UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOYCE LAURINDO DA CRUZ

UTILIZAÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA NA SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS EM CULTIVOS COMERCIAIS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CURITIBA

2024

JOYCE LAURINDO DA CRUZ

UTILIZAÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA NA SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS EM CULTIVOS COMERCIAIS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dra. Karine Fuschter Oligini

CURITIBA

2024

Dedico este trabalho à minha família, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até aqui, aos amigos que fiz e reencontrei neste período e à minha orientadora, que sempre esteve comigo ao longo dessa caminhada.

RESUMO

Um dos grandes desafios enfrentados pela agricultura nos dias atuais é a supressão eficaz de plantas daninhas, que competem com as culturas comerciais por recursos essenciais como luz, água e nutrientes. Essas plantas indesejáveis podem reduzir significativamente a produtividade agrícola e aumentar a dependência de herbicidas químicos, que, por sua vez, acarretam impactos ambientais e econômicos. Nesse contexto, o manejo integrado de plantas daninhas e a utilização de plantas de cobertura têm se destacado como estratégias sustentáveis, capazes de suprimir o crescimento de espécies invasoras e promover sistemas de cultivo mais equilibrados e produtivos. Este trabalho teve objetivo revisar e compilar dados científicos sobre a efetividade do uso de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas em sistemas agrícolas. A revisão se baseia em artigos, teses e dissertações publicados entre 1978 e 2024, visando identificar quais espécies de plantas de cobertura, usadas isoladamente ou em combinação, são mais eficazes na supressão de plantas daninhas. Além disso, o estudo busca analisar os tipos de supressão proporcionados por essas plantas e investigar possíveis efeitos alelopáticos entre espécies de cobertura e daninhas. A metodologia incluiu a busca de termos específicos nas bases de dados Scopus, Google Acadêmico e Scielo, refinando a busca e selecionando 69 artigos, os quais foram analisados e discutidos no trabalho. A revisão de literatura destaca a importância dos sistemas integrados de produção agrícola e os benefícios de práticas diversificadas para o manejo sustentável de plantas daninhas, reduzindo a dependência de herbicidas e promovendo uma agricultura mais resiliente e produtiva a longo prazo. Neste contexto, verificou-se que as plantas de cobertura em conjunto com outras formas de manejo auxiliam de forma eficaz e ambientalmente sustentável na supressão de plantas daninhas, principalmente através do efeito alelopático por meio dos compostos aleloquímicos liberados por algumas espécies e através do efeito da biomassa, onde ocorre o bloqueio da luz solar e melhora a estrutura do solo, reduzindo emergência e desenvolvimento das plantas invasoras indesejáveis.

Palavras-chave: Plantas de cobertura. Supressão de plantas daninhas. Alelopatia. Agricultura sustentável. Manejo integrado.

ABSTRACT

One of the major challenges faced by agriculture today is the effective suppression of weeds, which compete with commercial crops for essential resources such as light, water, and nutrients. These unwanted plants can significantly reduce agricultural productivity and increase dependence on chemical herbicides, which in turn have environmental and economic impacts. In this context, integrated weed management and the use of cover crops have emerged as sustainable strategies capable of suppressing the growth of invasive species and promoting more balanced and productive cropping systems. This work aimed to review and compile scientific data on the effectiveness of using cover crops in weed control in agricultural systems. The review is based on articles, theses, and dissertations published between 1978 and 2024, aiming to identify which species of cover crops, used alone or in combination, are most effective in suppressing weeds. Additionally, the study seeks to analyze the types of suppression provided by these plants and investigate possible allelopathic effects between cover crop and weed species. The methodology included searching for specific terms in the Scopus, Google Scholar, and Scielo databases, refining the search and selecting 69 articles, which were analyzed and discussed in the work. The literature review highlights the importance of integrated agricultural production systems and the benefits of diverse practices for sustainable weed management, reducing reliance on herbicides, and promoting more resilient and productive agriculture in the long term. In this context, it has been observed that cover crops, in conjunction with other management practices, effectively and environmentally sustainably assist in suppressing weeds, primarily through allelopathic effects via allelochemicals released by certain species and through the effect of biomass, which blocks sunlight and improves soil structure, thereby reducing the emergence and development of undesirable invasive plants.

Keywords: Cover crops. Weed suppression. Allelopathy. Sustainable agriculture. Integrated management.

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

PTPI	Período Total de Prevenção à Interferência
PAI	Período Anterior à Interferência
PCPI	Período Crítico de Prevenção à Interferência
Ex.	Exemplo
t/ha	Tonelada por hectare
PSI	Pré-semeadura incorporada
O_2	Oxigênio diatômico
CO_2	Dióxido de carbono

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7
1.1 JUSTIFICATIVA 8
1.2 OBJETIVOS 9
1.2.1 Objetivo geral 9
1.2.2 Objetivos específicos 9
1.3 METODOLOGIA 9
2 REVISÃO DE LITERATURA 11
2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO SUDOESTE PARANAENSE 11
2.2 INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA 13
2.3 ESPÉCIES DE COBERTURA 16
2.3.1 Centeio (*Secale cereale*) 17
2.3.2 Aveia (*Avena sativa*) 17
2.3.3 Crotalária Júncea (*Crotalaria juncea*) 18
2.3.4 Braquiárias (*Urochloa spp*). 19
2.3.5 Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) 19
2.4 EFEITO DA BIOMASSA SECA (PALHADA) E BIOMASSA VERDE NA SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS 20
2.4.1 Biomassa Seca 22
2.4.2 Biomassa Verde 23
2.5 EFEITO ALELOPÁTICO DE PLANTAS DE COBERTURA SOBRE PLANTAS DANINHAS 23
2.6 CONTROLE INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS 26
2.6.1 Controle Preventivo 26
2.6.2 Controle Cultural 28
2.6.3 Controle Mecânico 28
2.6.4 Controle Físico 29
2.6.5 Controle Químico 29
2.6.6 Controle Biológico 30
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 31
REFERÊNCIAS 33

1 INTRODUÇÃO

A presença de plantas daninhas em cultivos comerciais é um desafio constante para a agricultura, impactando diretamente a produtividade e aumentando os custos de produção devido à necessidade de controle, que geralmente é realizado por métodos químicos. Essas plantas invasoras são espécies que ocorrem de forma espontânea em meio aos sistemas de cultivo agrícola, afetando, principalmente, a germinação e o desenvolvimento inicial de muitas espécies de interesse agronômico (Steilmann, 2022). É habitual que as plantas daninhas germinem de modo rápido e em ambientes diversos, provocando competitividade com as culturas de interesse, por luz, água e nutrientes (Nicoletti, 2022).

No entanto, a crescente preocupação com a sustentabilidade agrícola tem incentivado a busca por alternativas que reduzam a dependência de herbicidas, promovendo práticas mais sustentáveis. Nesse contexto, as plantas de cobertura surgem como uma solução promissora, oferecendo benefícios que vão além da supressão de plantas daninhas, como a melhoria da saúde do solo e a diversificação do sistema produtivo.

Todavia, a pressão para desenvolver práticas agrícolas mais sustentáveis tem incentivado a pesquisa e adoção de métodos alternativos de manejo. Entre essas alternativas, o uso de plantas de cobertura tem se mostrado uma estratégia promissora. Plantas de cobertura são cultivadas principalmente para proteger o solo entre ciclos de cultivo, mas seus benefícios podem ser observados em relação a supressão de plantas daninhas ao criar uma barreira física e química que impede a germinação e o crescimento das espécies infestantes, sendo um manejo crucial para uma boa produção agrícola. Além disso, essas plantas melhoram a estrutura do solo, aumentam a matéria orgânica, e contribuem para a conservação da umidade, resultando em sistemas agrícolas mais resilientes e produtivos (Pitelli, 1987; Hirakuri *et al*., 2012).

Por meio do efeito residual da massa seca depositado sobre o solo no período da primavera, ocorrerá a supressão de plantas invasoras, devido a barreira construída, o que impedirá a entrada de luz, influenciando na amplitude térmica do solo (Teasdale; Mohler, 2000).

Além disso, as plantas de cobertura podem competir diretamente com as espécies invasoras durante o período de outono, alterando as condições ambientais do local (Smith *et al.*, 2015).

O presente trabalho se propõe a realizar uma revisão bibliográfica detalhada sobre a utilização de plantas de cobertura na supressão de plantas daninhas em cultivos comerciais. A revisão examinará estudos que exploram a eficácia de diferentes espécies de plantas de cobertura, seus modos de ação no controle de plantas daninhas, e os impactos econômicos e ambientais associados à sua utilização. A abordagem aqui adotada considera a importância de sistemas de cultivo integrados, que não apenas favorecem o controle de plantas daninhas, mas também promovem uma agricultura mais sustentável e menos dependente de insumos químicos.

