação do solo, conforme enfatizado por Embrapa (2021).

De modo geral, os resultados obtidos demonstram que o uso de plantas de cobertura foi eficiente na supressão de plantas daninhas, atingindo plenamente os objetivos propostos neste estudo. Observou-se que o nabo forrageiro e a aveia-preta se destacaram como as espécies mais eficientes na redução da densidade, frequência e importância ecológica das principais plantas daninhas da área experimental, como *Bidens pilosa, Richardia brasiliensis* e *Commelina benghalensis*. Essas coberturas promoveram um ambiente de menor luminosidade e maior acúmulo de palhada sobre o solo, prolongando o Período Anterior à Interferência (PAI) e, consequentemente, diminuindo a necessidade de controle químico em estádios iniciais das culturas subsequentes.

Os resultados confirmam que a integração de espécies de cobertura ao sistema de cultivo representa uma alternativa sustentável de manejo, capaz de reduzir o uso de herbicidas e contribuir para a manutenção da qualidade física e biológica do solo. Ainda assim, observa-se a necessidade de novos estudos de longo prazo, que avaliem a persistência dos efeitos supressores, a influência da decomposição da palhada, bem como a associação entre diferentes espécies de cobertura (misturas de gramíneas e crucíferas) em diferentes condições edafoclimáticas. Essas investigações poderão ampliar o entendimento sobre a dinâmica das plantas daninhas e aprimorar as estratégias de manejo integradas para diferentes sistemas agrícolas do Sul do Brasil.

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que o uso de diferentes espécies de plantas de cobertura é uma estratégia eficaz e sustentável no manejo de plantas daninhas em sistemas de plantio direto. As espécies avaliadas demonstraram capacidade diferenciada de supressão, com destaque para o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e a aveia-preta (*Avena strigosa*), que apresentaram maior eficiência na redução da densidade e frequência das principais infestantes, especialmente *Conyza bonariensis* e *Bidens pilosa*. A presença constante da palhada e o sombreamento proporcionado pelas coberturas vegetais favoreceram a inibição da germinação de sementes fotoblásticas positivas e contribuíram para a diminuição do banco de sementes do solo.

Dessa forma, confirma-se que a adoção de plantas de cobertura é uma prática essencial para o fortalecimento do Sistema Plantio Direto (SPD), promovendo benefícios agronômicos, ambientais e econômicos. Além da supressão natural de plantas daninhas, as coberturas melhoram a estrutura e fertilidade do solo, reduzem a necessidade de herbicidas e aumentam a sustentabilidade produtiva a longo prazo. Assim, recomenda-se a ampliação do uso dessas espécies em sistemas agrícolas do Oeste do Paraná, destacando seu potencial em integrar práticas conservacionistas e contribuir para uma agricultura mais equilibrada e de menor impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

AIRES, Luís Fernandes. Coberturas vegetais e seus efeitos na dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto. **Revista Verde de Agroecologia**, v. 15, n. 3, p. 210–219, 2020. DOI**:** https://doi.org/10.33240/rba.v15i3.

ALAMINI JUNIOR, Marcus Vinicius; Dambrós, Pedro Horevicz; Zanella, Jaqueline Beatris; Severo, Igor Kieling; Brugnara Soares, Andre; Missio, Regis Luis. Buckwheat, alternative as second crop during the Summer and the Autumn in Southern Brazil: a crop review. **Ciência Rural**, v. 54, n. 7, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/yGF7xX5936ZvyDWDpGn7kQg/?format=pdf&lang=en> . Acesso em: 12 de out. 2025.

ARAÚJO, Fernando C. De; Nascente, Adriano S.; Guimarães, Juliana L. N. Plantas de cobertura na entressafra no manejo de plantas daninhas em área de plantio direto. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 1, p. 50-57, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n106rc.

BALBINOT Júnior, Alvadi antônio; Moraes, Aníbal; Pelissari, Adelino; Dieckow, Jeferson; Veiga, Milton da. Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 569–576, 2008. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=be9ed43e-9781-4f41-8e05-41b0ca488553>. Acesso em 12 de out. 2025.

BIFFE, Denis Fernando., Constantin, Jamil., Oliveira Junior, Rubem Silvério De. Interferência Das Plantas Daninhas Nas Plantas Cultivadas. In: Brandão Filho, J.U.T., Freitas, P.S.L., Berian, L.O.S., And Goto, R., Comps. **Interferência das plantas daninhas nas plantas cultivadas**. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 339-355. ISBN: 978-65-86383-01-0. DOI: https://doi.org/10.7476/9786586383010.0012.

