

## USO DE PLANTAS DE COBERTURA NO MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

### COVER CROPS UTILIZATION IN SOIL MANAGEMENT AND CONSERVATION

<sup>1</sup>SILVA-JUNIOR, Wilber da

<sup>1</sup>Pós-graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – Departamento de Agronomia  
Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – Unifio

#### RESUMO

Este trabalho examina o uso de plantas de cobertura no manejo e conservação do solo como uma prática sustentável para melhorar a produtividade agrícola. O estudo destaca o sistema de plantio direto como uma inovação crucial, onde as plantas de cobertura facilitam o manejo do solo sem a necessidade de maquinário pesado. Seus benefícios incluem a melhoria da estrutura do solo, supressão de ervas daninhas e fixação de nitrogênio. A revisão de literatura aborda estudos que demonstram os efeitos positivos dessas plantas na biodiversidade, qualidade do solo e eficiência na ciclagem de nutrientes. A metodologia baseia-se em uma revisão qualitativa de artigos científicos selecionados em bases de dados reconhecidas, focando no impacto direto das plantas de cobertura nas propriedades do solo. As considerações finais ressaltam a importância do manejo adequado e da escolha correta das espécies para garantir a sustentabilidade e maximizar a produtividade dos sistemas agrícolas.

**Palavras-chave:** Agricultura Sustentável; Conservação do Solo; Manejo do Solo; Plantas de Cobertura; Plantio Direto.

#### ABSTRACT

This study examines the use of cover crops in soil management and conservation as a sustainable practice to enhance agricultural productivity. The research highlights no-tillage systems as a crucial innovation, where cover crops facilitate soil management without the need for heavy machinery. Their benefits include improving soil structure, weed suppression, and nitrogen fixation. The literature review covers studies that demonstrate the positive effects of these plants on biodiversity, soil quality, and nutrient cycling efficiency. The methodology is based on a qualitative review of scientific articles selected from recognized databases, focusing on the direct impact of cover crops on soil properties. The conclusions emphasize the importance of proper management and the correct selection of species to ensure sustainability and maximize agricultural productivity.

**Keywords:** Cover Crops; No-till Farming; Soil Conservation; Soil Management; Sustainable Agriculture.

#### INTRODUÇÃO

Com a implementação do sistema de plantio direto (SPD - é uma técnica agrícola que consiste no cultivo sem revolver o solo, mantendo-o coberto com restos vegetais, o que promove a conservação do solo e da água, além de reduzir a erosão e melhorar a fertilidade), que se consolidou uma das maiores inovações tecnológicas para a agricultura mundial, se teve um rápido aprimoramento de suas práticas, e com isso as plantas de cobertura tem se mostrado como grandes ferramentas para auxiliar a instauração desse sistema, propiciando que se faça o manejo do solo sem a necessidade da entrada de maquinários agrícolas.

Os benefícios que as plantas de cobertura proporcionam são variados, devido a quantidade de espécies existentes, e variadas funções, como supressão de plantas daninhas, ciclagem de nutrientes, descompactação de solos, supressão de nematoides, minimização da temperatura do solo, controle de pragas, fixação do nitrogênio.

Devido a quantidade de variedades ser extenso, e com diversas funções específicas de cada planta, na utilização dessa opção de manejo deve se atentar a como manejar cada espécie, bem como a função para que se alcance o resultado desejado no solo, quanto a isso é necessário conhecimento prévio da espécie utilizada para que se evite resultados negativos.

Embora os benefícios das plantas de cobertura sejam amplamente reconhecidos, é importante considerar tanto suas características positivas quanto os desafios que podem surgir em determinadas situações, como no manejo inadequado ou em circunstâncias climáticas desfavoráveis, garantindo assim um equilíbrio entre vantagens e possíveis limitações.

Em colheita mecanizada, acaba dificultando a atividade, por conta da densidade de matéria seca, restrição do O<sub>2</sub>, aumenta o risco de incêndios e aumenta o efeito das geadas, porém ainda são considerados insignificantes frente a quantidade de benefícios apresentados.

O cultivo dessas plantas se torna viável, tanto pela questão financeira quanto pelo caráter conservacionista, melhorando as características química, biológica e também físicas do solo, promovendo a descompactação de forma eficiente das lâminas do solo, reduzindo a erosão e o adensamento desse solo (Farias *et al.*, 2013; Villamil *et al.*, 2006; Baets *et al.*, 2011).

Outro efeito que valida a utilização desse tipo de plantas é a pressão sobre o desenvolvimento de plantas daninhas, onde afetam o desenvolvimento, inibindo o crescimento por meio de substâncias alelopáticas, com o controle do crescimento das plantas invasoras, assim reduzindo custos com herbicidas (Ch *et al.*, 2016; Kelton *et al.*, 2012; Angus *et al.*, 2015).

De acordo com os pontos apresentados acima, o trabalho tem como finalidade avaliar o efeito das plantas de cobertura no manejo e conservação de solo, por meio de uma compilação de dados científicos publicados em periódicos indexados e atualizados.

A utilização de plantas de cobertura no manejo e conservação do solo tem se mostrado uma prática agrícola essencial para a sustentabilidade e produtividade a longo prazo, as plantas de cobertura, também conhecidas como adubos verdes, são cultivadas principalmente para proteger e melhorar o solo entre os ciclos de culturas comerciais, logo, essa prática oferece inúmeros benefícios agrônômicos, ecológicos e econômicos, justificando sua inclusão em sistemas de cultivo moderno.