Ante o exposto, ao longo deste trabalho, discutiremos como as plantas de cobertura podem ser integradas com outras práticas de manejo, proporcionando uma solução eficaz e ambientalmente responsável para um dos maiores problemas enfrentados pela agricultura contemporânea. Este estudo visa não apenas consolidar o conhecimento existente, mas também explorar novas perspectivas para a adoção generalizada de práticas sustentáveis na agricultura, com ênfase na utilização de plantas de cobertura como aliadas no manejo fitossanitário.

1.1 JUSTIFICATIVA

Sabe-se que as plantas daninhas em cultivo de culturas comerciais tornam-se um problema para o agricultor, por reduzir o potencial produtivo das culturas e elevar os custos com o controle destas, em que, na maioria das vezes, utiliza-se o controle químico por ser mais difundido. Porém, pouco se fala na eficácia que as plantas de cobertura em sistemas de rotação de culturas têm no controle das plantas daninhas, além de outros tantos benefícios que elas entregam para a cadeia produtiva devido a sua diversificação e por ser um cultivo limpo e sustentável.

Realizar o levantamento e união de diferentes resultados encontrados pelas pesquisas em um mesmo documento explorando tal tema em forma de revisão bibliográfica, permite que o assunto seja difundido de forma positiva, ressaltando a relevância dos sistemas integrados de produção agrícola como uma alternativa

eficaz no manejo de plantas daninhas, combinando práticas agrícolas diversificadas para reduzir a dependência de herbicida, contribuindo para uma agricultura mais sustentável, resiliente e produtiva a longo prazo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Levantar dados científicos publicados e analisar a efetividade da utilização de plantas de cobertura na supressão de plantas daninhas em cultivos comerciais.

1.2.2 Objetivos específicos

Fazer uma revisão sistêmica dos trabalhos publicados a respeito da capacidade de supressão de plantas daninhas através da utilização de plantas de cobertura.

Identificar qual espécie de plantas de cobertura, tanto solteira ou em combinação com outras, possuem maior eficiência no controle de plantas daninhas.

Analisar qual o principal tipo de supressão que as plantas de cobertura proporcionam.

Identificar possíveis efeitos alelopáticos entre as espécies de cobertura cultivadas e daninhas.

1.3 METODOLOGIA

Foram realizadas buscas de diferentes tipos de documentos potenciais, como artigos, teses, dissertações acadêmicas e textos on-line, em que o levantamento dos mesmos se basearam na busca de documentos a partir da inserção nas bases de dados Scopus, Google Acadêmico e Scielo, de determinados termos específicos, como: “Supressão de plantas/ervas daninhas; Summer cover crops; Cover crop; Efeito de plantas de cobertura na supressão de espécies daninhas; Cultura de cobertura; Uso de palhada na supressão de ervas daninhas; Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão; Potencial do uso da palhada;

Rotação de cultura no controle de plantas daninhas; Alelopatia de espécies de cobertura sobre ervas daninhas; Coberturas de verão e inverno”.

Para verificar a eficiência do uso de espécies de cobertura e palhada na supressão de plantas daninhas, foram selecionados os materiais que abordassem os termos referidos no título, resumo e palavras-chave. Ainda, as buscas ocorreram em uma janela de tempo de 1978 a 2024, visando observar a evolução do uso de plantas de cobertura para o fim de controle de ervas daninhas.

Ao final da busca pelos documentos de referência, e a partir do refinamento por meio da leitura na integra dos mesmos, foram filtrados e selecionados os materiais de interesse voltados ao tema, sendo utilizados 69 artigos finais para este trabalho.

Em seguida, houve a definição dos tópicos a serem abordados na elaboração da presente revisão, visando fazer um compilado dos melhores resultados obtidos em tais estudos até o momento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO SUDOESTE PARANAENSE

De acordo com Hirakuri *et al*. (2012), sistema de produção é constituído pelo conjunto de sistemas de cultivo e/ou de criação no contexto de uma propriedade rural, definidos com base nos fatores de produção (terra, capital e mão-de-obra) e ligados entre si por um processo de gestão, os quais são classificados como:

a) Sistema em monocultura ou produção isolada: quando em uma determinada área a produção vegetal ou animal ocorre de forma isolada em um determinado espaço de tempo, que normalmente é caracterizado por um ano agrícola, como, por exemplo, o cultivo de soja na safra de verão e pousio no restante do ano;

b) Sistema em sucessão de culturas: quando se tem a repetição sazonal de uma sequência de duas espécies vegetais no mesmo espaço de produção por anos consecutivos, como, por exemplo, a sucessão soja/milho por vários anos;

c) Sistema em rotação de culturas: quando ocorre a alteração da ordem de espécies vegetais distintas em um mesmo espaço de produção, de forma cíclica (temporal) e sazonal, como, por exemplo, no primeiro ano realizar o cultivo de soja na safra de verão e trigo na safra de inverno, no segundo ano realizar o cultivo de milho na safra de verão e aveia na safra de inverno;

d) Sistema em consorciação de culturas ou policultivo: quando duas ou mais culturas são cultivadas no mesmo espaço de produção ao mesmo tempo, como, por exemplo, adoção do sistema de consórcio entre feijão ou de alguma planta de cobertura nas entrelinhas do milho;

e) Sistema em integração: quando diferentes sistemas agrícolas, como agricultura, pecuária e floresta, são combinados em um mesmo espaço de produção para otimizar o uso da área e dos recursos de produção, além de diversificar a fonte de renda, destacando-se principalmente o sistema de integração lavoura-pecuária (Ex.: milho e braquiária (para fins de pastejo) ou girassol e braquiária), sistema de integração lavoura-floresta (Ex.: soja e eucalipto), sistema de integração pecuária-floresta (Ex.: gado sobre pastagem em reflorestamento de eucalipto) e sistema de

integração lavoura-pecuária-floresta (Ex.: cultivo de milho seguido de pastagem com entrada de bovinos em área de eucalipto).

Tem se buscado cada vez mais utilizar sistemas produtivos integrados devido à visão dos efeitos proporcionados pelos sistemas como um todo, podendo proporcionar aumento nas produtividades para suprir as demandas de mercado, e mesmo assim manter a sustentabilidade do sistema (Fialho, 2020).

Em virtude do clima favorável, no Brasil pode-se diversificar a adoção de sistemas de produção agrícola, os quais têm sido aprimorados e tecnificados ao longo do tempo, possibilitando a introdução de diversas associações de culturas (Miccolis *et al.,* 2016; Padovan; Cardoso, 2013).

Cada modelo de sistema de produção provoca um resultado ao ambiente e ao solo. Assim, caso seja optado pelo cultivo em sistema de sucessão, com uma ou duas culturas comercialmente interessantes, poderá haver perda de fertilidade, biologia e física do solo, podendo ocasionar a limitação de fertilidade e capacidade de infiltração e armazenamento de água, diante da redução da porosidade. Ademais, sistemas de sucessão e monocultura poderão ser mais vulneráveis à resistência de doenças, plantas daninhas e pragas, podendo provocar resistência aos produtos de controle (Adami, 2020).

No estado do Paraná, são empregados preferencialmente dois tipos de sucessão de culturas, onde um deles engloba as regiões de clima subtropical (metade sul e sudoeste), sendo predominante a soja na safra de verão e trigo na safra de inverno, e o outro abrange a região de transição climática (oeste), em que se tem milho como segunda safra (outono/inverno) em sucessão à soja na safra de verão, sendo estabelecido de acordo com o zoneamento agrícola de risco climático, que identifica a melhor época de plantio considerando fatores com risco de geadas e distribuição de chuvas (Hirakuri *et al*., 2012; Franchini, 2011).

No sudoeste paranaense há a possibilidade de adotar-se diversas opções de cultivo, podendo ser realizadas até três safras em um mesmo ano agrícola, alterando de acordo com a cultura utilizada e seu ciclo. Costuma-se cultivar, por exemplo, soja/milho ou feijão/aveia preta, milho/feijão/aveia preta ou ainda, soja/feijão/trigo, em que dentre essas sucessões a de soja/trigo, soja/milho e soja/feijão/trigo tem sido as mais utilizadas (Link, 2020).

Dentre os sistemas consagraram a soja como a principal cultura utilizada na safra de verão devido ao baixo risco produtivo e por ainda ser a que gera maior lucro quando semeada em épocas adequadas com cultivares com bom desempenho agronômico (Faleiros; Alves, 2020).

O sistema de produção se torna mais sustentável ao longo do tempo diante da sua diversificação, o que também o torna mais viável e lucrativo, pois oferece benefícios em várias áreas, reduzindo os impactos ambientais sem prejudicar a rentabilidade do produtor rural a médio prazo, permitindo manter o retorno dos investimentos e reduzir os custos de produção, como expõe Vieira (2009).

