

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**VICTOR IAGO BRAATZ DA SILVA**

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS DE  
COBERTURA SOBRE O CAPIM-ARROZ (*Echinochloa crusgalli*)**

**DOIS VIZINHOS**

**2022**

**VICTOR IAGO BRAATZ DA SILVA**

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS DE  
COBERTURA SOBRE O CAPIM-ARROZ (*Echinochloa crusgalli*)**

**ALLELOPATHIC POTENTIAL OF AQUEOUS EXTRACTS OF COVERAGE PLANTS  
ON BARRY GRASS (*Echinochloa crusgalli*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação,  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Agronomia da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Prof. Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes

**DOIS VIZINHOS**

**2022**



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

**VICTOR IAGO BRAATZ DA SILVA**

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE PLANTAS DE  
COBERTURA SOBRE O CAPIM-ARROZ (*Echinochloa crusgalli*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Graduação apresentado como requisito para  
obtenção do título de Bacharel em Agronomia da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Data de aprovação: 29 de novembro de 2022

---

Pedro Valério Dutra de Moraes  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

---

Alfredo de Gouvêa  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

---

Caroline Aparecida Seleprin Dresch  
Engenheira Agrônoma

**DOIS VIZINHOS**

**2022**

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais e irmãos que sempre me apoiaram nesta jornada, bem como à minha avó Renita (*In memorian*), que me dá força para superar os desafios da vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço à minha família que sempre me incentivou, não deixando que momentos difíceis abalasse minha confiança, apoiando, para que continuasse a jornada de graduação e que eu consiga alcançar os meus objetivos pessoais e profissionais.

Aos meus amigos que conheci nessa jornada acadêmica que me auxiliaram na implantação desse trabalho.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes, pela sabedoria com a qual me guiou nesta trajetória.

Por fim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que o trabalho fosse realizado.

## RESUMO

Com a indiscriminada utilização de herbicidas, vem aparecendo cada vez mais relatos de espécies de plantas daninhas com tolerância ou resistência, sendo cada vez mais difícil o controle dessas plantas com a utilização de moléculas de herbicida. Por isso, aumentou a procura por novos métodos de manejo e controle e ampliaram-se os estudos na área de alelopatia, a qual analisa os metabólitos secundários possíveis de serem encontrados em qualquer parte da planta e que podem acarretar efeitos positivos ou negativos no ambiente ao seu redor. Esse trabalho tem como objetivo avaliar se os extratos aquosos da parte aérea de plantas de cobertura de Canola (*Brassica napus*), Centeio (*Secale cereale*) e Ervilhaca (*Vicia sativa*) podem apresentar efeito alelopático sobre Capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*). O experimento foi desenvolvido parcialmente no município de São João - PR e no laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Dois Vizinhos. A semeadura foi feita a lanço e na fase de floração das plantas de cobertura, foram cortadas rentes ao solo, secas e picadas em pequenos pedaços. Para a produção dos extratos foram utilizados 1000ml de água para 100g, 50g, 25g, 10g e 0g de material picado. Utilizou-se o esquema fatorial de 5 x 4 com quatro repetições. O fator A são as três espécies de plantas de cobertura escolhidas, mais o mix das três espécies. O fator B é composto pelas cinco diferentes concentrações dos extratos das plantas de cobertura. Foram colocadas em gerbox 36 sementes das plantas daninhas e aplicados os extratos das plantas de cobertura. Para isso, foram utilizados 80 gerbox que ficaram em uma câmara de germinação tipo BOD durante 7 dias, com temperatura de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e 12 horas luz/escuro. Todos os dias foram coletadas variáveis e o número de plantas germinadas. Ao final do período avaliativo obteve-se a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, velocidade média de germinação, comprimento radicular, comprimento da parte aérea e de radícula. Possuindo resultados de que ocorreram efeitos positivos no controle das plantas daninhas.

**Palavras-chave:** Resistência; alelopatia; *Brassica napus*; *Vicia sativa*; *Echinochloa crusgalli*; *Secale cereale*.

## ABSTRACT

With the indiscriminate use of herbicides, more and more reports of weed species with tolerance or resistance are appearing, making it increasingly difficult to control these plants with the use of herbicide molecules. For this reason, the search for new handling and control methods has increased and studies in the area of allelopathy have expanded, which analyzes the secondary metabolites that can be found in any part of the plant and that can have positive or negative effects on the environment when around you. This work aims to evaluate whether the aqueous extracts of the aerial part of Canola (*Brassica napus*), Centeio (*Secale cereale*) and Ervilhaca (*Vicia sativa*) cover crops may have an allelopathic effect on Capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*). The experiment was partially carried out in the city of São João - PR and in the laboratory of the Federal Technological University of Paraná, campus of Dois Vizinhos. Sowing was carried out by broadcast and during the flowering phase of the cover crops, they were cut close to the ground, dried and chopped into small pieces. For the production of the extracts, 1000ml of water were used for 100g, 50g, 25g, 10g and 0g of chopped material. A factorial design of 5 x 4 with four replications was used. Factor A is the three cover crop species chosen, plus the mix of the three species. Factor B is composed of five different concentrations of extracts from cover crops. 36 weed seeds were placed in a gerbox and cover plant extracts were applied. For this, 80 gerboxes were used, which were placed in a BOD-type germination chamber for 7 days, with a temperature of  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  and 12 hours of light/dark. Variables and the number of germinated plants were collected every day. At the end of the evaluation period, the germination percentage, germination speed index, average germination speed, root length, shoot and radicle length were obtained. Possessing results that there were positive effects on weed control.

**Keywords:** Resistance; allelopathy; *Brassica napus*; *Vicia sativa*; *Echinochloa crusgalli*; *Secale cereale*.

## SÚMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	11
<b>3 HIPÓTESES</b> .....	12
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	13
<b>4.1 Objetivo Geral</b> .....	13
<b>4.2 Objetivos Específicos</b> .....	13
<b>5 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
<b>5.1 Plantas de cobertura</b> .....	14
5.1.1 Canola ( <i>Brassica napus</i> ) .....	15
5.1.2 Centeio ( <i>Secale cereale</i> ) .....	15
5.1.3 Ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> ) .....	16
<b>5.2 Plantas daninhas</b> .....	16
5.2.1 Resistência .....	17
5.2.2 Capim-arroz ( <i>Echinochloa crusgalli</i> ) .....	18
<b>6 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
<b>6.1 Localização e caracterização da área experimental</b> .....	19
<b>6.2 Condução do experimento</b> .....	19
<b>6.3 Variáveis analisadas</b> .....	25
6.3.1 Cálculo de Porcentagem de Germinação .....	25
6.3.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG) .....	25
6.3.3 Velocidade Média de Germinação (VMG) .....	26
6.3.4 Cálculo de Matéria Seca da Parte Radícula .....	26
6.3.5 Análise Estatística .....	26
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	27
<b>7.1 Potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica</b> .....	27
<b>7.2 Porcentagem de germinação</b> .....	28
<b>7.3 Índice de velocidade de germinação</b> .....	32
<b>7.4 Velocidade média de germinação</b> .....	35
<b>7.5 Peso matéria seca – radicular</b> .....	38
<b>8 CONCLUSÃO</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO

Na agricultura brasileira o método de produção mais utilizado é o plantio direto, cujo principal objetivo é manter as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo conservadas, evitando a perda de qualidade da fertilidade e da estruturação da área. Mantendo o solo com boa qualidade de matéria orgânica, resguardando sua umidade, diminuindo a aparição de plantas daninhas, dentre outros grandes benefícios para a agricultura.

O plantio direto, com rotação de cultura, proporciona melhorias em fatores químicos, físicos e biológicos do solo, onde esse método é aplicado, também influencia na quantia de cultivos anuais e seus períodos interferem na intensidade de alteração dos fatores (SILVEIRA; STONE, 2003). Para Stone e Guimarães (2005), o volume acrescentado ao solo de matéria orgânica ou vegetal depende apenas de quais plantas serão selecionadas para utilizar na rotação de determinada área agrícola.

A palhada produzida pelas plantas de cobertura pode liberar substâncias aleloquímicas derivadas do metabólito secundário destas de maneira a afetar o desenvolvimento das plantas ao seu redor de forma benéfica ou maléfica (ALVENGA *et. al.*, 2001).