Primeiramente, as plantas de cobertura são fundamentais para a supressão de plantas daninhas, ou seja, ao competir por recursos como luz, água e nutrientes, essas plantas reduzem significativamente a necessidade de herbicidas químicos, promovendo um manejo mais sustentável e economicamente viável (Kelton; Price; Mosjidis, 2012).

Além disso, a ciclagem de nutrientes é uma função vital das plantas de cobertura, elas absorvem nutrientes do solo, que são posteriormente liberados de volta ao solo durante a decomposição, melhorando a fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes para culturas subsequentes (Villamil *et al.*, 2006).

A descompactação do solo é outro benefício proporcionado pelas plantas de cobertura, visto que, as raízes profundas e vigorosas dessas plantas podem penetrar camadas compactadas do solo, melhorando sua estrutura física e facilitando a infiltração de água e o crescimento das raízes das culturas comerciais (Baets *et al.*, 2011). Esse efeito é particularmente importante em sistemas de plantio direto, onde a compactação do solo pode ser um desafio significativo.

Espécies específicas de plantas de cobertura podem atuar como armadilhas ou repelentes naturais, reduzindo a incidência de pragas e doenças nas culturas principais e, assim, diminuindo a necessidade de pesticidas (Angus *et al.*, 2015).

A proteção do solo contra a erosão é outra justificativa essencial para o uso de plantas de cobertura, assim, ao manter uma cobertura vegetal sobre o solo, essas plantas ajudam a prevenir a erosão causada pela água e pelo vento, preservando a camada superficial do solo, que é rica em matéria orgânica e nutrientes essenciais (Farias *et al.*, 2013).

Portanto, a adoção de plantas de cobertura no manejo e conservação do solo é justificada por seus múltiplos benefícios agrônômicos, ecológicos e econômicos. A promoção dessa prática pode levar a sistemas de cultivo mais sustentáveis, produtivos e resilientes, contribuindo para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental a longo prazo.

Teve como objetivo avaliar o efeito do uso de plantas de cobertura no manejo e conservação do solo, destacando os benefícios e desafios dessa prática agrícola para melhorar a saúde e a produtividade do solo.

## **METODOLOGIA**

Neste artigo, foi realizada uma revisão de literatura qualitativa para avaliar o uso de plantas de cobertura no manejo e conservação do solo, revisão foi conduzida utilizando artigos científicos, revistas especializadas e livros publicados nos últimos 10 anos.

A análise qualitativa foi realizada por meio de um processo de leitura criteriosa e minuciosa dos estudos selecionados, focando em identificar temas recorrentes e padrões de resultados relacionados aos principais aspectos do uso de plantas de cobertura no manejo do solo. Inicialmente, os estudos foram triados com base no título e resumo para garantir que abordassem os tópicos centrais da pesquisa. Em seguida, foi realizada uma leitura completa dos artigos selecionados, com destaque para as seções de metodologia e resultados, a fim de avaliar a consistência das evidências empíricas apresentadas. A identificação dos temas foi conduzida utilizando uma abordagem indutiva, em que os tópicos emergentes, como a eficiência na supressão de plantas daninhas ou a contribuição para a ciclagem de nutrientes, foram agrupados e classificados conforme sua relevância e frequência nos estudos analisados.

Foram incluídos estudos que abordassem diretamente o impacto das plantas de cobertura na supressão de plantas daninhas, ciclagem de nutrientes, descompactação do solo, controle de pragas e nematoides, e prevenção da erosão do solo. Além disso, foram considerados apenas estudos que apresentassem dados empíricos, análises experimentais ou revisões abrangentes que contribuíssem para uma compreensão aprofundada do tema.

Os critérios de exclusão foram aplicados de maneira rigorosa e envolviam a remoção de estudos que não apresentassem dados empíricos sólidos, como aqueles baseados exclusivamente em opiniões, relatos anedóticos ou revisões sem fundamentação metodológica adequada, que não oferecessem resultados quantificáveis ou replicáveis. Além disso, foram eliminados artigos que tratassem de plantas de cobertura apenas de maneira tangencial, sem foco direto em seus efeitos no manejo e conservação do solo. Estudos que abordassem contextos geográficos

muito restritos, como práticas agrícolas específicas de determinadas regiões com características climáticas ou edafológicas altamente particulares, também foram excluídos, pois suas conclusões não poderiam ser generalizadas para sistemas agrícolas amplos ou aplicados em outros contextos geográficos. Esse rigor foi mantido para assegurar que os estudos selecionados contribuíssem de maneira relevante e abrangente para a análise das plantas de cobertura no manejo sustentável do solo.

A busca por literatura foi realizada em bases de dados acadêmicas reconhecidas, como *Scopus*, *Web of Science*, e Google Acadêmico, utilizando palavras-chave específicas como "plantas de cobertura", "manejo do solo", "conservação do solo", "supressão de plantas daninhas", "ciclagem de nutrientes", "descompactação do solo", "controle de pragas", e "prevenção da erosão".

A análise qualitativa das fontes selecionadas envolveu a identificação de temas recorrentes, a síntese de resultados experimentais e a avaliação das metodologias utilizadas nos estudos revisados, permitiram uma compreensão dos benefícios e desafios do uso de plantas de cobertura no manejo e conservação do solo, bem como a identificação de lacunas na literatura que podem orientar futuras pesquisas.