2.2 INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Um dos grandes problemas para os sistemas de cultivo agrícola são as plantas daninhas nas áreas de cultivo. Este desafio está presente desde a antiguidade, quando as plantas começaram a ser domesticadas e selecionadas geneticamente, levando a seleção de espécies silvestres, resultando no surgimento de plantas mais eficientes em termos de competição por recursos, como água e nutrientes, e com maior capacidade de sobrevivência (Oliveira Junior *et al*., 2011).

Por outro lado, a natureza moldou as plantas silvestres, conduzindo uma seleção para aprimorar suas características para que se tornassem cada vez mais adaptadas à sobrevivência (Brighenti; Oliveira, 2011).

Com o desenvolvimento da civilização humana e a expansão das áreas agrícolas, a expansão geográfica das plantas daninhas aumentou, surgindo também em maior quantidade e diversidade, com grande capacidade de ocupação dos agroecossistemas, resultando em prejuízos aos sistemas de produção agrícola (Pitelli, 2015).

Quando em grandes proporções, as plantas daninhas afetam os cultivos agrícolas, interferindo prejudicialmente no estabelecimento e desenvolvimento das culturas plantadas, causando redução do rendimento da cultura de interesse agronômico devido às interferências diretas, por meio da competição por água, luz e nutrientes e pela inibição química (alelopatia), afetando a germinação e o desenvolvimento das plantas cultivadas. Indiretamente, as plantas invasoras podem

servir de hospedeiras para pragas e fitopatógenos, como fungos e nematóides, prejudicando a qualidade dos produtos e dificultando a colheita (Brighenti, 2010; Krahmer *et al*., 2020).

Alguns fatores como controle inadequado, manejo de solo, características de comunidades infestantes e sistemas de produção interferem diretamente sobre o aumento destas plantas na lavoura (Steilmann, 2022).

Além de exercerem efeito alelopático, ainda podem servir de hospedeiros de pragas e doenças, proporcionar redução do valor econômico da terra e influenciar economicamente sobre os métodos de controle (Vasconcelos *et al*., 2012).

De acordo com Pitelli (1987), as semelhanças morfológicas e fisiológicas entre plantas cultivadas e plantas invasoras pode aumentar esta competitividade exatamente por conta dos recursos no ambiente se tornarem limitados. Sendo assim, é fundamental atentar-se que aspectos na lavoura como espaçamento e densidade de semeadura são dois fatores importantíssimos que afetam no surgimento de plantas daninhas (Steilmann, 2022).

Com base nestes aspectos, Monquero e Hirata (2014) expõe que ao passo em que ocorre a redução do espaçamento, há o aumento do sombreamento na superfície do solo, auxiliando para que ocorra menor surgimento das plantas daninhas, enquanto a densidade de semeadura ou de plantio interfere na minimização de invasoras à medida que aumenta a população da espécie cultivada, apesar de que maiores densidades possam favorecer a competição intraespecífica na cultura (Steilmann, 2022).

A verificação do grau de interferência da planta daninha sobre a cultura é realizada através do conhecimento da comunidade infestante, tendo em vista que cada espécie pode apresentar diferentes hábitos de crescimento e até exigências ambientais distintas (Pitelli, 1987). Em estudos desenvolvidos por Silva e Silva, 2007, expõe-se que é importante identificar porte e estádio de desenvolvimento da planta daninha em relação à cultura instalada (plantas daninhas que tiveram a emergência antes que a cultura causa mais danos), a densidade da comunidade infestante, as características similares entre planta invasora e a planta de cultivo e, ainda, conhecer o período crítico da cultura.

Pitelli e Durigan (1984), expõem a existência de três períodos de interferência das plantas daninhas: Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI), Período

Anterior à Interferência (PAI) e Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI), conforme esmiuçados abaixo:

a) Período Total de Prevenção da Interferência dá-se a partir do plantio ou da emergência, em que a cultura deve ser mantida livre da interferência de plantas daninhas para que sua produção não seja afetada quantitativa e, ou, qualitativamente, sendo neste período que devem ser realizadas as capinas ou realizar o uso da ação de herbicidas (Pitelli; Durigan, 1984).

b) Período Anterior à Interferência ocorre após o plantio, em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que haja prejuízos ou redução significativa de sua produtividade, tendo em vista que ainda não houve o estabelecimento da interferência e o meio é capaz de fornecer os fatores necessários para o crescimento da cultura e das plantas invasoras. Neste período, não há necessidade do emprego de práticas de controle das plantas daninhas. Em termos teóricos, o final dessa fase corresponde à melhor época para o início da realização de práticas de controle das plantas daninhas (Brighenti; Oliveira, 2011).

c) Período Crítico de Prevenção à Interferência é o momento em que se deve realizar capinas ou fazer uso do poder residual dos herbicidas no solo, pois as plantas daninhas que emergirem nesse período terão um estádio de desenvolvimento que irão promover a interferência e poderão reduzir drasticamente a produtividade da cultura (Pitelli, 1985).

Diante disso, Pitelli (1985) ainda escreve que é importante que as plantas daninhas sejam erradicadas durante os períodos de controle considerado críticos, ou seja, antes do término do Período Anterior à Interferência e após o término do Período Total de Prevenção da Interferência, além de ser interessante que se considere o conceito de ocupação temporal do agroecossitema, de modo que este esteja sendo ocupado com plantas cultivadas pelo maior período possível, a vista de evitar que plantas daninhas se desenvolvam e aumentem seus potenciais de infestação.

O conhecimento sobre o comportamento das espécies invasoras, suas formas de interferências e a composição do banco de sementes e as comunidades infestantes no local de cultivo são fundamentais para ser assertivo na tomada de decisão, e uma ferramenta utilizada para compreender o impacto das plantas daninhas sobre os sistemas de cultivos é o estudo fitossociológico, que acaba

auxiliando diretamente no campo a escolher qual o manejo ideal de controle nas plantas daninhas ao longo do tempo (Cruz *et al*., 2009; Vasconcelos *et al*., 2012; Concenço *et al*., 2013).

Em vista de todo este contexto, estudos apontam que as perdas ocasionadas por plantas daninhas na produção agrícola mundial são em torno de 10 a 15%, mesmo com os métodos de controle disponíveis atualmente, e, junto a isso, os custos de controle representam cerca de 15% do custo total de produção (Christoffoleti, 2015).

2.3 ESPÉCIES DE COBERTURA

O Brasil é pioneiro na adoção de práticas conservacionistas do solo, tendo como os principais princípios que guiam os sistemas conservacionistas de produção o não revolvimento do solo, cobertura do solo por um longo período e rotação de culturas. Em razão disso, surge o uso de plantas de cobertura. Em síntese, tais plantas servem para cobrir o solo, promovendo a integração do manejo de rotação de culturas, seja no período entressafras, ou no período de renovação de áreas, além de ser utilizado entre fileiras de cultivos arbóreos perenes ou como cultivo destinado ao pastejo (Cherubin *et al.*, 2022).

As plantas de cobertura além de cobrirem a superfície do solo, trazem diversos benefícios para a própria saúde deste, tendo em vista que proporciona a melhora dos componentes físicos, químicos e biológicos, que são essenciais para o funcionamento do solo como ecossistema vivo. Contudo, apesar da grande diversidade de benefícios das plantas de cobertura, sua eficiência dependerá das condições climáticas, das características de cada tipo de solo, da indicação e da limitação de uso por motivos fitotécnicos das plantas e ambiente de produção (Cherubin *et al.*, 2022).

A quantidade e a qualidade da cobertura de palha no solo variam conforme o sistema de rotação utilizado, sendo fortemente influenciadas pelo tipo de planta de cobertura e pelo manejo aplicado a elas. Deve-se levar em consideração para a escolha adequada espécies que apresentam maior potencial para as condições do local a ser implantada, com base na rapidez do seu estabelecimento e produção de fitomassa. Quanto mais rápido for o estabelecimento da planta de cobertura,

maiores serão os benefícios para a proteção do solo e a supressão de plantas daninhas, pois quanto mais produção de fitomassa houver, maior será a quantidade de palha disposta sobre o solo. Cultivares que possuem o ciclo mais longo geralmente produzem maior quantidade de fitomassa, ainda mais quando semeada na época adequada. Além disso, aumentar a densidade de plantas também pode favorecer o aumento da produção de fitomassa (Alvarenga *et al*., 2001).

Diversas espécies de plantas de cobertura são cientificamente comprovadas para suprimir plantas daninhas, graças a seus efeitos alelopáticos e por conta do efeito da sua biomassa (Cherubin *et. al*., 2022).