BLANCO-CANQUI, H.; Ruis, S. J.; Holman, J. D.; Creech, C. F.; Obour, A. K. Can cover crops improve soil ecosystem services in water-limited environments? **A review. Soil Science Society of America Journal,** 86(1), 1-18. 2015. DOI: 10.1002/saj2.20335. Disponível em: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4znyDVa4/?utm_source=chatgpt.com >. Acesso em 12 de out. 2025.

CABRERA, D. C.; Vaz-De-Melo, A.; De La Fuente, E. B**.** Phytosociological Survey of Sugarcane Crop Weeds in Different Environments of Argentina. **Planta Daninha**, v. 37, e019214850, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/RNvJ6TfwMVsSj8qswbHddFG/?lang=en>. Acesso em 12 de out. 2025.

CAETANO, J. H. S.; Anschau, K. A.; Seidel, E.P; Jean Sérgio Rosset, J. S.; Marcos César Motin, M. C. **Produtividade da Soja em Sucessão a Plantas de Cobertura. XII reunião sul brasileira de ciência do solo**. 17/04/2018

CAMPOS, Marcos L. de., Lacerda, Marlon L., Aspiazú, Ignacio., Carvalho, Abner J. de., Silva, Rafael F**.** Weed interference periods in cowpea crop. **Revista Ciência**

Agrícola e Ambiental Tropical*,* v. 27, n. 4, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rcaat/a/dG9mQCCpBTRbcZ9ZVNqTx9j/. >. Acesso em 12 de out. 2025.

CARDOSO, Dione P.; SILVA, Marx L. N.; CARVALHO, Gabriel J. De; FREITAS, Diego A. F. De; AVANZI, Junior C. Espécies de plantas de cobertura no recondicionamento químico e físico do solo. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 375-382, 2013. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/968418. >. Acesso em 12 de out. 2025.

CARVALHO, Arminda Moreira De; Ramos, Maria Lucrecia Gerosa; Da Silva, Vivian Galdino; De Sousa, Thais Rodrigues; Malaquias, Juaci Vitoria; Ribeiro, Fabiana Piontekowski; De Oliveira, Alexsandra Duarte; Marchão, Robélio Leandro; Da Fonseca, Ana Caroline Pereira; Dantas, Raíssa De Araujo. **Cover Crops Affect Soil Mineral Nitrogen and N Fertilizer Use Efficiency of Maize No-Tillage System in the Brazilian Cerrado***.* Land, v. 13, n. 5, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/land13050693

CARVALHO, Martha Lustosa; Vanolli, Beatriz Da Silva; Schiebelbein, Bruna Emanuele; Borba, Daniel Aquino De; Luz, Felipe Bonini Da; Cardoso, Gabriela Marques; Bortolo, Larissa De Souza; Maróstica, Maria Emília Moreira; Souza, Victória Santos. Guia prático de plantas de cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo **Aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo***.* Piracicaba: ESALQ/USP, 2022. DOI: 10.11606/9786589722151.

CHILCOTT, C. R; Dalal, Ram. C; Parton, W. J; Carter, J.O; King, A.J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. **Soil Research**, v. 56, n. 3, p. 293–303, 2018. DOI: https://doi.org/10.1071/SR06105

COELHO, Stéliane Pereira; Galvão, João Carlos Cardoso; Trogello, Emerson; Campos, Silvane De Almeida; Pereira, Luís Paulo Lelis; Barrella, Tatiana Pires; Cecon, Paulo Roberto; Pereira, Adalgisa de Jesus. Coberturas vegetais na supressão de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.1, p. 65-72, 2016. DOI: https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n1p65-72

COSTA, Neumarcio Vilanova Da; Ferreira, Alexandre C. De B.; Silva, João P.; Souza, Maria L. De; Almeida, Carlos H. De. Períodos de convivência de plantas daninhas com cenoura cultivada com e sem palhada de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, e02897, 2022. Disponível em: https://apct.sede.embrapa.br/index.php/pab/article/view/27167 >. Acesso em 12 de out. 2025.

CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa; Sorato, Rogério Peres*.,* Benefícios das plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 39, n. 6, p. 1236–1247, 2015. DOI: 10.1007/s13593-020-00631-6

DROPPA, S. K.; Gatto, L. A.; Castel Dickel, E. J. D.; Araldi, D. F. Desempenho de cultivares de aveia-preta (*Avena strigosa*) como estratégia na alimentação animal e cobertura do solo no Sul do Brasil. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão**, UNICRUZ, 2022. Disponível em: https://revistaanais.unicruz.edu.br/index.php/inter/article/download/1512/1712/6214. >. Acesso em 12 de out. 2025.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Estudo sobre plantas de cobertura no manejo sustentável**, DF: EMBRAPA, 2022. Disponível em:< https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/71525687/estudos-sobre-plantas-de-cobertura-como-alternativa-de-manejo-sustentavel>. Acesso em: 16 out. 2025.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Forrageiras adaptadas ao sistema de plantio direto no Brasil. Brasília:** EMBRAPA, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 16 out. 2025.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Potencial alelopático do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.)**. Passo Fundo: EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/trigo>. Acesso em: 16 out. 2025.

EMBRAPA. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Cobertura do solo com leguminosas.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/producao/sistema-de-cultivo/cobertura-do-solo-com-leguminosas>. Acesso em: 16 out. 2025.

ESHEL, G.; Egozi, R.; Goldwasser, Y.; Kashti, Y.; Fine, P.; Hayut, E.; Kazukro, H.; Rubin, B.; Dar, Z.; Keisar, O.; Disegni, D.M. Benefits of growing potatoes under cover crops in a Mediterranean climate. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 211:1–9, 2015.

FAEP – Federação da Agricultura do Estado do Paraná. **Manejo integrado e sustentável de plantas daninhas.** Curitiba, 2024. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2025/02/PR.0379-Manejo-integrado-e-sustentavel-de-plantas-daninhas.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025.

IAPAR - NSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - Atlas Climático do Estado do Paraná. **PR: IAPAR / IDR-PR**, Londrina, 2019. Disponível em: https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf. >. Acesso em: 16 out. 2025.

IDR-PARANÁ – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. **Dados meteorológicos históricos e atuais**. Curitiba: IDR-PARANÁ, 2024. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Dados-Meteorologicos-Historicos-e-Atuais>. Acesso em: 16 out. 2025.

IDR-PARANÁ – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. **Mapas climáticos mensais: temperatura e precipitação**. Curitiba: IDR-PARANÁ, 2023. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Mapas-Climaticos-Mensais>. Acesso em: 16 out. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos climatológicos 1991–2020**. Brasília: INMET, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos>. Acesso em: 16 out. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil 1991–2020.** Brasília: INMET, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/normais/NORMAISCLIMATOLOGICAS.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025.

KOPPEN, Ricardo; Silva, Paulo R. F.; Santos, Hélio P. Alelopatia de plantas de cobertura na supressão de plantas daninhas e na qualidade do solo. **Ciência Rural,** v. 50, n. 10, p. e20190634, 2020. DOI: 10.1590/S0100-83582011000500002.

LIMA, Suzete Fernandes; Timossi, Paulo César; Almeida, Dieimisson Paulo; Silva, Uadson Ramos Da. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 1, 2022. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/3353>. Acesso em: 16 out. 2025.

LINK, Lucas; Pereira, Luara Silva; Batista, Vanderson Vieira; Oligini, Karine Fuschter; Pellizari, Erick Vinicius; Adami, Paulo Fernando; Sartor, Laércio Ricardo. **Cover crop management in the maize-wheat offseason. International Journal of Agriculture and Crop Sciences,** v. 15, n. 6, p. 871-877, 2021.Disponível em: https://www.cropj.com/link_15_6_2021_871_877.pdf. >. Acesso em: 16 out. 2025.

LORENZETTI**,** Juliano Bortoluzzi.; Albrecht, Alfredo Junior Paiola; Albrecht, Leandro Paiola. **Identificação, mapeamento e controle químico de Conyza sp. resistente ao glyphosate, chlorimuron, paraquat e 2,4-D.** Universidade Federal do Paraná, 2022. Disponível em:< https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/82092> Acesso em: 16 out. 2025.

MACLAREN, Chloe; Storkey, Jonathan; Menegat, Alexander; Metcalfe, Helen; Dehnen-Schmutz, Katharina. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 40, n. 24, p. 1-13, 2020. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-020-00631-6. >. Acesso em: 16 out. 2025

MARASCA, Indiamara; Jesus, Ereni Da Silva De; Paiva Filho, Silvio Vasconcelos De; Tavares, Rose Luiza Moraes. Eficiência das plantas de cobertura na densidade de plantas daninhas e como descompactadoras de solo. **Agrarian,** v. 14, n. 53, p. 295-303, 2021. DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i53.15143.