## DESENVOLVIMENTO

### USO DE PLANTAS DE COBERTURA NO BRASIL.

No Brasil, a adoção de plantas de cobertura adapta-se meticulosamente às variadas condições climáticas e edáficas dos diversos biomas, tornando-se uma estratégia integrada tanto em práticas agrícolas tradicionais quanto em sistemas de cultivo modernos. Espécies adequadas a cada bioma são selecionadas para atender às necessidades específicas das regiões: na Amazônia, são preferidas plantas que toleram altos volumes de chuva e ajudam na prevenção da erosão; no Cerrado, espécies resistentes à seca são essenciais para a conservação do solo durante períodos de estiagem prolongada (Wutke *et al.*, 2023). Cada bioma apresenta suas principais diferenças, são elas:

- I. Caatinga: No bioma da Caatinga, as plantas de cobertura devem ser capazes de sobreviver em condições áridas, resultou na proteção e na manutenção da fertilidade do solo. Na Mata Atlântica, por outro lado, as espécies são selecionadas com foco na preservação da biodiversidade local e na sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (Wutke *et al.*, 2023).

- II. Pampa e Pantanal: Nos biomas do Pampa e do Pantanal, as plantas de cobertura são fundamentais não apenas para a conservação dos recursos hídricos, mas também para manter a qualidade do solo, especialmente durante os períodos de frio intenso. Plantas de ciclo hibernar são utilizadas para garantir a proteção do solo ao longo do ano, mostrando sua eficácia em condições climáticas adversas (Ziech *et al.*, 2015; Dumke *et al.*, 2023).

Além de proteger contra a erosão, as plantas de cobertura são valiosas para a produção de biomassa e para o acúmulo de nutrientes, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos e melhorando a saúde do solo. A riqueza de biomassa gerada contribui significativamente para a sustentabilidade dos sistemas de cultivo, facilitando uma melhor ciclagem de nutrientes e proporcionando uma base sólida para as culturas subsequentes (Wolschick *et al.*, 2016).

Adicionalmente, a integração de plantas de cobertura com práticas de adubação nitrogenada demonstra ser uma estratégia eficiente para otimizar a nutrição de culturas de ciclo longo, como o milho. Estudos indicam que o uso combinado de plantas de cobertura e a aplicação de calcário podem melhorar significativamente os resultados agrônômicos, beneficiando tanto a produtividade quanto a qualidade ambiental dos solos cultivados (Leal *et al.*, 2013).

A renovação de culturas perenes, como a cana-de-açúcar, também se beneficia enormemente do uso de plantas de cobertura. A melhoria nos atributos do solo, a nutrição melhorada e o desenvolvimento otimizado das plantas são resultados diretos dessa prática, reafirmando o valor das plantas de cobertura na agricultura brasileira contemporânea e na promoção de uma gestão agrícola sustentável (Masson *et al.*, 2024).

### **PLANTAS DE COBERTURA NA CONSERVAÇÃO DO SOLO.**

As plantas de cobertura são essenciais para a conservação do solo, atuando como uma ferramenta eficaz na prevenção da erosão, na melhoria da estrutura do solo e na promoção da biodiversidade microbiana. Essas espécies, quando utilizadas sistematicamente, contribuem significativamente para a estabilidade dos solos, especialmente em regiões suscetíveis a perdas por erosão hídrica ou eólica. A sua capacidade de melhorar a infiltração de água no solo é notável, pois cria condições favoráveis para que a água penetre mais profundamente, reduzindo o escoamento

superficial e aumentando a disponibilidade de água para as plantas. Além disso, as raízes das plantas de cobertura ajudam a formar agregados de solo mais estáveis, o que melhora a porosidade e a aeração, aspectos essenciais para um solo saudável (Silva *et al.*, 2024; Costa *et al.*, 2023).

Estudos realizados em diferentes contextos geográficos e tipos de solo demonstram que as áreas com uso de plantas de cobertura apresentam uma redução significativa na perda de solo em comparação com áreas desprotegidas. Por exemplo, em São Gonçalo/RJ, o uso de leguminosas como plantas de cobertura em um Argissolo Vermelho mostrou uma diminuição acentuada na erosão do solo e melhorias na fertilidade, provando ser uma prática benéfica para a agricultura familiar na região (Silva *et al.*, 2024). Em Rorainópolis, as plantas de cobertura utilizadas antes do cultivo de feijão-caupi não só melhoraram os atributos físicos e químicos do solo, mas também potencializaram o desempenho e a produtividade da cultura subsequente, demonstrando a influência positiva dessas plantas no manejo agrícola sustentável (Costa *et al.*, 2023).

A aplicação dessas plantas em sistemas de plantio direto, como no cultivo de alface, também revela resultados promissores, com melhorias na qualidade do solo e no controle de ervas daninhas, facilitando assim uma maior produção e qualidade da alface cultivada em sucessão (Vendruscolo *et al.*, 2023). Em sistemas agroflorestais orgânicos no noroeste paulista, as plantas de cobertura introduzidas promovem um ambiente mais equilibrado e sustentável, contribuindo para a resiliência do sistema e a produtividade de culturas intercaladas (Borges *et al.*, 2023).

Adicionalmente, a utilização de plantas de cobertura no vazio outonal tem mostrado um impacto positivo na produtividade de culturas subsequentes, como o trigo. A presença dessas plantas durante períodos normalmente improdutivos ajuda a manter a qualidade do solo, evitando a degradação e promovendo um melhor desempenho agrícola na safra seguinte (Fornari *et al.*, 2023).