2.3.1 Centeio (*Secale cereale*)

O centeio é uma espécie pertencente à família Poaceae e que é utilizada principalmente para a colheita de grãos e forragem. É caracterizado por sua alta rusticidade e rapidez no estabelecimento inicial, com raízes profundas e agressivas. Em condições favoráveis esta cultura pode produzir de 20 a 30 t/ha de biomassa e de 4 a 10 t/ha de massa seca, podendo ser semeada entre março e julho a depender da finalidade de utilização. A biomassa originária do centeio pode suprimir o crescimento de plantas daninhas através da liberação de substâncias químicas alelopáticas. (Cherubin *et. al*., 2022).

2.3.2 Aveia (*Avena sativa*)

Assim como o centeio, a aveia também é uma gramínea que integra a família Poaceae. Esta planta é uma alternativa para o cultivo de inverno quando adota-se o sistema de rotação de culturas. Para cobertura de solo é indicado que a semeadura da aveia ocorra entre março e abril, podendo produzir entre 30 e 50 t/ha de biomassa e 7 e 15 t/ha de massa seca. A aveia é resistente ao estresse hídrico e consegue cobrir rapidamente a superfície do solo. Além disso, libera compostos alelopáticos que inibem o crescimento de plantas invasoras, facilitando a semeadura de culturas de verão. Ela também é amplamente utilizada para acumular biomassa no solo ao longo do ano. Além do mais, crucial manter a cobertura do solo durante a estação seca para prevenir a erosão e a infestação de plantas daninhas. Essa

prática reduz os custos com fertilizantes e herbicidas e ajuda a conservar os recursos naturais. A aveia preta também contribui para a reciclagem de nutrientes do solo, melhora sua condição físico-química e promove o equilíbrio microbiológico. Por fim, é uma ótima para o controle de plantas daninhas, devido ao efeito alelopático da palhada no sistema de plantio direto (Cherubin *et. al*., 2022).

2.3.3 Crotalária Júncea (*Crotalaria juncea*)

Segundo Cherubin *et. al.* (2022), no Brasil a crotalária júncea (*C. juncea* L.) é uma planta comumente utilizada para adubação verde e é pertencente à família Fabaceae. Seu florescimento ocorre de 70 a 130 dias após o plantio, destacando-se por seu rápido desenvolvimento e potencial produtivo de biomassa em um período curto, garantindo fornecimento eficiente de nitrogênio ao solo. Em condições favoráveis, pode produzir até 60 t/ha de biomassa e 15 t/ha de massa seca.

A crotalária júncea é caracterizada por suas propriedades alelopáticas, que auxiliam no controle de plantas daninhas. Os compostos responsáveis por essa alelopatia contém principalmente alcalóides pirrolizidínicos, taninos, flavonoides e compostos fenólicos. Tais compostos são liberados no solo por meio da decomposição dos restos da planta ou exsudados das raízes e podem inibir a germinação e o crescimento de outras plantas, entre elas, as plantas daninhas. Especialmente os compostos fenólicos, executam um papel importante na alelopatia, podendo interferir na absorção de nutrientes, na divisão celular e no funcionamento das enzimas das plantas daninhas, prejudicando assim seu desenvolvimento (Skinner *et. al.*, 2012; Cho *et. al.*, 2015).

Além de ser uma espécie conhecida pelo seu potencial de fixação biológica de nitrogênio e pela incorporação de nutrientes ao solo, esta cultura possui efeito alelopático supressor de principais plantas daninhas gramíneas, como *Panicum maxium*, *Urochloa decumbens* e *Digitaria insularis* (Severino; Christoffoleti, 2001; Monquero *et al*., 2009).

Em estudo desenvolvido por Melo *et al*., 2018, a *C. juncea L.* demonstrou eficácia na redução da germinação de capim amargoso (*Digitaria insularis*), constatado pelo efeito alelópatico devido a *pirrolizydina*, que é o alcalóide

encontrado em si, destacando que os níveis de redução da germinação foram maiores onde o acúmulo de biomassa estava mais elevado.

2.3.4 Braquiárias (*Urochloa spp*).

As gramíneas deste gênero são comumente utilizadas em pastejo bovino, sistemas integrados de produção em consórcio com a cultura do milho e para cobertura do solo (Fernandes *et al*., 2010; Richart *et al*., 2010; Pacheco *et al*., 2011), além de serem conhecidas pela sua grande produção de biomassa (Cherubin *et. al*., 2022).

Devido a sua alta relação C:N a decomposição desta cultura tende a ser mais lenta quando comparada à outras plantas de cobertura, fazendo com que o solo esteja protegido por mais tempo (Pacheco, 2008).

Urochloa spp. (sin. *Brachiaria* spp.) pode suprimir as plantas daninhas através de diversos mecanismos. Um mecanismo importante é por meio da produção de aleloquímicos, que são compostos que inibem a germinação e o crescimento de outras plantas. Além disso, a Urochloa constitui uma cobertura densa do solo que bloqueia fisicamente a luz de atingir as sementes das plantas invasoras, impedindo o seu crescimento. Seu denso sistema radicular também compete eficazmente por nutrientes e água, suprimindo ainda mais o desenvolvimento das plantas daninhas. Esta combinação de supressão química e física torna a Urochloa um componente valioso na estratégia de manejo sustentável de plantas daninhas (Baptistella *et. al.*, 2020).

2.3.5 Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*)

De acordo com Cherubin *et. al*. (2022), esta espécie anual é uma das mais utilizadas para adubação verde e rotação ou sucessão de culturas com soja, milho e algodão. Além disso, se destaca na cobertura do solo por proporcionar uma cobertura de 70% em aproximadamente 60 dias, além de que suas características alelopáticas inibem o desenvolvimento de espécies invasoras. É indicado que a época ideal para a semeadura ocorra entre abril e maio, podendo ainda ser semeada entre os meses de junho e julho com algumas restrições. Ainda, a

produção de biomassa pode variar entre 20 e 35 t/ha e a produção de massa seca entre 3 e 9 t/ha.

Essas espécies são frequentemente utilizadas em sistemas de manejo integrado para reduzir a população de plantas daninhas de maneira sustentável e eficaz. Além dessas plantas citadas, algumas outras como Mucuna Cinza (*Mucuna cinereum*), Níger (*Guizotia abyssinica*), Puerária (Pueraria phaseoloides) e Ervilhaca comum (*Vicia sativa*) também auxiliam no controle de plantas daninhas devido ao seu rápido estabelecimento, elevada produção de biomassa ou ainda devido aos seus efeitos alelopáticos, além da Canola (*Brassica napus*), que inibe a germinação de sementes de plantas daninhas devido à volatilização e dissolução de glucosinolatos (Cherubin *et. al*., 2022).

2.4 EFEITO DA BIOMASSA SECA (PALHADA) E BIOMASSA VERDE NA SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS

Os efeitos da biomassa seca (cobertura morta) e da biomassa verde na supressão de plantas daninhas estão bem documentados em estudos científicos. Ambas as formas de biomassa contribuem para a supressão de plantas invasoras, suprimindo-as através de mecanismos distintos e com níveis de eficácia variados. A supressão de plantas daninhas através da cobertura do solo dá-se através dos efeitos que estas culturas (da cobertura vegetal) exercem sobre as plantas daninhas, devendo ser analisados os aspectos físicos, químicos e biológicos (Durigan; Almeida, 1993; Pitelli; Pitelli, 2004).

No que diz respeito aos aspectos físicos, a biomassa pode interferir na germinação e na taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies de plantas invasoras. Em relação ao processo germinativo, a germinação de sementes fotoblásticas positivas pode ser reduzida se alguns fatores que influenciam esse mecanismo não estiverem favoráveis para a quebra da sua dormência, pois essas plantas necessitam de específico comprimento de onda para germinar, e a redução de sementes que requerem grande amplitude térmica para começar o processo germinativo. Sementes da espécie de planta daninha erva-de-touro (*Tridax procumbens*) e capim amargoso (*Diditaria insularis*) são fotoblásticas positivas, deste

modo não germinam sem a presença de luz (Guimarães; Souza; Pinho, 2002; Veríssimo; Ferraz, 2019).

Um dos princípios do plantio direto é a constituição de biomassa seca (palhada) sob o solo antes do plantio da cultura de interesse. Além de outros fatores importantíssimos para o sistema, esta cobertura auxilia no controle das plantas daninhas. A presença dessa camada poderá influenciar no comportamento de demais plantas de maneiras distintas. Além do efeito físico, que restringe a passagem de luz formando um bloqueio em que dificulta e inibe a germinação das sementes e crescimento das plântulas, existem os efeitos químicos, que são decorrentes da decomposição da fitomassa e/ou exsudação, através das raízes, de substâncias chamadas alelopáticas, as quais empenham efeito inibitório na germinação das sementes ou atuam em algum processo do seu desenvolvimento, fazendo com que o crescimento seja reduzido ou paralisado, podendo ocorrer até mesmo a morte da planta (Alvarenga *et al*., 2001). Outro aspecto importante é o efeito biológico, que pode influenciar no comportamento das plantas invasoras, tendo em vista que a presença da cobertura morta fornece condições favoráveis para o estabelecimento de grandes populações de organismos que podem usufruir de sementes e plântulas como fontes de energia (Noce *et. al*., 2008).