MELO, Ana Karyne Pereira; Albuquerque, José Anchieta Alves; Siqueira, Raphael Henrique da Silva; Silva, Edmilson Evangelista da; Medeiros, Roberto Dantas de; Souza, Leandro Torres de; Gonçalves, Anderson Carlos de Melo. Quantificação do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Nativa**, v. 9, n. 4, 2021. DOI: https://doi.org/10.31413/nativa.v9i4.11290.

MELO, Gustavo**. Uso de plantas de cobertura de solo no Sul do Brasil***.* Universidade Federal de Santa Catarina, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/252447>. Acesso em: 16 out. 2025.

MENDONÇA, Diego A.; Reis, Daniel O.; Fabricante, Juliano R. Plantas daninhas de culturas agrícolas de importância econômica no município de Itabaiana, SE. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 17, n. 1, 2023. DOI: https://doi.org/10.18316/rca.v17i1.7981

MEROTTO Jr., A.; Salvador, R.; Lima, M. F. Herbicide use history and perspective in South America. **Weed Science**, v. 70, n. 4, p. 373-385, 2022. DOI: 10.1017/wsc.2022.34

NASCENTE, Adriano Stephan; Stone, Luís Fernando; Crusciol, Carlos Alexandre Costa. Plantas de cobertura afetando as propriedades químicas do solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35., 2015, Natal. Anais… Natal: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2015. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1023967>. Acesso em: 16 out. 2025.

OLIVEIRA, Maxwel C.; Lencina, Anelise; Ulguim, André R.; Werle, Rodrigo. Assessment of crop and weed management strategies prior to glyphosate resistance evolution in Brazil. **Weed Technology**, v. 34, n. 3, p. 445-457, 2020. DOI: 10.1017/wet.2020.22

PARIZOTTO, Cirio.; Castilhos, Rodolfo Vargas.; Schmidt, Fabiana.; Nesi, Cristiano Nunes. Plantas espontâneas, aporte de matéria seca e rendimento de milho e soja em sistemas sustentável e convencional. **Revista Agropecuária Catarinense*,*** v. 36, n. 3, 2023. Disponível em: https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/download/1641/1617/13527>. Acesso em: 16 out. 2025.

PREZOTTI, Lusinério; Silva, Arildo Sebastião; Vieira, Gustavo Haddad Souza; Calmon, João Marcos Izoton; Melo, Diego Pereira De; Stefanon, Reynaldo Marin; Rodrigues, Dyênice. Efeito da cobertura morta sobre a capacidade de retenção de umidade e temperatura do solo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. -, set. 2020. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/3753>. Acesso em: 16 out. 2025.

REGINATTO, M.; Bonome, L. T. S.; Giovanetti, L. K.; Bittencourt, H. V. H.; Tormen, L.; Conceição, P. C. Allelopathic potential from cover crops aqueous extract on weeds and maize. **Research, Society and Development*,*** v. 9, n. 10, e8579, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8579. Disponível em: https://rsdjournal.org/rsd/article/view/8579>. Acesso em 12 de out. 2025.

REGINATTO, Maicon; Bonome, Lisandro Tomas Da Silva; Giovanetti, Leonardo Khaôe; Bittencourt, Henrique Von Hertwig; Tormen, Luciano; Conceição, Paulo César. Allelopathic potential from cover crops aqueous extract on weeds and maize. Research, **Society and Development**, v. 9, n. 10, e8579, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8579.

RODRIGUES**,** Pedro James Almeida Wolney; Cardoso Junior, Osvaldo Soares; Cardoso, Hélio Pereira Oliveira; Laet, Gabriela Da Costa; Mendes, Suyla Brenna Dias; Nunes, Marcos Euzébio. **Uso de culturas de cobertura como ferramenta na supressão de plantas daninhas**. Caderno Pedagógico, v. 8, n. 2, 2024. DOI: https://doi.org/10.54033/cadpedv21n7-090.

RODRIGUES, Renato De Aragão Ribeiro; Pugas, José. O Sistema de Plantio Direto (SPD) e a conservação do solo. In: BARCELOS, K. (org.). **Matopiba: perspectivas sobre a sustentabilidade da soja.** Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2021. cap. 3, p. 75-77. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1135504>. Acesso em: 16 out. 2025.

SAMPAIO, Regynaldo Arruda.;Ferreira, Evander Alves.; Silva, L. A. C.; Fernandes, Luiz Arnaldo.; Aspiazu, Ignacio.; Santos, José Barbosa dos.; Cabral, Cássia Michelle.; Freitas, Maria Stêfany Silveira.; Braga, Fabíola Mendes.; Crescimento de Bidens pilosa e feijão submetidos a diferentes concentrações de CO2 e condições de competição. **Research, Society and Development**, v. 10, e16651, 2024. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16651

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Cartilha sobre o Sistema Plantio Direto**. Brasília, DF: SENAR, 2023. Disponível em: < https://deolhonomaterialescolar.org.br/wp-content/uploads/2023/05/241_Cartilha-Senar_Impresso-1.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025.