Essas evidências reforçam a importância das plantas de cobertura como uma estratégia eficaz para a conservação do solo, a melhoria da sua qualidade e a sustentação da biodiversidade microbiana, além de otimizar o uso dos recursos naturais e promover práticas agrícolas mais sustentáveis.

## **BENEFÍCIOS DAS PLANTAS DE COBERTURA.**

As plantas de cobertura oferecem uma gama extensa de benefícios agronômicos e ambientais que são fundamentais para a sustentabilidade dos sistemas de cultivo. Uma das principais vantagens é o aumento da matéria orgânica no solo, que ocorre através da decomposição de suas raízes e parte aérea após o término do ciclo de vida da planta. Este processo enriquece o solo com nutrientes e melhora sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água e nutrientes (Ambrosano *et al.*, 2023). Além disso, as plantas de cobertura suprimem eficazmente o crescimento de ervas daninhas, competindo por luz, espaço e recursos, o que reduz a necessidade de intervenções químicas para o controle dessas invasoras (Melo e Paese, 2024).

Outro benefício significativo é a redução da compactação do solo, as raízes das plantas de cobertura penetram nas camadas compactadas do solo, criando canais que melhoram a aeração e facilitam o acesso das raízes das culturas subsequentes a água e nutrientes mais profundos (Nascimento e Souza, 2023). Essas plantas também têm um impacto positivo na biodiversidade microbiana, pois a matéria orgânica adicionada ao solo serve como alimento para microorganismos benéficos, que, por sua vez, contribuem para a saúde do solo e das plantas (Teixeira *et al.*, 2023).

Além de melhorar o perfil nutricional do solo, as plantas de cobertura auxiliam no controle de pragas e doenças. Estudos mostram que o uso de um mix de plantas pode reduzir significativamente a incidência de nematoides patogênicos, como *Meloidogyne* e *Pratylenchus brachyurus*, na cultura da soja, através de mecanismos de supressão biológica e física (Lopes, 2023). A diversidade de plantas no campo também promove um habitat mais robusto para predadores naturais de pragas, contribuindo para o equilíbrio ecológico.

O impacto positivo dessas plantas não se limita apenas à melhoria das condições do solo e ao controle de pragas; elas também influenciam benéficamente a sequência de culturas. A inclusão de plantas de cobertura em rotações de culturas pode aumentar a produtividade das culturas principais, devido à melhoria geral das condições do solo e à redução de problemas fitossanitários. Essas práticas são exemplificadas em estudos que documentam o aumento da produção de fitomassa e a melhoria dos indicadores fitotécnicos em cultivos subsequentes (Angeletti *et al.*, 2024).

Portanto, a implementação de plantas de cobertura é uma estratégia agrícola que não apenas atende à demanda por práticas mais sustentáveis, mas também fortalece a produtividade e a saúde dos sistemas agrícolas.

### **CUIDADOS COM O MANEJO.**

A implementação adequada de plantas de cobertura requer uma série de práticas de manejo cuidadosamente planejadas para assegurar que contribuam efetivamente para os sistemas agrícolas sem prejudicar as culturas principais. A escolha das espécies é o primeiro passo crítico, e deve ser feita considerando-se as condições climáticas e edáficas da área de cultivo, bem como os objetivos específicos, como a melhoria da fertilidade do solo ou a supressão de ervas daninhas. Algumas espécies podem fixar nitrogênio, enquanto outras são melhores em cobrir rapidamente o solo para evitar a erosão, escolher a espécie correta pode maximizar os benefícios e minimizar os conflitos com as culturas principais (Souza *et al.*, 2024).

A época de semeadura é outro aspecto crítico no manejo de plantas de cobertura. Semear no momento apropriado é fundamental para garantir que as plantas de cobertura não compitam com as culturas principais por luz, água ou nutrientes. Idealmente, a semeadura deve ocorrer de modo que o crescimento das plantas de cobertura seja sincronizado com os períodos em que os campos não estão ocupados por culturas comerciais, permitindo que as plantas de cobertura cresçam sem interferir nas culturas principais (Dumke *et al.*, 2023).

A densidade de semeadura também deve ser ajustada com precisão para evitar a competição excessiva com as culturas principais e para garantir a cobertura adequada do solo. Uma densidade muito alta pode levar a uma competição indesejada, enquanto uma densidade muito baixa pode não fornecer os benefícios esperados, como a supressão eficaz das ervas daninhas ou a prevenção da erosão do solo (Suptiz, 2024).

O manejo de corte e a incorporação das plantas de cobertura ao solo são etapas essenciais para aproveitar ao máximo os benefícios dessas plantas. O momento do corte deve ser ajustado para maximizar a produção de biomassa e a liberação de nutrientes no solo. A incorporação, por sua vez, deve ser realizada de forma a minimizar a perturbação do solo, utilizando técnicas como a rolagem ou o

corte superficial para incorporar a biomassa ao solo sem prejudicar sua estrutura (Ostwald, 2023).

Além disso, a integração das plantas de cobertura com outras práticas agronômicas, como a fertilização e a irrigação, deve ser gerenciada de forma que as sinergias possam ser maximizadas e os possíveis antagonismos minimizados. Por exemplo, ajustar as doses de nitrogênio em função da capacidade de fixação de nitrogênio das plantas de cobertura pode otimizar a nutrição da cultura principal e reduzir a emissão de gases de efeito estufa como o N<sub>2</sub>O (Menezes, 2023).