A intensidade e a duração dos efeitos da palhada dependerão da espécie escolhida como cobertura, da rotação de culturas, da quantidade de biomassa seca gerada, das espécies de plantas daninhas presentes e do tempo necessário para que os micro-organismos do solo decomponham essa palha (Noce *et. al*., 2008).

As diferentes espécies de massa verde isoladas ou em consórcio ao serem estudadas, mostraram resultados positivos, com comprovação cientifica que contribuem de forma favorável para um aumento da biodiversidade (Primavesi, 2002; Altieri *et al*., 2007).

O uso correto dos adubos verdes e de seus resíduos, devido aos seus efeitos físicos e químicos, afeta de forma qualitativa e quantitativa nas infestações de plantas invasoras (Teasdale *et al*., 2007). Devido a isso, recomenda-se cada vez mais o uso de espécies que proporcionam esses benefícios, como exemplo o milheto, crotalária, guandu, centeio, azevém, naboforrageiro, e outras, no controle das espécies de plantas daninhas (Filho *et. al*., 2023).

Em estudos sobre várias plantas de cobertura e quantidade de biomassa seca, estudos retrataram que a Mucuna Preta, o Feijão Gurandu e a Braquiária apresentaram eficiência na supressão do capim amargoso, demonstrando que 4 t/ha reduziram o número de plantas emergidas (Petter *et.al.*, 2015).

Pasquini *et al*. (2017), obtiveram através de avaliações que a palhada de crambe, centeio, trigo-mourisco, ervilhaca-peluda, mucuna-preta, tremoço, ervilhaca-comum, crotalária, nabo e capim braquiária, estudando o efeito de 4 t/ha, com manejo no florescimento sobre a emergência de plantas daninhas, notaram que para cada espécie invasora a palhada de uma planta de cobertura apresentava melhor controle, sendo que para o capim amargoso as palhadas de mucuna-preta e tremoço demonstraram melhores resultados na emergência da planta.

Em consideração aos estudos obtidos, constatou-se que o capim amargoso é altamente influenciado pela palhada depositada ao solo, confirmando que essa ferramenta pode ser eficiente no controle da planta daninha (Petter *et.al.*, 2015).

2.4.1 Biomassa Seca

A biomassa seca, como a palha ou outras coberturas, produz uma barreira física na superfície do solo, que inibe a germinação de sementes de plantas daninhas e o crescimento de mudas, bloqueando a luz e alterando as condições de temperatura e umidade na superfície do solo (Malaspina; Chantre; Yanniccari, 2024; Niz *et. al.*, 2023).

Algumas biomassas secas liberam compostos químicos alelopáticos que podem inibir ainda mais o crescimento de plantas daninhas. Os resíduos de culturas de cobertura, por exemplo, como cereais de centeio, podem liberar compostos que inibem o desenvolvimento de plântulas de plantas daninhas (Ficks; Karsten; Wallace, 2023).

Em relação a retenção de umidade no solo, o uso de espécies de cobertura ao reter a umidade do solo, acaba reduzindo as flutuações de temperatura, onde a biomassa seca pode criar um ambiente menos favorável para a germinação de plantas daninhas em comparação com o solo sem a presença de biomassa (solo nu) (Malaspina; Chantre; Yanniccari, 2024).

2.4.2 Biomassa Verde

Assim como as culturas de cobertura cultivadas *in situ*, a biomassa verde disputa diretamente com as plantas daninhas por luz, água e nutrientes. Este efeito competitivo, conhecido como “efeito sufocante” pode diminuir significativamente a biomassa de plantas daninhas e a produção de sementes durante o período de crescimento da cultura de cobertura (Niz *et. al.*, 2023).

Em relação a produção de biomassa, quando se tem alta produção de biomassa de certos adubos verdes é possível suprimir as ervas daninhas, superando-as na competição por recursos e criando uma copa densa que sombreia o solo, reduzindo a emergência de plantas daninhas (Malaspina; Chantre; Yanniccari, 2024; Ficks, Karsten; Wallace, 2023).

Ainda, a biomassa verde pode melhorar a fertilidade e a estrutura do solo, influenciando indiretamente a dinâmica das plantas daninhas, promovendo uma cultura mais saudável que pode competir melhor com as plantas daninhas, efeito positivo da ciclagem de nutrientes que se forma no sistema produtivo.

Os restos culturais da parte aérea do sorgo e do milheto são mais importantes na supressão das plantas daninhas do que os resíduos das raízes dessas culturas. Em estudos desenvolvidos, foi evidenciado que a palhada de sorgo reduziu de forma uniforme as infestações de Campim-Papuã (*Brachiaria plantaginea*) e Guanxuma (*Sida rhombifolia*) (Trezzi; Vidal, 2004).

A palhada de trigo pode ser uma alternativa para constituir o manejo em áreas com infestação de capim amargoso, sendo capaz de reduzir até 50% da sua emergência utilizando-se 6 t/ha de cobertura (Gazziero *et al*., 2012).

Petter *et al*. (2015) em estudo utilizando diferentes plantas de cobertura e quantidades de biomassa evidenciaram que Mucuna Preta (*Mucuna pruriens*), Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) e Braquiária (*Brachiaria brizantha*) se destacaram na supressão de capimamargoso, sendo que 4 t/ha foram suficientes para reduzir o número de plantas emergidas.

2.5 EFEITO ALELOPÁTICO DE PLANTAS DE COBERTURA SOBRE PLANTAS DANINHAS

Em solos que possuem cobertura vegetal, há uma redução considerável na infestação de plantas daninhas e na modificação da composição da população de plantas invasoras (Mateus; Crusciol; Negrisoli, 2004).

Em geral, as culturas utilizadas como cobertura do solo possuem características capazes de reciclar nutrientes, promover a descompactação do solo, aumentar o teor de matéria orgânica e eliminar as plantas invasoras (Theisen; Vidal; Fleck, 2000; Trezzi; Vidal, 2004).

Rice (1984) diz que quanto aos aspectos químicos, a cobertura pode exercer ação alelopática sobre as plantas invasoras. A alelopatia corresponde à liberação de substâncias químicas no ambiente por um organismo específico, as quais interagem com outros, podendo inibir ou estimular seu crescimento e desenvolvimento. Essa ação pode manifestar-se entre microrganismos, entre microrganismos e plantas, entre diferentes plantas cultivadas, entre plantas daninhas e entre plantas daninhas e cultivadas (Monquero *et al*., 2009).

Várias plantas sintetizam compostos químicos com propriedades alelopáticas, tais como os glicosídeos cianogênicos (Souza, 1988), ácidos fenólicos, agropireno, cumarinas (Silva, 1978) e flavonoides (Rice, 1984). Esses compostos são distribuídos em concentrações diversificadas nas inúmeras partes da planta ao longo do seu ciclo de vida, que quando liberados em quantidades adequadas, desencadeiam efeitos alelopáticos, manifestados na germinação, no crescimento e/ou no desenvolvimento de plantas já estabelecidas, além de influenciarem o desenvolvimento de microrganismos (Silva, 1978; Carvalho, 1993).

Em pesquisa realizada por Ferreira e Aquila (2000), verificou-se que os efeitos oriundos de biomoléculas denominadas aleloquímicos na germinação são menores em relação ao crescimento das plantas, havendo, ainda, casos em que o efeito alelopático tem influência sobre a velocidade de germinação e não sobre a porcentagem dela, confirmando o que Rizvi *et al*. (1992), e Radosevich, Holt e Ghersa (1997), expõe em seus estudos sobre a relação benéfica ou prejudicial dessas biomoléculas.

Os compostos alelopáticos são liberados pelos tecidos vegetais por volatilização, lixiviação, exsudação radicular e pela decomposição de resíduos vegetais (Rice, 1984; Souza, 1988; Rodrigues; Almeida; Rodigues, 1993; Weidenhamer, 1996).

A ação alelopática da cobertura morta sobre as plantas invasoras pode ser influenciada pela qualidade e quantidade do material vegetal disposto na superfície, pelo tipo de solo, pela população microbiana, pelas condições climáticas e pela composição específica das espécies na população de plantas daninhas (Monquero *et al*., 2009).

Segundo Gazola *et al*. (2016), atualmente as plantas daninhas têm demonstrado aumento na resistência aos herbicidas. Esta resistência não provém devido ao uso de um herbicida, e sim através da seleção dos indivíduos resistentes, como ocorre com o capim amagoso, resistente ao glifosato, assim observado com a buva.