SHARMA, V.; Irmak, S. Soil-Water Dynamics, Evapotranspiration, and Crop Coefficients of CoverCrop Mixtures in Seed Maize Cover-Crop Rotation Fields. II: Grass-Reference and Alfalfa-Reference Single (Normal) and Basal Crop Coefficients. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, 143:04017033, 2017.

SILVA HIRATA, A. C.; Hirata, E. K.; Monquero, P. A.; Golla, A. R.; Narita, N. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do tomate em plantio direto. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 465-472, 2019. DOI: 10.1590/S0100-83582009000300006.

SILVA, Amanda Manduca Rosa da; CRUZ, Mara Cristina Pessôa da. **Frações de carbono e nitrogênio em solo cultivado com plantas de cobertura em pré-safra de milho**. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo) – Universidade Estadual Paulista (UNESP). Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/c9ded22d-cccd-488d-9c0b-8e14de13aca0/full. Acesso em: 6 nov. 2025.

SILVA, Guilherme Rosa da.; Liska, Adam. J.; Bayer, Cimelio. Life Cycle Greenhouse Gas Emissions in Maize No-Till Agroecosystems in Southern Brazil Based on a Long-Term Experiment. **Sustainability**, 16, 4012. 2024. DOI: 10.3390/su16104012

SILVA, Y. K. L.; et al. Plantas de cobertura e seus efeitos nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. *Universidade Federal de Viçosa*, 2020. Disponível em: https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/30396/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em 12 de out. 2025.

SILVEIRA, L. P. et al. Desempenho agronômico e estudo fitoquímico de plantas de cobertura em sistema de plantio direto agroecológico de cebola. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – **Universidade Federal de Santa Catarina**, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/185633>. Acesso em 12 de out. 2025.

TIMOSSI, P. C.; Teixeira, I. R.; Lima, S. F.; Telles, T. F. M. Manejo de plantas infestantes com *Urochloa ruziziensis* em três métodos de semeadura. **Planta Daninha**, v. 36, p. e018142087, 2018. DOI: 10.1590/S0100-83582018360100060

UNAMUZAGA, Luiza V. G. *et al*. Estratégias de controle de daninhas em pré-emergência e fitossociologia na implantação do Tifton 85. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. 1-14, 2024. DOI: https://doi.org/10.34188/bjaerv7n2-075.

VALMORBIDA, Janice; Wamser, Anderson Fernando; Santin, Bruna Luisa; Ender, Marcos. Métodos de manejo e plantas de cobertura do solo para o cultivo do tomateiro tutorado **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 1, p. 41–45, 2020.

VIEIRA, Francielle Freitas; Dallacort, Rivanildo; Barbieri, João Danilo; Dalchiavon, Flávio Carlos; Daniel, Diego Fernando. Temperatura e umidade do solo em função do uso de cobertura morta no cultivo de milho**. Científica (Dracena)**, v. 48, n. 3, p. 188-199, 2020. DOI: 10.15361/1984-5529.2020v48n3p188-199.

YAMADA DANILUSSI, Maikon Tiago.; Albrecht, Alfredo Junior Paiola.; Albrecht, Leandro Paiola.; Lorenzetti, Juliano Bortoluzzi.; Rosa, Willian Bosquette.; Nunes Cosmo**,** Bruno Marcos**.** Monitoramento da buva resistente a paraquat no oeste paranaense. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 7, 2023. Disponível em:<https://www.fcav.unesp.br/Home/ensino/departamentos/cienciasdaproducaoagricola/laboratoriodematologia-labmato/revistaagronomiabrasileira/rab2023051.pdf> Acesso em: 16 out. 2025.

YU, Y.; Loiskandl, W.; Kaul, H.P.; Himmelbauer, M.; Wei, W.; Chen, L.; Bodner, G. Estimation of runoff mitigation by morphologically different cover crop root systems. **Journal of Hydrology**, 538:667–676, 2016.

ZIECH, Ana Regina Dahlem; Conceição, Paulo César; Luchese, Augusto Vaghetti; Balin, Nilson Marcos; Candiotto, Gilvanei; Garmus, Taís Gabriele. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernal na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2015.v50.20934.