Sendo assim, um manejo eficiente de plantas de cobertura envolve uma combinação de escolhas estratégicas e práticas agronômicas adaptadas às condições locais e aos objetivos de produção, garantindo que essas plantas sejam aliadas valiosas na promoção da sustentabilidade e produtividade agrícola.

## **MIX DE PLANTAS DE COBERTURA.**

Utilizar uma mistura de espécies de plantas de cobertura, ao invés de uma monocultura, traz benefícios significativos para a agricultura sustentável, melhorando a resiliência dos sistemas agrícolas e a biodiversidade do solo. As combinações de diferentes espécies de plantas de cobertura permitem que cada uma contribua com suas características únicas para a melhoria do solo e a saúde geral do ecossistema. Por exemplo, enquanto algumas espécies são eficientes na fixação de nitrogênio, outras são excelentes em suprimir ervas daninhas ou melhorar a estrutura física do solo, proporcionando assim um ambiente mais equilibrado e produtivo (Silva *et al.*, 2023).

A diversidade de raízes e estruturas vegetativas entre as espécies no mix também promove uma melhor estruturação do solo. As raízes de diferentes tamanhos e profundidades ajudam a criar uma rede mais complexa que pode penetrar camadas compactadas do solo, melhorando a aeração e a capacidade de retenção de água. Esta variedade ajuda igualmente na prevenção da erosão do solo, uma vez que diferentes estruturas de raízes estabilizam o solo de maneiras variadas (Silva *et al.*, 2021).

Do ponto de vista da nutrição do solo, a utilização de um mix de plantas de cobertura é capaz de oferecer uma gama mais ampla de nutrientes. Algumas plantas são mais eficazes na reciclagem de fósforo, enquanto outras podem acumular

quantidades significativas de potássio ou magnésio, o que se traduz em um perfil nutricional mais rico e disponível para as culturas subsequentes (Bello *et al.*, 2023).

No contexto do manejo de pragas e doenças, a diversidade vegetal oferecida pelo mix de plantas de cobertura pode reduzir a incidência de nematoides e outras pragas do solo. A competição e os antagonismos naturais entre as espécies de plantas e os patógenos do solo são maximizados, criando um ambiente menos favorável para o desenvolvimento de populações de patógenos (Ragassi, 2024).

Além disso, a resiliência a condições climáticas adversas é significativamente melhorada com o uso de múltiplas espécies de plantas de cobertura. Diferentes espécies respondem de maneira diversa a variações climáticas, como seca ou excesso de chuvas. Assim, enquanto algumas podem sofrer sob certas condições, outras podem prosperar, garantindo a proteção contínua do solo e a manutenção dos benefícios ecológicos e agronômicos durante todo o ano (Guimarães *et al.*, 2024).

No entanto a escolha estratégica de um mix de plantas de cobertura pode melhorar a eficiência do uso de insumos como o fósforo. A presença de diversas plantas de cobertura influencia positivamente a dinâmica deste nutriente no solo, permitindo uma utilização mais eficiente e reduzindo a necessidade de fertilizantes fosfatados, o que contribui para a redução de custos e impactos ambientais (Dos Santos Junior e Tozetto, 2024).

## **PROBLEMAS DE PROPAGAÇÃO**

A propagação de plantas de cobertura enfrenta diversos desafios que podem afetar a eficácia dessas plantas no cumprimento de suas funções ecológicas e agronômicas. Problemas com a germinação, a competição inicial com ervas daninhas e a disponibilidade de sementes são algumas das principais dificuldades encontradas no processo de estabelecimento dessas culturas (Cuine, 2024).

Os desafios relacionados à propagação de plantas de cobertura, como germinação inadequada, competição com ervas daninhas e limitação de sementes de qualidade, afetam diretamente a eficácia dessas culturas no solo. Estudos mostram que a germinação pode ser reduzida em até 30% sob condições de seca ou compactação do solo (Cuine, 2024), enquanto a competição com ervas daninhas pode diminuir o rendimento em até 40% nos estágios iniciais de crescimento (Silva, 2023). A disponibilidade limitada de sementes, especialmente de espécies menos comuns, também impede a adoção generalizada dessas práticas (Taveira *et al.*, 2020).

A germinação inadequada das sementes é frequentemente causada por fatores como a qualidade das sementes, condições climáticas desfavoráveis ou preparo inadequado do solo. A baixa qualidade das sementes pode ser resultado de armazenamento impróprio ou de processos de colheita e manuseio que danificam as sementes. Para superar esse obstáculo, é essencial garantir que as sementes adquiridas sejam de alta qualidade e de fornecedores confiáveis. Além disso, técnicas como o tratamento pré-germinativo, que pode incluir a estratificação ou a escarificação, podem melhorar significativamente as taxas de germinação (Cuine, 2024).

A competição com ervas daninhas nos estágios iniciais de desenvolvimento é outro desafio significativo, pois as plantas de cobertura muitas vezes não conseguem estabelecer uma cobertura rápida do solo, permitindo que as ervas daninhas se estabeleçam e compitam por recursos como luz, água e nutrientes. Para combater isso, recomenda-se o uso de técnicas de manejo integrado de ervas daninhas, incluindo o uso de herbicidas seletivos ou métodos de controle mecânico, que podem reduzir a pressão das ervas daninhas sem afetar adversamente as plantas de cobertura (Silva, 2023).