Em avaliações realizadas por Melo *et al*. (2018), iniciadas com a emergência das plântulas de capim amargoso até o estabelecimento do mesmo, a Crotalária Júncea demonstrou ser uma alternativa efetiva na redução da germinação da planta daninha, demonstrando a eficácia seu efeito alelopático, possivelmente devido a presença de alcalóides pirrolizidínicos em sua estrutura. Destaca-se que os níveis de supressão foram mais significativos onde houve uma maior quantidade de biomassa.

Algumas gramíneas e leguminosas estudadas por Medeiros, Castro e Lucchesi (1990), possuem efeitos alelopáticos, cujas espécies, como aveia (*Avena sativa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e espécies do gênero Vicia sp., podem ser utilizadas como culturas de cobertura com propriedades alelopáticas.

Além disso, Tokura *et al*. (2006) descobriram, ao longo de um estudo anual, que plantas de cobertura como aveia preta, colza, nabo forrageiro e milheto também têm alto potencial para suprimir plantas daninhas. Isso destaca o papel significativo do efeito alelopático no manejo integrado de espécies invasoras, como o capim amargoso.

Em avaliação do efeito do extrato de crambe sobre a germinação de plantas invasoras foi constatado cientificamente que o extrato desta planta pode inibir a germinação do capim amargoso (*Digitaria insularis*), em que mesmo utilizando a concentração mínimo de 2% obteve-se resultados positivos na restrição da germinação das sementes desta planta invasora, devido ao fato que o extrato de crambe possui alto potencial fitotóxico e alelopático (Boehm e Simonetti., 2014).

O capim amargoso é uma planta que deve ser controlada devido às suas sementes serem facilmente carregadas pelo vento a grandes distâncias e por apresentaram alto poder de germinação, além da manifestação de biótipos resistentes (Gazziero *et al*., 2012).

2.6 CONTROLE INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas podem causar danos consideráveis nas culturas de interesse agronômico. O controle dessas plantas indesejadas deve ser realizado visando tornar a produção mais econômica e utilizando-se o mínimo possível de herbicidas. Deste modo, o controle integrado de plantas daninhas é uma abordagem que combina diferentes métodos de manejo para controlar as plantas invasoras de forma eficaz e sustentável, devendo ser aplicado sempre que possível, apesar da predisposição de se utilizar sempre o controle químico. Esse tipo de controle visa minimizar o uso de herbicidas químicos e reduzir os impactos ambientais e econômicos associados ao manejo inadequado de plantas daninhas. (Cerdeira; Roessing; Voll, 1981).

Os métodos de controle devem ser específicos para cada situação, não possuindo apenas uma forma que se aplique para todas as situações. As ações devem ser realizadas levando em consideração alguns fatores, como tipos e espécies de plantas daninhas e viabilidade técnica e econômica do controle (Cerdeira; Roessing; Voll, 1981).

As ações recomendadas para o controle de plantas invasoras em diferenças culturas podem ser classificadas como preventiva, cultural, mecânica, física, química e biológica. (Fontes; Golçalves, 2009).

2.6.1 Controle Preventivo

O controle preventivo tem como objetivo impedir a entrada e o estabelecimento de espécies invasoras em áreas não infestadas (Fontes; Golçalves, 2009).

Um dos pontos para evitar a infestação, é realizar uma limpeza rigorosa das máquinas, implementos e ferramentas usadas no preparo do solo e na abertura de

covas, especialmente se esses equipamentos foram utilizados em áreas infestadas anteriormente. As sementes utilizadas devem ser livres de propágulos de plantas daninhas e que sejam adquiridas de empresas que prezam pela qualidade do produto. As mudas em torrão devem ser especialmente adquiridas de viveiristas que estejam registrados junto aos órgãos de defesa competentes e respeitem as normas fitossanitárias. A utilização do esterco animal e composto orgânico podem introduzir espécies distintas nas áreas cultivadas, pois muitas sementes de plantas daninhas poderão estar em sua composição. Por isso, o processo de curtimento deve ser realizado de forma adequada, para que muitas destas sementes de plantas invasoras sejam mortas devido à elevação de temperatura no interior da massa de compostagem (Fontes; Golçalves, 2009).

Conforme citado por Correia e Rezende (2002) outro ponto importante é o manejo na entressafra, realizado através de meios mecânicos, químicos e culturais. Com a utilização de culturas neste período em sucessão, como trigo ou sorgo, torna-se um fator positivo para a redução de sementes que germinam e se desenvolvem durante o ano todo, como é o caso do picão-branco (*Galinsoga parviflora* Cav.) ou falsa-serralha (*Emilia sonchifolia* DC.). Neste caso, deve-se tomar cuidado especial após a colheita da cultura de entressafra, evitando a disseminação das mesmas. O manejo das plantas daninhas após a cultura de entressafra ou em áreas de pousio pode ser realizado de forma mecânica, utilizando roçadeira ou rolo-faca, após determinado período de desenvolvimento das plantas, ainda, antes que atinjam o estádio de formação de sementes para que não se propaguem. É aconselhável que este manejo seja realizado até o início do florescimento das plantas.

O manejo preventivo na entressafra também pode ser através do uso de herbicidas ou dessecantes de amplo espectro (controlando plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas), empregados na mesma época para substituir o controle mecânico (Correia; Rezende, 2002).

A associação da rotação de culturas com o sistema de semeadura dita tem sido a prática mais eficiente para o manejo de plantas daninhas se acordo com Deuber, 1997. Por não promover o revolvimento do solo, muitas sementes se mantêm no perfil a profundidades que ficam impossibilitadas de germinar. Além do mais, a palha ou restos culturais realizam a cobertura da superfície do solo, evitando

a germinação de várias espécies que se localizam no sistema, além de desempenhar papel de proteção.

2.6.2 Controle Cultural

Este método engloba as particularidades das plantas cultivadas e dos diferentes sistemas de cultivo com o propósito de elevar a capacidade competitiva da cultura. A semeadura ou plantio em espaçamento recomendados aprimora a área disponível para as culturas de interesse e reduz o espaço livre para o desenvolvimento das plantas invasoras. Diante disso, a redução do espaçamento de plantio é vantajosa devido ao adensamento e sombreamento da superfície do solo. Plantas que apresentam maior vigor e que são mais saudáveis possuem maior capacidade de competição contra as plantas daninhas, tendo em vista que a emissão e o crescimento das folhas ampliam a área folia e o sombreamento da superfície (Fontes; Golçalves, 2009).

2.6.3 Controle Mecânico

O controle mecânico de plantas daninhas pode ser empregado antes mesmo do preparo do solo para o cultura até a fase produtiva delas. Para que seja eficaz, as plantas invasoras precisam estar no início do seu crescimento, sendo a fase mais suscetível ao controle, pois ainda não possuem reservas que, de certa forma, contribuem para o desenvolvimento das fases vegetativa e reprodutiva. Além disso, plantas que encontram-se maiores necessitam de maior energia para o corte ou arranque, podendo até ocasionar danos às ferramentas. O controle mecânico é pouco eficiente ao longo do ciclo da lavoura por não se prolongar no tempo, tendo em vista que, em alguns casos, a ação deve ser reiterada (Fontes; Golçalves, 2009).

Os elementos que realizam o revolvimento do solo e gradagem na ocasião do plantio promovem a erradicação de plantas daninhas existentes, cortando a parte aérea e as deixando expostas à luz solar ou enterrando-as (Fontes; Golçalves, 2009).

Em lavouras menores, o controle de plantas daninhas por meio de capina ou roçada manual é uma ação de controle comumente utilizada, apesar de ser um

método caro e trabalhoso. Outro fator negativo deste método é quando a capinação ocorre em solo com altos índices de umidade, considerando que as raízes podem permanecer com potencial para rebrotar, o que ocorre com mais habitualidade em espécies da família Poaceae, como é o exemplo do capim colchão (*Digitaria* spp.) (Fontes; Golçalves, 2009).

2.6.4 Controle Físico

Em estudos apresentados pelo pesquisador Karam (2007), o controle físico pode ser efetivado por meio de técnicas como solarização, inundação e através do fogo.

A solarização é uma técnica que se baseia no aquecimento do solo por meio da radiação solar, empregada com a finalidade de desinfecção, com o uso polietileno transparente. Em razão do aumento da temperatura as sementes e propágulos de plantas daninhas são afetadas, fazendo a queima das plântulas e alterando o balanço de O_2 e CO_2. Todavia, para que esta técnica seja eficaz, dependerá do período que o polietileno ficará sobre o solo, da intensidade de luz solar, da temperatura do ar e da umidade do solo (Karam, 2007).