Além da proteção do solo e da alelopatia, o plantio direto com rotação de cultura apresenta outros benefícios, como uma forma de bloqueio da germinação de algumas sementes por meio físico, pois impede o contato direto com a luz solar.

Os principais motivos para realizar o controle de plantas daninhas se dá através da perda de produtividade da cultura desejada pela competição de espaço, iluminação solar, água e nutrientes, acarretando grandes perdas de produtividade e econômicas ao produtor rural.

Para que possa melhorar os índices de controle de plantas daninhas deve ser adotado um manejo adequado, pulverização de produtos com moléculas químicas para evitar ao máximo a formação de novas plantas daninhas tolerantes ou resistentes aos herbicidas. Mas já sabendo da existência de plantas com tolerância e resistência às moléculas químicas, novos métodos de controle têm sido pesquisados como o método de alelopatia, podendo ser uma alternativa para a contenção de plantas daninhas.

O fenômeno alelopático ocorre quando a planta libera uma substância química e influencia de alguma maneira o ambiente e os seres que compartilham dessa planta (OLIVEIRA; CONSTANTIN; INOVE, 2011).

Portanto, o estudo foi realizado para avaliar o efeito que os extratos aquosos das plantas de cobertura Canola (*Brassica napus*), Centeio (*Secale cereale*) e Ervilhaca (*Vicia sativa*), em diferentes concentrações, exercem sobre a planta daninha capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*).

## 2 JUSTIFICATIVA

O controle de plantas daninhas tem um enfoque muito grande no uso de herbicidas, a redução de produtos químicos é uma exigência cada vez maior da sociedade, para alimentos saudáveis, menos agressivo ao ambiente e com maior sustentabilidade.

Existe um grande interesse na alelopatia, pois pode ser um método de manejo eficiente com menor índice de agressão ao meio ambiente, à saúde dos trabalhadores do meio rural e do consumidor final.

A alelopatia contribui para que haja a redução das aplicações de herbicidas no campo e dos custos de produção do cultivo. Auxilia a produção orgânica de alimentos, que não têm permissão de controle químico, no cultivo dos quais são utilizados apenas produtos e manejos naturais.

A má utilização de herbicidas, como excesso de aplicações, a não mudança de emprego de diferentes princípios ativos, a utilização de superdoses ou doses inadequadas, podem acarretar plantas resistentes e tolerantes aos produtos químicos e a alelopatia pode reduzir tais problemas.

Esse estudo, relativo à utilização de plantas de cobertura de inverno, tem grande importância pois permite verificar se tais compostos serão plausíveis para permuta de alguma molécula química. Além da importância sobre a produção de alimentos de maneira orgânica ou com menor quantidade de herbicidas. Assim justificando-se o intuito dessa pesquisa.

### 3 HIPÓTESES

Com base de que vegetais possuem compostos orgânicos secundários “aleloquímicos” que podem afetar o desenvolvimento de outras plantas, as espécies canola (*Brassica napus*), centeio (*Secale cereale*) e ervilhaca (*Vicia sativa*) têm eficiência de intervenção no desenvolvimento das plantas daninhas a serem analisadas.

Algumas plantas de cobertura efetuam a limitação de desenvolvimento e germinação de determinadas plantas daninhas, assim identificando que tal planta possui alelopatia negativa sobre as mesmas. Desta forma os extratos desenvolvidos terão o intuito de controle ou redução de plantas daninhas, sendo adequado em qualquer produção agrícola sem agressão ao meio ambiente.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo Geral

Objetivou-se analisar se os extratos aquosos produzidos a partir de plantas de cobertura de inverno, canola (*Brassica napus*), centeio (*Secale cereale*) e ervilhaca (*Vicia sativa*) podem produzir algum efeito alelopático sobre Capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*).

### 4.2 Objetivos Específicos

- Verificar a alelopatia dos extratos aquosos das plantas de cobertura de solo.
- Avaliar quais dos extratos desenvolvidos obtém aptidão no controle de plantas daninhas.
- Realizar cálculos para verificar se os extratos aquosos produzidos com as plantas de cobertura destinadas a essa pesquisa terão algum efeito alelopático sobre as sementes de plantas daninhas.

## 5 REVISÃO DE LITERATURA

### 5.1 Plantas de cobertura

O sistema de plantio direto foi a maior tecnologia desenvolvida na área agrícola no século XX. Esse método de plantio possui grande vantagem de maneira que a palhada da planta de cobertura, somada aos restos da cultura comercial anterior, formam um microambiente que beneficia o desenvolvimento vegetal e a conservação do solo (ALVARENGA *et. al.*, 2001).

As plantas de cobertura possuem grande ênfase na agricultura atual. Segundo Lazaro *et. al* (2013) tais vegetais melhoram o ambiente pelo aumento de matéria orgânica servindo como adubo verde.

A escolha adequada de plantas de cobertura e a rotação beneficiam o solo e a futura cultura comercial que será implantada, pois quanto maior o desenvolvimento dessa planta de cobertura, maior a biomassa formada e que ficará no solo, o protegendo, possuindo grande importância na supressão de plantas daninhas (ALVARENGA *et. al.*, 2001).

Para Alvarenga *et. al.* (2001), quando a palhada de plantas de cobertura fica no solo com uma quantidade boa de biomassa, cria uma limitação física, dificultando a germinação e o contato com a luz solar, complicando assim o desenvolvimento inicial das plantas daninhas. Outra forma pela qual as plantas de cobertura auxiliam no controle das plantas daninhas é a alelopatia, providas da massa vegetal essas substâncias são liberadas e inibem o vigor da semente atrapalhando sua germinação e viço, não ocorrendo o desenvolvimento e em alguns casos leva a morte da planta daninha.

A alelopatia refere-se a um fenômeno em que a planta libera uma substância química no meio que está localizada, desse modo essa substância acaba influenciando de forma negativa ou positiva com outras espécies vegetais que estão próximas a ela no mesmo ambiente (OLIVEIRA; CONSTANTIN; INOVE, 2011).

Para os mesmos autores, a alelopatia é nociva aos vegetais de outras espécies, pois afetam negativamente seu desenvolvimento em vários aspectos, da germinação até no crescimento da fase vegetativa da planta (OLIVEIRA; CONSTANTIN; INOVE, 2011). Desta forma, Tokura e Nobrega (2006) afirmam que a

função da alelopatia para com a planta é sua proteção, cujo papel é exercido pelos aleloquímicos, ou seja, os compostos químicos.

A grande motivação para a realização de estudos de alelopatia é poder obter um encolhimento nos custos de produção e de prejuízos à saúde da população e do meio ambiente (TOKURA; NÓBREGA, 2006). Do mesmo modo, a produção alimentícia com menor ou nenhuma influência de herbicidas.

Para a extração de aleloquímicos de vegetais, pode-se utilizar como solvente a água, obtendo-se extratos aquosos, desta forma mostra apenas a eficiência da alelopatia bruta para determinada planta (SILVA *et al.*, 2009). Na agricultura o uso de plantas de cobertura pode ser a melhor ferramenta na supressão física de plantas daninhas, atrelada à alelopatia imposta por cada espécie utilizada.

#### 5.1.1 Canola (*Brassica napus*)

A Canola é uma espécie oleaginosa, pertencente à família das brassicaceae (crucíferas), os plantios de cobertura ocorrem no sul brasileiro. Tendo como utilidade para rotação de cobertura com a cultura do trigo, beneficiando com a diminuição de doenças no cereal. Proporciona também benefícios para as culturas que vão sucedê-la, como soja, milho e feijão, diminuindo danos causados por cercosporiose e mancha de diplodia (MARTIN; NOGUEIRA, 1993) destas culturas.

O plantio dessa planta de cobertura possui importância financeira para a produção de óleos vegetais. No estado Gaúcho a produção de canola está tomando o lugar do trigo, deste modo autorizando que ocorra a expansão da fabricação de óleo para utilizar como biodiesel (TOMM; DALMAGO; SANTOS, 2009).

Extratos aquosos de canola afetam de forma prejudicial o comprimento radicular e a germinação dos aquênios de picão-preto (RIZARDI *et al.*, 2008).