A disponibilidade de sementes pode ser um desafio, especialmente para espécies de plantas de cobertura menos comuns ou para novas cultivares que ainda não são amplamente produzidas. A falta de sementes no mercado pode ser um impedimento significativo para a adoção dessas práticas. Uma solução potencial para esse problema é o desenvolvimento de programas locais de produção de sementes, que não apenas garantam a disponibilidade de sementes adequadas e adaptadas às condições locais, mas também possam incentivar a autonomia dos produtores rurais (Taveira *et al.*, 2020).

O sistema de plantio direto na palha é uma prática que pode auxiliar na superação desses desafios, especialmente em termos de melhoria da estrutura do solo e na criação de um microclima mais favorável para a germinação e desenvolvimento inicial das plantas de cobertura. A palha no solo ajuda a manter a umidade e protege as sementes e plântulas jovens de extremos climáticos, facilitando assim um melhor estabelecimento e crescimento (Salomão *et al.*, 2020).

Dessa forma, a aplicação de geotecnologias para uma melhor caracterização das áreas de plantio pode ajudar a otimizar o uso de plantas de cobertura, identificando as áreas mais propensas à erosão ou aquelas que requerem melhorias

específicas na qualidade do solo. Essas tecnologias permitem uma aplicação mais precisa e eficaz de técnicas de manejo, maximizando os benefícios ambientais e agrônômicos das plantas de cobertura (Silva *et al.*, 2024).

## **FENOLOGIA E ECOFISIOLOGIA**

A fenologia e a ecofisiologia das plantas de cobertura são áreas de estudo cruciais que examinam, respectivamente, os ciclos reprodutivos das plantas e a interação entre seus processos fisiológicos e as condições ambientais. Estes aspectos são fundamentais para entender como as plantas de cobertura se adaptam a diferentes ambientes e como essas adaptações podem ser utilizadas para atender a objetivos agrônômicos específicos (Wutke *et al.*, 2023).

A fenologia das plantas de cobertura informa sobre os períodos de florescimento, frutificação e senescência, conhecimentos que são essenciais para o planejamento do manejo agrícola. Por exemplo, a seleção de espécies com diferentes períodos de floração pode ajudar a estender a cobertura do solo ao longo do ano, reduzindo a erosão e melhorando a retenção de nutrientes no solo (Paula *et al.*, 2023). Além disso, a fenologia das plantas de cobertura influencia a sincronização entre a liberação de nutrientes no solo e as necessidades nutricionais das culturas principais, o que pode potencializar o crescimento e a produtividade das culturas subsequentes (Pacheco *et al.*, 2016).

Do ponto de vista ecofisiológico, compreender como as plantas de cobertura respondem às condições edafoclimáticas locais permite otimizar sua contribuição para a melhoria da estrutura do solo, aeração e biodiversidade microbiana. A ecofisiologia ajuda a determinar quais espécies são mais eficientes na fixação de nitrogênio em condições específicas ou quais são mais resistentes a estresses abióticos, como salinidade ou seca (Barbosa, 2014). Essa compreensão é essencial para selecionar plantas de cobertura que possam efetivamente melhorar a saúde do solo e apoiar a sustentabilidade agrícola em longo prazo.

A escolha das espécies de plantas de cobertura deve considerar não apenas as condições climáticas, mas também as características específicas do solo de cada região. Por exemplo, em regiões tropicais onde a poda da videira é uma prática comum, a seleção de plantas de cobertura que possam tolerar ou mesmo se beneficiar

dessas condições específicas de manejo é essencial para manter a saúde do solo e o equilíbrio ecológico (Campos, 2014).

Estudos de ecofisiologia também revelam que certas plantas de cobertura podem modificar microclimas locais, criando condições mais favoráveis para as culturas principais (Silva *et al.*, 2015).

O entendimento integrado da fenologia e ecofisiologia das plantas de cobertura permite aos agricultores implementar práticas de manejo mais eficientes que sincronizem a decomposição da biomassa com as demandas nutricionais das culturas. Isso é fundamental para maximizar a eficiência do uso de nutrientes e minimizar os custos com fertilizantes, enquanto se promove um sistema agrícola mais fechado e sustentável (Wutke *et al.*, 2023).

Portanto, a análise detalhada da fenologia e ecofisiologia das plantas de cobertura é essencial para entender suas funções dentro de sistemas agrícolas e para adaptar práticas de manejo que maximizem seus benefícios ambientais e agronômicos.

O uso de plantas de cobertura no manejo agrícola brasileiro já demonstrou seu potencial na conservação do solo e na sustentabilidade das lavouras. No passado, avanços tecnológicos, como a introdução de novas variedades e o uso de geotecnologias, permitiram um manejo mais eficiente dessas plantas. Além disso, incentivos governamentais impulsionaram sua adoção, consolidando-as como uma prática importante para a preservação ambiental e o aumento da produtividade agrícola.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As considerações finais desta revisão reforçam a relevância do uso de plantas de cobertura como uma estratégia sustentável no manejo e conservação do solo, evidenciando sua contribuição para a saúde dos ecossistemas agrícolas e a eficiência produtiva. A análise da literatura demonstrou de forma clara os impactos positivos dessas plantas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, bem como os benefícios econômicos e ambientais associados ao seu uso. Dentre os principais achados, destacam-se a melhoria na estrutura do solo, a maior infiltração de água, a supressão eficaz de ervas daninhas e a ciclagem de nutrientes, com efeitos benéficos como a redução da necessidade de insumos químicos.