O controle de plantas daninhas pelo método da inundação pode ser utilizado como uma ação complementar em sistemas de produção irrigados. Mantendo-se uma camada fina de água faz com que o ambiente torne-se desfavorável, eis que quantidade de oxigênio é reduzida, o que dificulta a germinação de sementes e inibe o crescimento e desenvolvimento de radícula em algumas espécies (Karam, 2007).

A técnica de controle através do fogo é utilizada, especialmente, nas ocasiões em que os produtos químicos são contraindicados. O fogo busca aumentar a temperatura da planta em um período reduzido, fazendo com que ocorra a expansão do líquido celular e o rompimento das células, que causará a morte da planta invasora. Contudo, o uso dessa ação é limitado, devendo ser levado em conta o custo inicial do equipamento e a resistência de determinadas plantas ao referido tratamento (Cerdeira; Roessing; Voll, 1981).

2.6.5 Controle Químico

Dentre todas as formas de controle, o controle químico é o mais utilizado (Cerdeira; Roessing; Voll, 1981). Este método consiste na utilização de herbicidas registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, bem como nas Secretarias de Agriculturas (Karam, 2007), baseando-se no propósito de que alguns produtos possuem capacidade de matar ou impedir o desenvolvimento de determinadas plantas, agindo, na maioria das vezes, de forma seletiva (Cerdeira; Roessing; Voll, 1981).

A utilização destes compostos químicos podem ocorrer antes da semeadura, com a incorporação ao solo (PSI) apenas no sistema convencional de semeadura, em momento após a emergência da cultura, mas anterior à emergência das plantas invasoras (PRÉ) e após a emergência da cultura de interesse e das plantas daninhas (PÓS) (Correia; Rezende, 2002).

2.6.6 Controle Biológico

O controle biológico de plantas invasoras iniciou-se praticamente na mesma época que o químico (Ennis, 1985), porém, somente após os anos 50 passou a ser mais utilizado, levando em consideração que, a partir de então, passou-se a haver maior preocupação/cuidado com o meio ambiente (Gazziero, 1998).

Os métodos de controle biológico são considerados como clássico, também conhecido por inoculativo, e micoherbicida, ou inundativo (Correia; Rezende, 2002).

A primeira estratégia, usualmente, envolve a utilização de fungos patogênicos, que já são encontrados naturalmente na planta-alvo e causam danos a ela. Normalmente, esses agentes biológicos não têm um impacto grande o suficiente na população da planta para controlá-la de forma eficiente. Porém, quando o inóculo é produzido em grande escala, formulado e aplicado sobre as plantas daninhas de maneira similar a um herbicida químico, ele pode ter um bem semelhante. Assim, neste método, é necessário produzir um bioherbicida, que o agricultor poderá usar como qualquer outro produto agrícola (Oliveira; Brighenti, 2018). Essa estratégia não tem como objetivo a diminuição ou erradicação instantânea de plantas daninhas, mas a redução e a estabilização da população ao longo do tempo, mantendo-se abaixo do nível de dano econômico (Tessmann, 2011).

O método inundativo apresenta melhor funcionamento em culturas anuais, como a soja, por serem cultivados em ambientes que frequentemente sofrem perturbações em razão do manejo do solo e da própria cultura. Tal método baseia-se no uso de fungos que são multiplicados e formulados e, em seguida, aplicados como um herbicida convencional (Gazziero, 1998).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo desenvolvido, é possível concluir que, além dos diversos benefícios nas características físicas, químicas e biológicas do solo, a massa seca e a massa verde, com base principalmente nos efeitos alelopáticos e de supressão (efeito sufocante), podem também beneficiar o controle integrado de plantas daninhas, atuando como ferramenta complementar ao controle químico.

Em razão da grande variedade de espécies daninhas presentes nos variados sistemas de cultivo, diferentes sistemas de produção e das condições ambientais de cada região produtora, deve haver a utilização de mais de uma ação de controle, a fim de que seja estabelecido uma estratégia adequada para o manejo de plantas daninhas, buscando-se maior eficiência de controle, somado a redução de custos de produção e a mitigação de impactos ambientais desfavoráveis.

Baseado em estudos ao longo do tempo, é evidente que o uso de plantas de cobertura, não apenas para a supressão de plantas daninhas, mas também para a melhoria dos sistemas de cultivo, tem crescido significativamente. Isso se deve às pesquisas sobre o tema, que demonstram de forma convincente a eficácia comprovada dessas plantas em relação à melhoria da estrutura do solo e da redução da germinação e do crescimento das plantas invasoras.

Conforme visto ao longo do trabalho, as áreas agrícolas em que não há o estabelecimento de culturas de cobertura na entressafra, apresentam grande aumento na infestação de capim amargoso, devido ao seu grande potencial invasor que se dá pela facilidade de as sementes serem carregadas pelo vento por longas distâncias e pelo alto poder germinativo, além da manifestação de biótipos resistentes. Porém, diversos estudos mostram que a palhada das culturas de cobertura tem inibido altamente o desenvolvimento inicial dessa invasora, tornando-se o sistema como um forte aliado no campo.

Ao longo do trabalho verificou-se que algumas espécies como a crotalária júncea e o nabo forrageiro quando comparadas à Braquiária, por exemplo, apresentam potenciais teores de produção de biomassa e de palhada, podendo chegar a uma produção de até 65 t/ha, sendo amplamente utilizadas para adubação verde por se destacarem no potencial produtivo de biomassa em um curto espaço de tempo, podendo ser utilizadas nos sistemas de rotação ou sucessão de culturas com as principais culturas de verão, como soja e milho, possuindo ainda tolerância ao período de seca. Além disso, essas duas espécies, assim como a aveia, auxiliam no combate de plantas espontâneas devido ao efeito alelopático da palhada deixada no sistema de plantio direto, inibindo a emergência e o desenvolvimento de plantas invasoras indesejáveis, como leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), capim-marmelada (*Urochloa plantaginea*) e capim colchão (*Digitaria horizontalis*), para semeadura de culturas de verão, reduzindo-se, assim, os custos com herbicidas nas culturas subsequentes.

Por fim, ressalta-se, ainda, que muitos estudos devem ser desenvolvidos com ênfase nos sistemas de rotação e sucessão de culturas sobre a infestação de plantas daninhas avaliados a longo prazo, sob diferentes combinações experimentais.

REFERÊNCIAS

ADAMI, P. F., COLET, R. A., LEMES, E. S., OLIGINI, K. F., & BATISTA, V. V. (2020). Plantas de cobertura nas entressafras soja-trigo e soja-soja. **Brazilian Journal of Development**, 6(3), 16551-16567.

ALTIERI, A. M.; PONTI, L.; NICHOLLS, C. I. **Melhorando o manejo de pragas através da saúde do solo: direcionando uma estratégia de manejo do habitat solo**. *In*: Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar, 2007. p. 17-31.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, jan./fev. 2001.

BAPTISTELLA, J. L. C. *et al*. Urochloa in tropical agroecosystems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, p. 119, 2020.

BOEHM, N.R.; SIMONETTI, A.P.M. Interferência alelopática do extrato de crambe sobre sementes te capim-amargoso. **Cultivando o Saber**, v.7. n.1, p.83-93, 2014.

BRIGHENTI, A. M. **Manual de identificação e manejo de plantas daninhas em cultivos de cana-de-açúcar**. 2010.

BRIGHENTI, A. M; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p.09.

CARVALHO, S. I. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de Brachiaria brizantha cv. Marandu no estabelecimento das plantas de Stylosanthes guianensis var. vulgaris cv. Bandeirante**. 1993. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1993.

CERDEIRA, A. L.; ROESSING, A. C.; VOLL, E. Controle integrado de plantas daninhas em soja. **Circular técnica**, Londrina, v.4, p.1-47, jul. 1981.

CHERUBIN, M. R. *et al*. **Guia prático de plantas de cobertura**: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo. 2022.

CHO, A. H. *et al*. Apical dominance and planting density effects on weed suppression by sunn hemp (*Crotalaria juncea L.).* **HortScience**, v. 50, n. 2, p. 263-267, 2015.

CHRISTOFFOLETI, P. USP ESALQ - ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO. **De olho nas plantas daninhas**. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/acom/clipping/arquivos/04 03_de_olho_nas_plantas_daninhas_GC.pdf>. Acesso em: 25 mai 2024.

CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I. V. T.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B., 2013. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha**, 31, 359-368.

CORREIA, N. M.; REZENDE, P. M. de. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: Editora UFLA, 2002.

CRUZ, D. L. S.; RODRIGUES, G. S., OLIVEIRA, F. D. de., ALVES, J. M. A., ALBUQUERQUE, J. D. A. A. de. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbi-ente on-line**, v.3, n.1, p.58-63, 2009.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes**: manejo. Campinas: [s.n.], 1997. v. 2, 285 p.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. L. S. **Noções sobre alelopatia**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28 p.