#### 5.1.2 Centeio (*Secale cereale*)

Para a EMBRAPA TRIGO (2013), o centeio tem origem incerta, mas considera-se que surgiu no sudoeste asiático, tendo mesma origem da aveia, cevada e do trigo. Atualmente tendo a posição de número 8 em cereais de áreas colhidas no mundo.

Foram os poloneses e alemães que trouxeram centeio ao território brasileiro no século XIX, tendo o cultivo em solos com baixa fertilidade e de altitude superior a 600m. No ano de 1986 lançaram a cultivar BR1 sendo a primeira variedade de origem brasileira. O plantio realizado no Brasil tem como finalidade o pastejo animal e a cobertura de solo, sendo ele consorciado ou não com outras plantas de cobertura (EMBRAPA TRIGO, 2013).

Para Martinelli e Silva (2018), o centeio tem grande capacidade para produção de aleloquímicos, como benzoxazinonas, ácidos hidoxâmicos e outros compostos. Pode afetar até a alface que é uma cultura de interesse econômico, interferindo no desenvolvimento da planta.

### 5.1.3 Ervilhaca (*Vicia sativa*)

Para Maurina (2017), a ervilhaca é uma leguminosa que possui ciclo anual, se desenvolve apenas em regiões que possuem climas temperados e subtropicais, é a leguminosa que possui maior cultivo do estado do Rio Grande do Sul no período de inverno.

Essa planta é cultivada mundialmente pois pode ser utilizada como produção de silagem, fenos, produção de grãos, pastejo, sendo consorciado ou não, planta de cobertura e serve como adubo verde pois é capaz de ciclar alguns nutrientes e alta taxa de fixação nitrogênio (N) no solo (ORTIZ *et al.*, 2015).

Para Pereira *et al.* (2008), o extrato produzido com ervilhaca pode inibir a germinação ou prejudicar o desenvolvimento, formando plântulas despromissoras de alface (*Lactuca sativa L.*).

## 5.2 Plantas daninhas

Plantas daninhas referem-se a qualquer planta que germine e se desenvolve naturalmente em ambiente de produção agrícola ou de algum interesse humano, ocasionando prejuízos ao meio (CARVALHO, 2013). Estas plantas também podem ser denominadas como ervas daninhas, plantas invasoras, plantas silvestres, plantas ruderais, inço ou como mato. São concepções dadas por ocorrerem em locais não desejados ou onde a cobertura natural do solo foi extinta, tornando-o exposto.

No Brasil, calculam-se perdas de 20 a 30% no rendimento agrícola pela intervenção de plantas daninhas, esta redução não é somente quantitativa, mas também qualitativa, devido ao contágio com sementes de plantas daninhas (LORENZI, 2014).

O valor de propriedades rurais, em alguns casos pode ter queda pela sua presença e conseqüentemente a produção da cultura também será afetada, pela interferência alelopática e servindo como vetor de doenças e pragas, encarecendo o custo de produção e complicando o manuseio da lavoura (BRIGHENTIL; OLIVEIRA, 2011).

Um problema que possui em áreas agrícolas é o banco de sementes. Grande quantidade de sementes ou propágulos vegetais podem ficar armazenados no solo, alguns casos as sementes são viáveis em um período inferior de 12 meses e outros que não germinaram e são viáveis acima desse período, tendo plantas daninhas anualmente (CARVALHO, 2013).

Para que possa ocorrer a conservação da lavoura livre de plantas daninhas deve haver a rotação de cultura e de herbicidas com diferentes meios de ação. Não deixando que obtenha a elevação do banco de semente, para isso deve-se realizar durante o ano inteiro (GAZZIERO *et. al.*, 2006).

### 5.2.1 Resistência

A utilização de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação durante um longo período pode acarretar a evolução de resistência de plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA; SILVA, 1994).

Para Lorenzi (2014), deve-se evitar que ocorra o desenvolvimento de resistência, para isso, podem ser adotadas algumas práticas com os herbicidas, como misturá-los e fazer aplicações sequenciais e com diferentes mecanismos de ação, fazer rotação de cultura, monitorar a população de plantas daninhas que surgem no campo.

Se for detectar uma área que possui plantas daninhas com resistência deve ser feita a utilização de equipamentos agrícolas, como última área de manejo, para que não ocorra a disseminação dessa planta resistente (LORENZI, 2014).

### 5.2.2 Capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*)

Essa planta daninha é anual, herbácea, podendo ter uma estatura de 50 a 80cm, possuindo perfilhamento, forma touceiras, dispõem folhas com bainha verdadeira, metabolismo C4, ou seja, possui necessidade de muita luz devido à fixação de moléculas de CO<sub>2</sub> (MATZENBACHER, 2012).

Esta planta daninha é pertencente às Poaceas, de origem indiana e europeia. Em vários países essa planta daninha é encontrada na cultura do arroz, pois as duas plantas possuem aspectos fisiológicos parecidos (BLANCO, 1991).

Pesquisas apontam que grandes infestações dessa planta daninha podem acarretar a remoção de 60% a 80% de nitrogênio em solos que são destinados à cultura do arroz, pois provoca a diminuição de estruturas vegetativas e reprodutivas nas culturas, tendo como consequência quebras produtivas (BLANCO, 1991).

Uma planta de capim-arroz também pode acarretar perdas produtivas de grãos de 8,4% a 11,3% em um metro quadrado (MATZENBACHER, 2012).

Para o controle dessa planta daninha geralmente são utilizados herbicidas. Mas com o uso inapropriado e contínuo de herbicidas pelos produtores, também a adoção de mecanismos de ação e manejos inadequados das lavouras, contribuíram para surgirem plantas de capim-arroz com resistência a herbicidas (MATZENBACHER, 2012).

Devido a cultura da Soja (*Glycine max*) está entrando em lugares que era tradicionalmente cultivado arroz (*Oriza sativa*), o Capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) se tornou uma planta daninha comum nessas áreas, a competição entre ambos afeta no desenvolvimento da cultura sendo caracterizado pela redução estrutural da soja, sendo um dos motivos a competição por nutrientes tendo o nitrogênio entre os principais. (BASTIANI *et al.*, 2016).

## 6 MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1 Localização e caracterização da área experimental

A parte prática que deu origem ao presente trabalho foi desenvolvida em parte de plantio e colheita das plantas de cobertura no município de São João - PR e também no laboratório de sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus de Dois Vizinhos.

### 6.2 Condução do experimento

As sementes de plantas daninhas foram disponibilizadas pelo professor Pedro Valério Dutra de Moraes. As sementes foram selecionadas (limpando-as) e o armazenamento das mesmas foi feito em sacos de papel e em câmara fria.

As plantas de cobertura que foram utilizadas como base para a produção dos extratos foram semeadas em abril e maio de 2021. A área de semeadura dessas plantas de cobertura foi de 3 m x 3 m, semeadas a lanço (figura 1). Tais canteiros serviram para a coleta das plantas quando atingiram pleno florescimento.

**Figura 1: Canteiros semeados para coleta de material que foram utilizados para a produção dos extratos**



Fonte: Autoria própria (2021)

As plantas foram cortadas próximas à superfície do solo quando alcançaram o período de floração, foi utilizada apenas a parte aérea das mesmas. A secagem das plantas foi realizada à sombra (para evitar perdas de compostos voláteis), cortadas com auxílio de tesouras e foram moídas nos moinhos de pastagens da área de mecanização (figura 2), após isso foram armazenadas em câmara fria até a execução do experimento que ocorreu no mês de julho de 2022.

**Figura 2: Trituração das plantas de cobertura com o auxílio do moinho de pastagens**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Para a preparação dos extratos, foi pesado 100 g (10%), 50 g (5%), 25 g (2,5%), 10 g (1%) e 0 g (0%) de matéria seca da parte aérea moída de cada planta de cobertura e acrescido de 1000 ml de água (Figura 3). Após esse processo, cada frasco foi mantido em repouso por 24 horas sem contato com a luz solar, para que não houvesse o risco do extrato aquoso perder as propriedades químicas.

**Figura 3: Preparo dos extratos**

Fonte: Autoria própria (2022)

Após o período de repouso do extrato, para a instalação dos Gerbox (unidades experimentais - parcelas), o extrato foi coado e filtrado em filtros de papel (Figura 4), na sequência foi medido o pH e a condutividade elétrica (Figura 5). O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4, com quatro repetições.