Adicionalmente, a revisão destaca a importância das plantas de cobertura na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, ao promoverem uma maior resiliência

dos solos contra extremos climáticos e eventos bióticos adversos. Esses benefícios, no entanto, só podem ser plenamente alcançados quando há uma escolha criteriosa das espécies adequadas e um manejo apropriado, considerando as especificidades de cada contexto agrícola. A revisão também evidenciou que a propagação e o manejo inadequados podem gerar desafios que comprometem os resultados desejados, como a interferência na colheita mecanizada e o aumento de riscos de incêndios em determinadas condições.

Assim, é essencial que os agricultores, com o apoio de novas pesquisas e do conhecimento técnico gerado pela extensão rural, adotem práticas de manejo cientificamente embasadas e adaptadas às suas realidades locais. A disseminação de conhecimento sobre as melhores práticas no uso de plantas de cobertura deve ser priorizada para garantir a adoção ampla dessa estratégia, assegurando a sustentabilidade dos sistemas agrícolas brasileiros e sua capacidade de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela necessidade de conservação dos recursos naturais.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGUS, J. F. *et al.* Break crops and rotations for wheat. **Crop and pasture science**, v. 66, n. 6, p. 523-552, 2015.

AMBROSANO, Edmilson José *et al.* **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil: fundamentos e prática v. 2.** 2023. Disponível em: <https://dspace.unisa.br/items/dca38523-d9eb-4892-9d9f-79b825ba82e1>. Acesso em: 12 jul. 2024.

ANGELETTI, Maria Da Penha *et al.* Indicadores fitotécnicos para cultivo de plantas de cobertura e produção de fitomassa. In: **ESTUDOS AGROECOLÓGICOS: O AVANÇO DA CIÊNCIA NO BRASIL-VOLUME 3.** Editora Científica Digital, 2024. p. 97-116.

BARBOSA, Jesus Fernando Miranda. **Ecofisiologia, fenologia e adaptação de espécies florestais arbóreas nas condições edafoclimáticas de Viana-ES.** 2014. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Biologia Vegetal) Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/server/api/core/bitstreams/41288793-cfa6-4afc-a3d8-b7a7a9836612/content>. Acesso em: 12 jul. 2024.

BAETS, S. *et al.* Cover crops and their erosion-reducing effects during concentrated flow erosion. **Catena**, [s. l.], v. 85, n. 3, p. 237–244, 2011.

BELLO, Nicolay Fernanda; COLASSO, Marília; GABRIEL, Yuri. **Mix de plantas de cobertura**. Anais da Feira de Ciência, Tecnologia, Arte e Cultura do Instituto Federal Catarinense do Campus Concórdia, v. 6, n. 1, p. 45-45, 2023.

BORGES, Wander Luis Barbosa *et al.* **Plantas de cobertura em sistema agroflorestal orgânico no Noroeste Paulista**. Nucleus (16786602), v. 20, n. 2, 2023.

CAMPOS, Luiz Fernandes Cardoso. **Plantas de cobertura do solo e época de poda na videira em região tropical**. 2014. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFG\\_f00025585c89270d8918e19cbe4ad67a](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFG_f00025585c89270d8918e19cbe4ad67a). Acesso em: 12 jul. 2024.

COSTA, Raquel *et al.* **Plantas de cobertura e seus efeitos nos atributos do solo e para a cultura do feijão-caupi em Rorainópolis**. Ambiente: Gestão e Desenvolvimento, 2023.

CUINE, Otávio de Souza. **Avaliação de plantas de cobertura e cultivares de algodoeiro em região de cerrado: revisão bibliográfica**. 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/6c2f3b90-251c-4be0-9d28-c5040b1ee4ed>. Acesso em: 12 jul. 2024.

DOS SANTOS JUNIOR, Elias; TOZETTO, Giovani. **Produção de milho (*Zea mays*) antecedido por plantas de cobertura com aplicação de doses de fósforo**. Anais do Salão de Iniciação Científica Tecnológica ISSN-2358-8446, 2024.

DUMKE, Gabriel Elias *et al.* **Crescimento de plantas de cobertura do solo de ciclo hibernais**. Enciclopedia Biosfera, v. 20, n. 44, p. 97-109, 2023.

FARIAS, L. N. *et al.* Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 497–503, 2013.

FORNARI, Ezequiel Zibetti *et al.* **Plantas de cobertura no vazio outonal e sua influência na produtividade da cultura do trigo**. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/30828>. Acesso em: 12 jul. 2024.

GUIMARÃES, Nathália Nascimento *et al.* **Interferência do pousio no manejo de plantas daninhas: um estudo teórico**. Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 17, n. 3, p. e5707-e5707, 2024.

KELTON, J.; PRICE, A. J.; MOSJIDIS, J. Allelopathic weed suppression through the use of cover crops. **Weed Control**, v. 2, p. 953–978, 2012.

LEAL, Aguinaldo José Freitas *et al.* Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 491-501, 2013.

LOPES, Ana Paula Mendes. **Mix de plantas de cobertura no manejo de meloidogyne e pratylenchus brachyurus na cultura da soja**. 2023. Disponível

em: <https://repositorio.unesp.br/items/0e1dc64a-8523-4dac-bb04-a9d67b8637fc>. Acesso em: 12 jul. 2024.

MASSON, Fabio Junior *et al.* Plantas de cobertura na renovação da cana-influência nos atributos do solo, nutrição e desenvolvimento da cana. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 4, p. e5383-e5383, 2024.