ENNIS, W. B. La funcion del control biologico em la lucha contra las ma lezas en los países en desarrollo. In: ORGANIZACION DE LAS NACIO NES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. **Mejoramento del control de malezas**. Roma: FAO, 1985. p. 125-137. (Estudio FAO produccion y proteccion vegetal, 44).

FALEIROS, G. D.; ALVES, L. R. A. Caracterização da dinâmica produtiva de grãos e da propriedade típica regional no sul do Brasil. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 22, p. 1554- 1554, 2020.

FERREIRA, A. G., & AQUILA, M. E. A. (2000). Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista brasileira de fisiologia vegetal**, 12(1), 175-204.

FIALHO, A. R. (2020). **Sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura.**

FICKS, T. S.; KARSTEN, H. D.; WALLACE, J. M. Delayed cover-crop termination and reduced herbicide inputs produce trade-offs in soybean phase of US Northeast forage-grain rotation. **Weed Technology**, v. 37, n. 2, p. 132-140, 2023.

FILHO, O. F. de L.; AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**. Brasília: Embrapa Superintendência de Comunicação, 2023.

FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P. Manejo integrado de plantas daninhas. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PRAGAS, 1., 2009. **Anais**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p 220-236.

FRANCHINI, J. C., COSTA, J. D., & DEBIASI, H. (2011). **Rotação de culturas**: prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute-Brasil, 1-13.

GAZOLA, T.; BELAPART, D.; CASTRO, E.B.; CIPOLA FILHO, M.L.; DIAS, M.F. Características biológicas de Digitaria insularis que conferem sua resistência à herbicidas e opções de manejo. **Científica**, v.44, n.4, p. 557–567, 2016.

GAZZIERO, D. L. P. Manejo de plantas daninhas na cultura da soja. In: CARVALHO, J. A.; CORREIA, N. M. (Ed.). Manejo de plantas daninhas nas culturas da soja e do milho. Uberlândia: UFU, 1998. p. 8-34 HEAP, I. M. The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. **Pesticide Science**, London, v. 51, p. 225-234, 1997.

GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; FORNAROLLI, D.; VARGAS, L.; ADEGAS, F. S. Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. **XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas na Era da Biotecnologia**. Trab. 733, 2012.

GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. V. Emergência de Tridax procumbens em função da profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 413-419, 2002.

HIRAKURI, M. H., *et al*. (2012). **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola**.

KARAM, D. Manejo integrado de plantas daninhas. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO SEMI-ÁRIDO, 1., 2007. **Anais**. Mossoró: UFERSA, 2007. p 151-158.

KRÄHMER, H. *et al*. Pesquisas e mapeamento de ervas daninhas na Europa: o estado da arte e tarefas futuras. **Crop Protection**, v. 129, p. 105010, 2020.

LINK, L. **Plantas de cobertura de verão: crescimento e acúmulo de nutrients, épocas de dessecação e produtividade do trigo**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas (Área de concentração: culturas anuais em sistemas integrados de produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020.

MALASPINA, M.; CHANTRE, G. R.; YANNICCARI, M. Effect of cover crops mixtures on weed suppression capacity in a dry sub-humid environment of Argentina. **Frontiers in Agronomy**, v. 5, p. 1330073, 2024.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras**., v. 39, n. 6, p. 539-542, 2004.

MEDEIROS, A. R. M.; CASTRO, L. A. S.; LUCCHESI, A. A. Efeitos alelopáticos de algumas leguminosas e gramíneas sobre a flora invasora. **Anais...** ESALQ, v. 47, n. 1, p. 1-10, 1990.

MELO, T. S., DA SILVA, L. B. X., MARQUES, R. F., & CONCENÇO, G. (2018). Efeito alelopático de crotalaria juncea sobre capim amargoso.

MICCOLIS, A., *et al*. Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/**Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal** – ICRAF, 2016.

MONQUERO, P. A., AMARAL, L. R., INÁCIO, E. M., BRUNHARA, J. P., BINHA, D. P., SILVA, P. V., & SILVA, A. C. (2009). Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta daninha**, 27, 85-95.

MONQUERO, P. A.; HIRATA, A. C. S. Manejo de plantas daninhas com adubação verde. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**: fundamentos e prática. Embrapa, 2014. p. 481-507.

NICOLETTI, T. R. S. Interferência Das Plantas Daninhas E Seus Métodos De Controle. Recima21-**Revista Científica Multidisciplinar**- n. 3, v. 1, e311129-e311129, 2022.

NIZ, A. S. *et al*. Implementation and use of green manures for weed suppression in sequential maize cropping. **International Journal of Agronomy**, v. 2023, n. 1, p. 3034572, 2023.

NOCE, M. A. **Interferência de palhadas de sorgo, capim braquiária e milheto sobre a cultura do milho e plantas daninhas**. 2008. 38 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA JR., R. S. de.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. 348p.

OLIVEIRA, M. F. de.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de Plantas Daninhas**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2018.

PADOVAN, M. P.; CARDOSO, I. M. Panorama da Situação dos Sistemas Agroflorestais no Brasil. **In: CBSAF**, 9. Ilhéus, Ba, 2013. Anais/Palestra. Ilhéus, Ba: Instituto Cabruca. 2013.

PASQUINI, M.D.; SILVÉRIO, R. Influência da palhada de culturas de cobertura e adubos verdes na emergência de plantas daninhas. **26° Encontro Anual de Iniciação Científica**, 2017.

PETTER, F.A.; SULZBACHER, A.M.; SILVA, A.F.; FIORINI, I.V.A.; MORAIS, L.A.; PACHECO, L.P. Use of cover crops as a tool in the management strategy of sourgrass. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.14, n.3, p.200-209, 2015.

PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica** IPEF, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.

PITELLI, R. A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Série Técnica IPEF.** Piracicaba, v.4, n.12, p.1 - 24, set.1987.

PITELLI, R. A. O termo planta-daninha. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 622-623, set. 2015.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBHED, 1984. p. 37.

PITELLI, R. A.; PITELLI, R. L C. M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAM, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 29-56

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. Weed ecology. 2.ed. New York: Wiley 1997. 588p.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2.ed. New York: Academic, 1984. 422 p.

RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, U.K.; RIZVI, V. **A discipline called allelopathy**. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, H. Allelopathy: basic and applied aspects. London: Chapman & Hall, 1992. p.1-10.

RODRIGUES, L. R. A.; ALMEIDA, A. R. P.; RODRIGUES, T. J. D. Alelopatia em forrageiras e pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 1993, Jaboticabal. **Anais**... Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 100-129.

SEVERINO, F. J.; CHISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, p. 223-228, 2001.

SILVA, Z. L. Alelopatia e defesa em plantas. **B. Geográfico**, v. 36, n. 258-259, p. 90-96, 1978.

SKINNER, E. M. *et al*. Allelopathic effects of sunnhemp (*Crotalaria juncea* L.) on germination of vegetables and weeds. **HortScience**, v. 47, n. 1, p. 138-142, 2012.
SOUZA, I. F. Alelopatia de plantas daninhas. **Inf. Agropec**., v. 13, n. 150, p. 75-78, 1988.

SMITH, R. G. *et al*. Espécies de plantas de cobertura como filtros bióticos distintos na montagem de comunidades de plantas daninhas. **Weed Science**, v. 63, n. 1, p. 282-295, 2015.

STEILMANN, A. R. **Influência dos sistemas de rotação e sucessão de culturas sobre a supressão de plantas daninhas**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Área de Concentração: Solos e Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022.

TEASDALE, J. R.; BRANDSAETER, L. O.; CALEGARI, A.; SKORA NETO, F. Cover crops and weed management. In: UPADHYAYA, M. K.; BLACKSHAW, R. E. (Ed.). **Non-chemical weed management**: principles, concepts and technology. Wallingford: Cabi International, 2007. p. 49-64.

TEASDALE, J. R.; MOHLER, C. L. The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. Weed Sci. **2000**, 48, 385–392.

TESSMANN, D. J. Controle biológico: aplicações na área de ciência das plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Omnipax, 2011, p. 79-94.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de Brachiaria plantaginea em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, p. 753-756, 2000.

TOKURA, L.K.; NÓBREGA, L.H.P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum. Agronomy,** v.28, n.3, p.379-384, 2006.

VASCONCELOS, M. C. C. *et al*. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012.

VERISSÍMO, F. P.; FERRAZ, L. R. **Efeito de plantas de cobertura no manejo do capim-amargoso (Digitaria insularis) em sistema de plantio direto**. 2018. 20f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I - plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 217-233, 2004.

VIEIRA, C. P. **Sistemas de manejo do solo, culturas de cobertura e rotação de culturas: resposta para soja e milho**. 2009.