**Figura 4: Realização da filtração do extrato**

Fonte: Autoria própria (2022)

**Figura 5: Medição do pH e a condutividade elétrica**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

O fator A, foi composto pelas plantas de cobertura Canola (*Brassica napus*), Centeio (*Secale cereale*), Ervilhaca (*Vicia Cracca*) e mais o mix de todas as coberturas citadas. O fator B foi composto pelas cinco diferentes concentrações dos extratos das plantas de coberturas, demonstrados na (Tabela 1) obtendo um total de 80 Gerbox.

**Tabela 1 – Plantas de coberturas e suas porcentagens no extrato aquoso das parcelas (gerbox)**

<b>(Continua)</b>		
<b>Tratamentos</b>	<b>Porcentagem de Ms/l de cobertura</b>	<b>Identificador da parcela</b>
1 – Canola ( <i>Brassica napus</i> )	100g (10%) (A)	1A
	50g (5%) (B)	1B
	25g (2,5%) (C)	1C
	10g (1%) (D)	1D
	0g (0%) (E)	1E
2 – Centeio ( <i>Secale cereale</i> )	100g (10%) (A)	2A
	50g (5%) (B)	2B
	25g (2,5%) (C)	2C
	10g (1%) (D)	2D
	0g (0%) (E)	2E

**Tabela 2 – Plantas de coberturas e suas porcentagens no extrato aquoso das parcelas (gerbox)**

		(Continuação)
3 –Ervilhaca ( <i>Vicia Cracca</i> )	100g (10%) (A)	3 <sup>a</sup>
	50g (5%) (B)	3B
	25g (2,5%) (C)	3C
	10g (1%) (D)	3D
	0g (0%) (D)	3E
4 –MIX (Canola + Centeio + Ervilhaca)	100g (10%) (A)	4A
	50g (5%) (B)	4B
	25g (2,5%) (C)	4C
	10g (1%) (D)	4D
	0g (0%) (E)	4E

**Fonte: Experimento do Autor (2022)**

As sementes das plantas daninhas foram colocadas nos Gerbox, duas folhas de papel germitest em cada, alocando 36 sementes (Figura 6). Obtendo assim, um total de 144 sementes por repetição de cada porcentagem de extrato. Em cada Gerbox foram aplicados aproximadamente 16 ml de extrato.

**Figura 6: Sementes alocadas no Gerbox**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Em seguida foram acondicionados em Câmara de germinação em temperatura de  $\pm 26^{\circ}$ , mantidas em um período de 7 dias com fotoperíodo de 12 horas (Figura 7).

**Figura 7: Gerbox na Câmara de germinação**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Nesse período ocorreram análises diárias (contagem) das sementes germinadas (Figura 8). Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram protusão da radícula de 2 mm.

**Figura 8: contagem diária das sementes germinadas**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

### 6.3 Variáveis analisadas

Ao final dos 7 (sete) dias, as avaliações foram reunidas, tendo-se os dados necessários para a realização de cada cálculo, foram realizadas as estatísticas.

Abaixo, descrevem-se os métodos utilizados para a realização das variáveis analisadas.

#### 6.3.1 Cálculo de Porcentagem de Germinação

Foi averiguada a porcentagem para cada tratamento ou lote, pela fórmula (SÁ; OLIVEIRA; BERTOLIN, 2011):

$$\% \text{ Germinação} = \frac{Pn1 + Pn2}{N} \times 100$$

Onde:

Pn1 = Plântulas normais da primeira contagem;

Pn2 = Plântulas normais da segunda contagem;

N = número total de sementes colocadas para germinar.

#### 6.3.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O cálculo foi realizado em cada repetição, na sequência foi estabelecida a média das 4 repetições, por meio da seguinte fórmula (NAKAGAWA, 1999 *in* (SÁ; OLIVEIRA; BERTOLIN, 2011)):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_N}{N_A}$$

Onde:

IVG = Índice de Velocidade de Germinação;

G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>N</sub> = número de plântulas normais contadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>A</sub> = número de dias da semente à primeira, à segunda e à última contagem.

### 6.3.3 Velocidade Média de Germinação (VMG)

Foi calculada pela fórmula a seguir representada (LOPES; FRANKE, 2011 *in* SÁ; OLIVEIRA; BERTOLIN, 2011):

$$VMG = \frac{1}{t}$$

Onde:

t = tempo médio de germinação (em dias).

### 6.3.4 Cálculo de Matéria Seca da Parte Radicular

Ocorreu a divisão da parte aérea e radicular, após serem levadas para uma estufa com temperatura de 100°C, em que permaneceu por um período de 24 horas, as amostras foram pesadas com auxílio de balança analítica, obtendo os valores das partes desejadas.

### 6.3.5 Análise Estatística

Os dados obtidos passaram para a análise de variância (ANOVA), por meio de teste F. Também foram feitas comparações de médias pelo Teste de Duncan, com probabilidade de 5%. As análises citadas foram efetivadas com a ajuda do WINSTAT.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1 Potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica

Os valores de pH dos tratamentos (Tabela 2) apresentaram variação entre 5,18 e 6,66, indicando valores com pH próximo a neutralidade até levemente ácido. Quanto maior a concentração de extrato na solução menor foi seu pH. O pH da água destilada, que foi adicionada no tratamento contendo 0% de extratos (testemunha), foi de 8,25% para todos os tratamentos.

Com relação a condutividade elétrica dos extratos, os valores variaram de 0,14 dS m<sup>-1</sup> para os tratamentos com água destilada e 0% de extratos à 5,82 dS m<sup>-1</sup> para o extrato com 10% de canola. Quanto maior a concentração de extrato na solução, maior foi a condutividade elétrica observada.

**Tabela 2 - Potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica dos extratos das plantas de cobertura utilizados.**

Porcentagem de extrato (%)	pH				Condutividade Elétrica (dS m <sup>-1</sup> )			
	Centeio	Ervilhaca	Canola	Mix	Centeio	Ervilhaca	Canola	Mix
0%	8,25	8,25	8,25	8,25	0,14	0,14	0,14	0,14
1%	6,66	6,56	6,20	6,56	0,83	0,82	1,10	1,01
2,5%	6,35	6,20	5,70	6,00	1,60	1,58	2,17	1,78
5%	6,03	5,90	5,40	5,70	2,75	2,65	3,37	2,97
10%	5,72	5,78	5,18	5,50	4,40	4,35	5,82	4,65

Fonte: Autoria Própria (2022)

Yamashita *et al.* (2009), avaliou os fatores ambientais sobre a germinação da planta daninha *Emilia sonchifolia* e observou que a germinação das sementes desta planta daninha foi influenciada pelo pH da solução de veiculação do substrato. Os mesmos autores constataram que o maior percentual (86%) de germinação foi obtido em condições de pH 6,0, 24% para pH 5,0, 14% para pH 7,0 e para pH 9,0 apenas 2% de germinação. O resultado é um indicativo de que essa espécie apresenta baixa habilidade adaptativa para germinar em condições de pH desfavorável. Os mesmos autores relatam que soluções com pH extremamente baixo ou alto podem afetar negativamente a germinação e desenvolvimento de plântulas, mas que essa tolerância é dependente da espécie (YAMASHITA *et al.*, 2009).

Nascimento *et al.* (2011), analisaram o efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina e observaram

que soluções com maior condutividade elétrica possuem maiores teores de sais, os quais, em excesso, podem reduzir o potencial osmótico da solução externa, alterando a absorção de água e aumentando a absorção de sais pela semente. Essa maior absorção de sais pela semente, pode afetar o processo de respiração, diminuir a atividade de enzimas e substâncias químicas essenciais aos processos vitais das sementes, bem como, afetar todo o processo de divisão celular, crescimento e desenvolvimento do embrião, causando limitações no processo de germinação (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Os valores observados no presente trabalho estão de acordo com os observados por Singh; Singh (2009), que estudaram o efeito da temperatura, luz e pH na germinação de doze espécies de ervas daninhas, e observaram que uma faixa de pH de 5 a 11 não teve efeito adverso na germinação, quando os dados foram calculados em média sobre as espécies. Assim, aparentemente, os valores obtidos de pH e condutividade elétrica não apresentaram interferência no processo de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas observadas nos tratamentos com diferentes extratos e concentrações testadas.