MELO, George Wellington Bastos; PAESE, Bruna Trevizan. **Como escolher plantas de cobertura para coabitar em vinhedos**. 2024.

MENEZES, Igor Eduardo Martins. **Emissões de N<sub>2</sub>o e Co<sub>2</sub> influenciadas por sistemas de manejo do solo e plantas de cobertura no Cerrado Brasileiro**. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/7533>. Acesso em: 12 jul. 2024.

NASCIMENTO, Gislaine; SOUZA, Tancredo. Índice de qualidade física de um neossolo regolítico sob cultivo com plantas de cobertura. **Revista Valore**, v. 8, p. 121-130, 2023.

OSTWALD, Taís Regina. **Uso de escarificação do solo e plantas de cobertura e seus efeitos sobre a produtividade do milho silagem**. 2023. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/6727>. Acesso em: 12 jul. 2024.

PACHECO, Leandro Pereira *et al.* Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 17-25, 2016.

PAULA, Alvaro Victor *et al.* Resposta do crescimento de milho à adubação nitrogenada cultivado após plantas de cobertura de inverno. *In ANAIS... do 15<sup>o</sup> jornada científica e tecnológica e 12<sup>o</sup> simpósio de pós-graduação do ifsuldeminas*, 2023.

RAGASSI, Carlos Francisco. **Dinâmica populacional da nematofauna e sua relação com doenças de solo em sistemas de sucessão de culturas com a batata (*Solanum tuberosum* L.) e prospecção da reação de plantas de cobertura a *Meloidogyne ethiopica* como componente no manejo integrado de fitonematoides**. 2024. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador *et al.* A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e154911870-e154911870, 2020.

SATO, Maycon Jean; RIBAS, Samuel Basilio; WAURECK, Ariadne. Combinação de herbicidas na dessecação de plantas de cobertura (Agronomia). **Repositório Institucional**, v. 2, n. 2, 2024.

SILVA, Adriana de Castro Correia da *et al.* Fenologia reprodutiva da pitaya vermelha em Jaboticabal, SP. **Ciência Rural**, v. 45, n. 04, p. 585-590, 2015.

SILVA, Jeferson Rosa; ALMEIDA, Laryssa Souza; BERTOLINO, Ana Valéria Freire Allemão. **Uso de leguminosas como plantas de cobertura: efeitos positivos da adubação verde em área de Argissolo Vermelho Distrófico e de agricultura familiar em São Gonçalo/RJ.** *Humboldt-Revista de Geografia Física e Meio Ambiente*, v. 2, n. 1, 2024.

SILVA, Jardel Lauriano da. **Práticas de manejo associadas a resistência de plantas daninhas a herbicidas em propriedades nos municípios do Rio Grande do Norte.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/53706>. Acesso em: 12 jul. 2024.

SILVA, Jeferson Rosa; ALMEIDA, Laryssa Souza; BERTOLINO, Ana Valéria Freire Allemão. **Uso de leguminosas como plantas de cobertura: efeitos positivos da adubação verde em área de Argissolo Vermelho Distrófico e de agricultura familiar em São Gonçalo/RJ.** *Humboldt-Revista de Geografia Física e Meio Ambiente*, v. 2, n. 1, 2024.

SILVA, Mariana Aguiar *et al.* Biomassa, acúmulo de nutrientes e supressão de plantas daninhas por mix de plantas de cobertura. *Revista Caatinga*, v. 36, n. 4, p. 757-764, 2023.

SILVA, Mariana Aguiar *et al.* Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, p. e11101220008-e11101220008, 2021.

SILVA, Rafael Souza *et al.* Aplicação de geotecnologias na caracterização hidrogeomorfométrica da microbacia do rio Zé Véio, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon*, v. 13, n. 1, p. 18-33, 2024.

SOUZA, J. L. *et al.* **Indicadores fitotécnicos para cultivo de plantas de cobertura e produção de fitomassa.** 2024. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/4701>. Acesso em: 12 jul. 2024.

SUPTIZ, Alfredo Henrique. **Plantas de cobertura e doses de nitrogênio na produtividade final de grãos do trigo.** 2024.

TAVEIRA, Matheus Kucmanski; GONÇALVES, Rivadalve Coelho; RIMÉRIO, Fernando Pretti. **Propagação vegetativa in vivo de clones de Hevea spp. em mudas bicompostas formadas em tubetes.** 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1125407>. Acesso em: 12 jul. 2024.

TEIXEIRA, Mateus *et al.* Índice de vegetação por diferença normalizada na avaliação de mix de plantas de cobertura de inverno. *Enciclopedia Biosfera*, v. 20, n. 44, p. 215-224, 2023.

VENDRUSCOLO, Eduardo Pradi *et al.* Plantas de cobertura do solo para cultivo de alface em sucessão, sob sistema de plantio direto. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2023.

VILLAMIL, M. B. *et al.* No-till corn/soybean systems including winter cover crops: Effects on soil properties. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, n. 6, p. 1936–1944, 2006.

WOLSCHICK, Neuro Hilton *et al.* Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 2, p. 134-143, 2016.

WUTKE, Elaine Bahia *et al.* **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso**. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, p. 55-173, 2023.

WUTKE, Elaine Bahia *et al.* **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso**. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, p. 55-173, 2023.

ZIECH, Ana Regina Dahlem *et al.* Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 05, p. 374-382, 2015.