## 7.2 Porcentagem de germinação

Houve interação significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro entre os fatores avaliados, sobre a variável porcentagem de germinação (G%) das sementes da planta daninha de capim-arroz (Tabela 3).

**Tabela 3 – Porcentagem de germinação (%G) das sementes da planta daninha Capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) sob os diferentes tratamentos**

Porcentagem de Extrato (%)	Porcentagem de Germinação (%G)							
	Centeio		Ervilhaca		Canola		Mix	
0	30,5	A a*	26,4	A b	27,8	A a	33,3	A a
1	28,5	A A	25,7	A b	27,7	A a	18,7	A B
2,5	29,9	AB A	40,9	A a	29,1	AB a	26,3	B ab
5	29,2	A A	25,0	A b	25,0	A a	30,5	A a
10	20,8	A B	27,7	A b	23,6	A a	31,9	A a

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria própria (2022).

Para a porcentagem de germinação, quando submetidas a comparação das plantas de cobertura dentro de cada concentração do extrato, as sementes de plantas daninhas de capim-arroz, submetidas às doses de 1%, 5% e 10%, não diferiram para nenhum dos extratos testados, apresentando porcentagens de germinação que variaram de 18,7% até 30,5%.

Dependendo de quais partes da planta (aérea ou radicular) são retirados os extratos, espécies utilizadas e das concentrações testadas, os compostos alelopáticos podem ter ação diferenciada na planta receptora, podendo inibir ou estimular o crescimento e desenvolvimento das espécies (MORAES *et al.*, 2012; RIZZARDI *et al.*, 2008b).

Isso foi observado nesse trabalho, pois quando comparada a %G das sementes submetidas as diferentes coberturas na concentração a 2,5%, as sementes com extrato de ervilhaca na dose de 2,5% apresentaram a maior porcentagem de germinação (40,9%), estimulando em 54,9% a germinação das sementes em relação as demais coberturas.

Quando comparada as diferentes concentrações dentro de cada extrato das coberturas (tabela 3), é possível observar que a cobertura de canola, não apresentou diferenças entre as concentrações dos extratos e testemunha para esta planta daninha. Para ervilhaca, a dose 2,5% apresentou maior porcentagem de germinação em relação ao demais tratamentos, um aumento de 35,45% em relação a testemunha. Para centeio, a maior concentração diferiu da testemunha, apresentando uma redução de 30% na germinação da planta daninha. Entretanto para o Mix, a concentração de 1% diferiu da testemunha e das maiores doses, representando uma redução de 43,85% na porcentagem de germinação da planta daninha.

Diferentes autores obtiveram resultados positivos com o uso de extratos de centeio para inibição de germinação de sementes de plantas daninhas. Rossetto *et al.* (2020), avaliaram o efeito da alelopatia de plantas de coberturas de inverno e de verão no controle de plantas daninhas e observaram que o centeio apresentou a maior porcentagem de inibição da germinação de maria preta (*Solanum americanum*). Martinelli; Silva (2018), avaliaram o efeito alelopático do centeio na germinação e crescimento de plântulas de beterraba, e de forma geral, observaram que o extrato de centeio reduziu a germinação de sementes de beterraba, havendo variação conforme a cultivar.

Resultados positivos referentes ao controle de plantas daninhas também foram encontrados por alguns autores, em diferentes estudos, utilizando extratos de canola. Coser (2015), analisou o potencial alelopático de extratos de plantas sobre espécies cultivadas e daninhas, constatou que os extratos das três cultivares de canola testadas, reduziram em 100% a germinação da alface e mais de 85% da germinação de picão-preto apresentou fitotoxicidade sobre as plântulas de picão-preto e sorgo, os efeitos foram acentuados conforme houve aumento da concentração do extrato. A não redução significativa da porcentagem de germinação do capim arroz pode estar atrelada a espécies da planta daninha ou a cultivar de canola utilizada.

Rizzardi *et al.* (2008a), avaliaram o potencial alelopático da cultura da canola na supressão de picão-preto e soja, consideraram que o percentual de germinação do picão-preto diminuiu à medida que houve incremento nas quantidades do material nos extratos, devido provavelmente, aos efeitos alelopáticos de substâncias presentes na palha e nos extratos de canola. Rizzardi *et al.* (2008b), analisaram o potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre picão-preto e concluíram que os extratos de canola nas concentrações de 25, 50 e 75% influenciam negativamente a germinação de aquênios de picão-preto. Castro *et al.* (1983), testaram o efeito alelopático de extratos vegetais na germinação do tomateiro e constataram que o extrato de canola inibiu a germinação de sementes de alface e tomateiro.

Os resultados positivos encontrados pelos autores citados em relação ao controle de plantas daninhas com extratos de centeio e canola, podem estar atrelados ao fato desses trabalhos terem testado extratos das plantas com maiores concentrações do que as testadas nesse trabalho. Entretanto, pode-se notar que apesar de não ter ocorrido controle sobre a parte aérea das plântulas, nesses tratamentos para essa variável, houve controle sobre a parte radicular das plântulas, que será discutido no tópico sobre matéria seca radicular, no decorrer do trabalho.

Esse fato pode decorrer da germinação da parte aérea, dependendo das reservas da semente, e não serem tão afetadas pela alelopatia dos extratos quanto como o que ocorre com o sistema radicular. Deve-se salientar que apesar de não haver controle tão eficaz dos extratos sobre a variável porcentagem de germinação, na variável sobre a matéria seca radicular, os extratos de ambas as espécies foram eficazes nas concentrações de 5 e 10%, havendo completa inibição do sistema radicular de plântulas de capim-arroz, agindo como herbicida natural.

O uso da palhada ou até mesmo de extratos de determinadas espécies de plantas que possuem potencial alelopático, pode ser satisfatório ao agricultor, pois essas plantas, podem liberar compostos aleloquímicos, que influenciam negativamente na germinação e desenvolvimento de plantas daninhas, podendo atrasar a germinação ou até mesmo tornar as sementes inviáveis, facilitando o controle de plantas indesejadas e diminuindo o uso de herbicidas (THEISEN; VIDAL, 1999; ALMEIDA, 1991; PETERSEN *et al.*, 2001).

Para o extrato de ervilhaca, a maior porcentagem de germinação foi para as sementes submetidas a dosagem de 2,5%, enquanto a menor porcentagem de germinação foi obtida em sementes expostas à dosagem com 5% de extrato, apresentando apenas 25% de germinação, mas ainda assim sem diferir estatisticamente das demais doses.

Rossetto *et al.* (2020), avaliaram o efeito da alelopatia de plantas de cobertura de inverno e de verão no controle de plantas daninhas, também observaram que o extrato de ervilhaca não afetou a germinação das sementes de *Solanum americanum*. Diferente do encontrado por Coser (2015), que avaliou o potencial alelopático de extratos de plantas sobre espécies cultivadas e daninhas e concluiu que os extratos de ervilhaca e azevém inibiram completamente a germinação de alface e picão-preto. Medeiros; Lucchesi (1993), estudaram os efeitos alelopáticos da ervilhaca sobre a alface em testes de laboratório e observaram que a alface sofreu influência dos extratos de ervilhaca, com inibição da germinação quando as sementes receberam concentrações de extratos de 75 e 100% e redução na germinação com o extrato a 50%.

Heck (2022), a fim de verificar a influência de extratos de plantas de cobertura sobre a germinação e crescimento inicial de *Digitaria insularis*, percebeu que na medida em que utilizou extratos mais concentrados, a germinação foi gradativamente reduzida, extratos de mucuna cinza e ervilhaca em concentrações de 1,25%, foram capazes de inibir cerca de 50% da germinação das sementes, e as menores médias de germinação encontradas por esse autor, foram obtidas ao utilizar as maiores concentrações (3,75 e 5%) resultaram em uma germinação abaixo de 10%. O mesmo não ocorreu nesse trabalho, sendo o extrato de ervilhaca capaz de estimular a germinação das sementes testadas nas concentrações de 2,5 e 10%, isso demonstra que o potencial alelopático varia conforme a concentração e a espécie receptora (SOUZA FILHO *et al.*, 1997).

Para a porcentagem de germinação das sementes submetidas ao extrato com o mix das três culturas de cobertura, as doses de 5% e 10% foram as que obtiveram maiores porcentagens de germinação, mas não diferiram estatisticamente da testemunha. As sementes submetidas ao extrato com a dosagem de 1% foram as que obtiveram a menor porcentagem de germinação (18,7%) e conseqüentemente, maior eficiência em inibir a germinação dessa planta daninha, havendo redução de 43,6% do potencial de germinação em relação à testemunha. Evidenciando que utilizar um mix de espécies para a cobertura do solo pode potencializar os efeitos alelopáticos das espécies sobre as plantas daninhas (SILVA *et al.*, 2007).

### 7.3 Índice de velocidade de germinação

Houve interação significativa ao nível de 5% de probabilidade do erro entre os fatores avaliados, fator A - extratos de diferentes plantas de cobertura e fator B – porcentagens de extrato de cada planta de cobertura, sobre a variável no Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes da planta daninha de capim-arroz (Tabela 4).

Analisando o índice de velocidade de germinação das plântulas submetidas aos diferentes extratos e dosagens, pode-se notar que para a testemunha e para a dose com 2,5%, não houve diferença estatística para nenhum dos diferentes extratos utilizados. Já para as sementes testadas, com a porcentagem de extrato de 1%, as culturas de cobertura que tiveram maior IVG, foram os extratos contendo as plantas de cobertura centeio e canola. Para essa mesma concentração o extrato que teve o maior controle sobre IVG de capim-arroz foi o mix das três culturas.

**Tabela 4 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de plantas daninhas sob os diferentes tratamentos**

Índice de Velocidade de Germinação - IVG								
Porcentagem de Extrato (%)	Centeio		Ervilhaca		Canola		Mix	
0	12,9	A a*	9,5	A b*	11,7	A a	13,2	A a
1	12,9	A a	10,0	AB b	12,9	A a	6,6	B b
2,5	13,8	A a	15,4	A a	12,7	A a	11,5	A ab
5	13,9	A a	7,7	B b	8,6	B a	11,1	AB ab
10	5,02	AB b	6,8	AB b	3,8	B b	9,5	A ab

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria própria (2022).

Para sementes submetidas à dose de 5%, o melhor IVG foi a dos tratamentos contendo extrato de centeio, seguido do mix das três culturas. Nessa mesma dosagem, as sementes testadas com os extratos de canola e ervilhaca, foram as que tiveram maior controle, pois apresentaram índices de velocidade de germinação inferiores aos demais, nessa porcentagem de extrato.

As sementes testadas no tratamento com a dosagem de 10% dos extratos das culturas de cobertura, foram as que apresentaram maior controle, sendo o extrato de canola (3,8) o mais eficiente em controlar o IVG das sementes de capim-arroz reduzindo 67,52% o índice de velocidade de germinação.

Rizzardi *et al.* (2008a), avaliaram o potencial alelopático da cultura da canola na supressão de picão-preto e soja e consideraram que de maneira geral, o índice de velocidade de emergência (IVE) diminuiu em relação ao aumento das concentrações de material. No caso da soja, a resposta ao incremento das quantidades foi pouco acentuada, reduzindo em média 31% a velocidade de emergência em relação ao controle, o que mostra a tolerância desta cultura ao possível efeito alelopático exercido pela canola. Já para o picão-preto houve redução do IVE, em média, 68% em relação ao controle. Esses autores afirmam que a redução do IVE pode ser explicada, provavelmente, pelos efeitos alelopáticos de substâncias presentes na palha e nos extratos de canola.

Analisando os extratos pontualmente, as sementes testadas com 10% do extrato de centeio, apresentaram o menor IVG, demonstrando um maior controle sobre a planta daninha capim-arroz. As demais doses não apresentaram diferença estatística entre si para essa planta de cobertura.

Resultado semelhante foi encontrado por Martinelli; Silva (2018), que avaliaram o efeito alelopático do centeio na germinação e crescimento de plântulas de beterraba e observaram que o extrato de centeio não apresentou diferença entre as doses e cultivares testadas para o índice de velocidade de germinação (IVG).

Para os extratos com a planta de cobertura ervilhaca, as sementes de capim-arroz que apresentaram maior controle sobre o IVG, foram as dosagens com 0%, 1%, 5% e 10%, enquanto para a dosagem com 2,5% desse extrato não foi eficiente para o controle da planta daninha em questão.

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Heck (2022), ao verificar a influência de extratos de plantas de cobertura sobre a germinação e crescimento inicial de *Digitaria insularis*, constatou que a medida em que se aumentou

a concentração dos extratos, o índice de velocidade de germinação reduziu e esse fato demonstrou que mesmo nas concentrações mais baixas, ocorre efeito alelopático sobre a *Digitaria insularis*.

Para os extratos avaliados das plantas de cobertura de canola, as sementes que apresentaram menor IVG foram as submetidas à dosagem de 10%, sendo mais eficiente no controle do IVG da daninha capim-arroz. As demais doses não apresentaram diferença estatística da testemunha e não foram eficientes no controle do IVG das sementes da planta daninha.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Moraes *et al.* (2012), que avaliaram o potencial alelopático de extratos aquosos de culturas de cobertura de solo na germinação e desenvolvimento inicial da *Bidens pilosa*. Constataram ainda que o IVG de picão-preto foi reduzido pelos extratos da planta inteira de canola nas concentrações de 5 e 10% peso/volume dos extratos vegetais.

Os resultados obtidos no presente trabalho obtiveram variações nas concentrações de extrato de canola em conformidade com os resultados apresentados por Rizzardi *et al.* (2008a), cujos autores observaram que os genótipos avaliados apresentaram comportamentos diferentes de acordo com a variação nas concentrações de extrato de canola, os quais, em baixas concentrações ocorreram até mesmo estímulo da germinação e em concentrações mais altas, o extrato inibiu a germinação das sementes de picão-preto e soja.

Os mesmos autores explicam também, que esses efeitos inibitórios estão relacionados à presença de metabólitos secundários presentes no extrato de canola, esses, estão associados à produção de isotiocianatos e tiocianatos, substâncias químicas originados a partir da decomposição de glucosinolatos, todos esses compostos estão associados a família Brassicaceae, e em baixas concentrações podem gerar atrasos na germinação das sementes e em concentrações mais altas pode haver efeito herbicida, com inibição da germinação, tornando-as inviáveis Rizzardi *et al.* (2008a).

Para o mix de plantas de coberturas os maiores índices de velocidade de germinação foram alcançados pelas sementes da testemunha, seguido das submetidas aos extratos com porcentagens de 2,5%, 5% e 10%, sendo as sementes sujeitas a dose de 1%, as que apresentaram menores IVG.

De maneira geral, é possível observar que as sementes submetidas ao extrato de canola na concentração de 10%, foram as mais controladas, sendo este tratamento

o mais eficiente em reduzir o IVG das sementes de capim-arroz. Ainda assim, pode-se notar que a concentração de 10% indiferentemente do extrato testado, apresentou controle mais eficiente sobre as sementes de plantas daninhas capim-arroz testadas.

Rizzardi *et al.* (2008a), afirma que quando comparados aos resultados da germinação, os resultados detectados para o índice de velocidade de germinação permitem observar melhor a resposta das plântulas em relação aos tratamentos com os extratos das plantas de cobertura, pois o índice de velocidade de germinação é mais sensível aos efeitos alelopáticos, porque avalia todo o processo de germinação e emergência e não apenas a contagem ao final da germinação.

A redução na velocidade de germinação e emergência das plântulas de plantas daninhas, é muito importante, de forma que, se a cultura se estabelece primeiro e as daninhas depois, o seu controle será facilitado e haverá menor competição por água, nutrientes e espaço. A redução na velocidade de germinação das plantas daninhas, pode colaborar para o seu manejo e controle, pois com o desenvolvimento inicial mais lento, pode facilitar o seu controle com herbicidas, auxiliando para o manejo integrado de plantas daninhas, e reduzindo o uso de agroquímicos (GUERRA *et al.*, 2015).

#### 7.4 Velocidade média de germinação

Houve interação significativa ao nível de 5% de probabilidade do erro entre os fatores avaliados, sobre a variável Velocidade Média de Germinação (VMG) das sementes da planta daninha capim-arroz (Tabela 5).

**Tabela 5 – Velocidade Média de Germinação (VMG) das sementes de plantas daninhas sob os diferentes tratamentos**

Porcentagem de Extrato (%)	Velocidade Média de Germinação – VMG (dias <sup>-1</sup> )			
	Centeio	Ervilhaca	Canola	Mix
0	0,148 A b*	0,197 A b	0,185 A b	0,137 A b
1	0,194 A ab	0,183 A b	0,162 A b	0,262 A a
2,5	0,150 A b	0,116 A b	0,164 A b	0,172 A ab
5	0,158 A b	0,219 A ab	0,208 A b	0,163 A ab
10	0,284 AB a	0,320 A a	0,343 A a	0,168 B ab

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao se analisar a velocidade média de germinação de capim-arroz, com extrato de diferentes plantas de cobertura, pode-se notar que as sementes tratadas com os extratos com as dosagens de 1%, 2,5% e 5%, dos quatro extratos testados, não diferiram estatisticamente, entre as coberturas testadas e variaram de 0,116 a 0,262 em velocidade média de germinação.

As sementes testadas com a dosagem de 10%, obtiveram a maior velocidade média de germinação (0,343) com o extrato de canola (0,320) extrato de ervilhaca e (0,248) centeio, diferindo da testemunha. O maior controle efetivo sobre a VMG da planta daninha capim-arroz, foi com o extrato do mix das três plantas de cobertura em questão (0,168). Com relação à velocidade média de germinação das sementes submetidas ao extrato das três culturas que compuseram o mix testado, o melhor resultado foi encontrado na dose com 1% de extrato, as demais doses não diferiram estatisticamente da testemunha. A testemunha, apresentou o menor VMG de germinação, mostrando não haver controle desse extrato sobre essa variável para as sementes de capim-arroz testadas.

Embora na grande maioria das vezes o potencial alelopático dos compostos de plantas de cobertura agirem inibindo a germinação e desenvolvimento de sementes e plântulas de plantas daninhas, alguns trabalhos têm demonstrado que esses compostos podem atuar na promoção de crescimento quando presentes em menores concentrações, como foi observado por Carvalho *et al.* (2016), em seu trabalho sobre a alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária, os autores observaram que houve estímulo no crescimento tanto do sistema radicular quanto da parte aérea das plântulas de braquiária, submetidas aos extratos aquosos em baixas concentrações da palha de guandu.

Diferente do obtido por Bortolini; Fortes (2005), que estudando os efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de soja, com exsudatos de sementes de trigo, tritcale, aveia preta, milho e ervilhaca, não obtiveram diferença entre os tratamentos para velocidade média de germinação das sementes de soja.

A redução na velocidade média de germinação causada por extratos de ervilhaca já foi observada em outros trabalhos, como encontrado por Corrêa (2018), em seu trabalho sobre o desempenho de plantas de cobertura de inverno na supressão de *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla*, em que afirma que a ervilhaca apresenta capacidade alelopática em reduzir a germinação, o índice de

velocidade de germinação e também o crescimento inicial de plântulas de leiteiro e corda-de-viola.

De maneira geral as plantas daninhas apresentam vantagem no momento da germinação, visto que, normalmente estão mais na superfície do solo em relação às plantas cultivadas, que são plantadas em maiores profundidades, demorando mais para emergirem (BALBINOT *et al.*, 2001). Os mesmos autores, afirmam ainda que as sementes de plantas daninhas por já estarem no solo, podem iniciar o processo de embebição antes mesmo da semeadura das plantas cultivadas, acelerando o processo de germinação.

Dessa forma, a redução na velocidade na velocidade média de germinação das plantas daninhas é desejada devido a vantagem competitiva proporcionada à planta cultivada. Pois, se as plantas daninhas apresentarem menor velocidade de germinação, as plantas cultivadas podem se estabelecer primeiro, havendo maior aproveitamento de água, nutrientes e radiação solar, possibilitando um rápido crescimento das plantas cultivadas, proporcionando o fechamento e sombreamento de linha de plantio mais rapidamente limitando os recursos e o estabelecimento das daninhas, facilitando seu controle (BALBINOT *et al.*, 2001).

Além de ser uma planta cultivada mundialmente por seu uso como planta de cobertura, para produção de silagem, fenos, produção de grãos, pastejo, a ervilhaca ainda serve como adubo verde pois é capaz de ciclar alguns nutrientes e capaz de fixar altas taxas de nitrogênio (N) no solo (ORTIZ *et al.*, 2015). Essa planta ainda é capaz de liberar de aleloquímicos no processo de degradação da palhada que juntamente com o efeito físico da cobertura vegetal, que contribuem para a supressão de plantas daninhas CARATTI *et al.*, 2016).

Além da ervilhaca, a canola e o centeio também apresentam potencial alelopático, a alelopatia pode causar efeitos negativos nas funções das plantas, como alterações fisiológicas, na respiração e na absorção de íons, inibindo a germinação e o vigor, além da deformação das raízes e conseqüente morte das plântulas, agindo no controle de plantas daninhas, atuando como um herbicida natural em sistemas agrícolas (COSER, 2015).

## 7.5 Peso matéria seca – radicular

Houve interação significativa ao nível de 5% de probabilidade do erro entre os fatores avaliados, sobre a variável Peso Matéria Seca – Radicular (PMS radicular) das sementes da planta daninha de capim-arroz (Tabela 6).

**Tabela 6 – Peso Matéria Seca (PMS) - Radicular em gramas das sementes de plantas daninhas sob os diferentes tratamentos**

Peso Matéria Seca (PMS) - Radicular (g)												
Porcentagem de Extrato (%)	Centeio			Ervilhaca			Canola		Mix			
0	0,00325	AB	a*	0,00207	B	b	0,00382	A	a	0,00277	AB	a
1	0,00172	AB	b	0,00130	B	b	0,00285	A	ab	0,00085	B	b
2,5	0,00207	B	b	0,00340	A	a	0,00175	B	b	0,00110	B	b
5	0,00037	A	c	0,00000	A	c	0,00000	A	c	0,00000	A	c
10	0,00000	A	c	0,00000	A	c	0,00000	A	c	0,00000	A	c

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Analisando as sementes testadas com a dosagem de 1% de extrato, o extrato de canola foi o que apresentou maior PMS radicular, seguido das sementes submetidas ao extrato de centeio. O menor PMS radicular foi encontrado em sementes expostas aos extratos contendo mix e ervilhaca.

Na dosagem de 2,5% de extrato, as sementes que tiveram o maior PMS radicular foram as submetidas ao extrato de ervilhaca. A maior redução da matéria seca radicular foi encontrada nos extratos contendo centeio, canola e mix.

Nas concentrações de 5% e 10% de extrato, de modo geral, as sementes que apresentaram redução de 100% sobre o desenvolvimento radicular. Ou seja, não houve desenvolvimento radicular, o que ocasionaria a morte dessas plântulas em campo, resultando num controle eficaz para todos os extratos testados na concentração 10% sobre sementes da planta daninha capim-arroz.

Observando separadamente cada extrato, e comprando as concentrações, pode-se notar que para as sementes submetidas ao tratamento com o extrato à base de centeio, o maior PMS radicular foi para a testemunha, e houve uma redução inversamente proporcional com relação à dosagem e ao peso de matéria seca radicular. Ou seja, na medida em que as dosagens foram aumentando, houve redução do PMS radicular, e conseqüentemente houve aumento do efeito de controle sobre as

plântulas. Sendo considerada a mais eficiente a dosagem com 10% de extrato, pois as sementes submetidas a essa dosagem apresentaram plântulas anormais, contendo somente parte aérea, sem desenvolvimento do sistema radicular.

Para o extrato a base de ervilhaca, as sementes expostas à porcentagem de 2,5% de extrato, foram as que apresentaram maior PMS radicular. O controle completo sobre o PMS radicular foi exercido sobre as sementes tratadas com esse extrato nas dosagens de 5 e 10%, pois não houve desenvolvimento do sistema radicular.

O mesmo ocorreu com as sementes tratadas com extrato de canola e com o mix das três culturas, apresentando maior redução no PMS radicular conforme foi aumentada a dosagem de extrato. E as sementes submetidas às dosagens de 5% e 10% desse extrato, não desenvolveram seu sistema radicular, impossibilitando seu desenvolvimento em campo, havendo controle efetivo das plântulas de capim-arroz tratadas com o extrato nessas concentrações.

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Rizzardi *et al.* (2008 b), cujos autores concluíram que os extratos de canola nas concentrações de 25, 50 e 75% influenciam negativamente a germinação de aquênios e o comprimento da radícula de picão-preto. Em seu estudo, Heck (2022), observou que independente do extrato testado, à medida em que se aumenta a sua concentração, o comprimento da plântula é reduzido, incluindo o sistema radicular. O autor ressalta ainda, que isso pode ocorrer pelo fato de alguns compostos químicos liberados pelas plantas que possuem potencial alelopático, podem estimular o aparecimento de anomalias nas plântulas, como a necrose nas radículas, impedindo seu desenvolvimento (HECK, 2022).

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Moraes *et al.* (2012), que avaliaram o potencial alelopático de extratos aquosos de culturas de cobertura de solo na germinação e desenvolvimento inicial de *Bidens pilosa*, constataram que os extratos de canola nas duas maiores concentrações (5 e 10%) reduziram em 100% a matéria seca radicular. Trabalhos relatam que quanto maior a concentração do extrato, maior é a inibição das raízes, devido a maior sensibilidade do sistema radicular frente a parte aérea, o comprimento das raízes e conseqüentemente sua matéria seca, pode ser um bom parâmetro para registro de atividade alelopática.

Diferentes autores constataram que a parte aérea das plântulas é menos sensível à ação dos compostos aleloquímicos liberados por algumas plantas,

enquanto o sistema radicular é mais suscetível, isso ocorre porque o alongamento celular depende das divisões celulares, quando essas divisões sofrem algum impedimento, seu desenvolvimento normal é afetado. Dentre os compostos aleloquímicos produzidos, estão os ácidos hidroxâmicos e compostos fenólicos, compostos presentes em extratos de centeio, dada a ação desses compostos, ocorre aumento das atividades oxidativas e alterações nas membranas celulares, perdendo a permeabilidade seletiva específica e havendo formação de lignina, o que gera distúrbios no fluxo de íons e condutividade hidráulica nas raízes das plântulas, gerando redução do alongamento radicular e dificultando o seu desenvolvimento (FERRARESE *et al.*, 2000; CARVALHO *et al.*, 2016; MARTINELLI; SILVA, 2018).

## 8 CONCLUSÃO

Por meio do estudo realizado e pelos resultados alcançados, pode-se concluir que houve atividade alelopática para todos os extratos testados nas concentrações de 5 e 10%, os quais mostraram-se capazes de inibir o desenvolvimento radicular em plântulas de capim arroz, pois geraram uma redução de 100% do sistema radicular de todas as plântulas testadas. O que afetaria diretamente o estabelecimento inicial dessas plântulas em campo, demonstrando assim, seu controle bioherbicida com efetivo alelopático negativo para plântulas da planta daninha capim-arroz, pelos extratos e nas concentrações testados.

Entretanto para áreas onde está planta daninha se encontra presente, o uso destas plantas de coberturas pode ser uma alternativa para reduzir a presença, porém para tal comprovação experimentos a campo devem ser realizados.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991.
- ALVENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de Coberura de Solo para Sistema de Plantio Direto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte V.22 n.208, p 25-36, 2001.
- BALBINOT, A. A. J. *et al.* Velocidade de emergência e crescimento inicial de cultivares de arroz irrigado influenciando a competitividade com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, p. 305-316, 2001.
- BASTINI, Marlon Ouriques; LAMEGO, Pinto Lamego; AGOSTINETTO, Dirceu; LANGARO, Ana Claudia; SILVA, Diônvera Coelho da. **Competitividade relativa de cultivares de soja com capim-arroz**. Bragantina, campinas, v. 75, n. 4, pg 435-445, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/66sBXNWvQ7D97XtzXP4MpkP/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18 de novembro de 2022.
- BLANCO, H. G.; AREVALO, R. A.; CHIBA, S.; SORDI, I. P. **Efeito da Convivência de Echinochloa Crus-Galli (L.) beauv (Capim-arroz)**. Brasilia. 1991. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/105748/1/pab06fev91.pdf>. Acesso em: 25 de julho de 2022.
- BRIGHENTI, A. M. OLIVEIRA. M. F. **Biologia de Plantas Daninhas**. Biologia e Manejo de Plantas Daninhas. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45445/1/Biologia-plantas-daninhas.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2021.
- BRIGHENTI, A. M. **Manual de Identificação e Manejo de Plantas Daninhas em Cultivos de Cana-de-açúcar**. 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/875060/manual-de-identificacao-e-manejo-de-plantas-daninhas-em-cultivos-de-cana-de-acucar>. Acesso em 10 de abril de 2021.
- CARATTI, F. C., *et al.* Potencial alelopático de coberturas de inverno sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de picão-preto e alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, Curitiba. Conhecimento e tecnologia a serviço do agricultor: **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2016.
- CARVALHO, L. B. DE. **Plantas daninhas**. 1. ed. Lages: Editado pelo autor, 2013.
- CARVALHO, Wellington Pereira *et al.* Alelopátia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu. **Revista brasileira de Biociências**, v. 14, n. 2, 2016.
- CASTRO, P. R. C.; RODRIGUES, D. D.; MORAIS, M.A.; CARVALHO, V.L.M. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tomateiro. **Planta Daninha**, Campinas, v.6, n.2, p. 79-85, 1983.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. VICTORIA. R. SILVA. C. B. **Resistência de Plantas**

**Daninhas aos Herbicidas.** Planta Daninha, v. 12, n. 1, 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pd/v12n1/a03v12n1.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2021.

CORRÊA, Helena Zanatta. **Plantas de cobertura de inverno na supressão de *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla*.** 2018. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos.

COSER, Jonas Augusto. **Potencial alelopático de extratos de plantas sobre espécies cultivadas e daninhas.** 2015. 47f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó.

EMBRAPA TRIGO. DE MORI, C.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MIRANDA, M. Z. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura do centeio no mundo e no Brasil.** Passo Fundo. EMBRAPA Trigo 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91358/1/2013-documentosonline-142.pdf>. Acesso em: 9 de abril de 2021.

FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N. E.; FERRARESE FILHO, M. L. L. Ferulic acid uptake by soybean root in nutrient culture. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 22, p. 121-124, 2000.

GAZZIERO, D. L. P.; LOLLATO, R. P.; BRIGHENTI, A. M.; PITELLI R. A.; VOLL, E. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja.** 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2006.

GUERRA, Naiara *et al.* Efeito de palhadas e métodos de irrigações na supressão de plantas daninhas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 3, p. 240-246, 2015.

HECK, Marcos Alexandre. **Influência de extratos de plantas de cobertura sobre a germinação e crescimento inicial de *Digitaria insularis*.** 2022. 45f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo.

LAZARO, R. de L. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. de F.; SARTO, M. V. M; DUARTE JÚNIOR, J. B. **Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde.** Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-17. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pat/v43n1/08.pdf>. Acesso em: 9 de abril de 2021.

LORENZI, H. **Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas plantio direto e convencional.** Nova Odesa, 7 ed. Instituto Plantarum. 2014.

MARTIN, N. B.; NOGUEIRA S. J. **Canola: uma Nova Alternativa Agrícola de Inverno para o Centro-sul Brasileiro.** Informações Econômicas, SP, v.23, n.04, p 09-24, 1993. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/1993/tec1-0493.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2021.

MARTINELLI, V. A.; SILVA, V. N. **Efeito Alelopático de Centeio na Germinação e Crescimento de Plântulas de Beterraba.** AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n. 9; p. 2018. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2018a/efeito%20alelopatico.pdf>. Acesso em: 23 de abril de 2021.

MATZENBACHER, F. O. **Caracterização e Controle de Capim-Arroz (*Echinochloa crus-agalli*) Resistente aos Herbicidas do Grupo das**

**Imidazolinonas e Quinclorac em Arroz Irrigado.** Porto Alegre, UFRGS. 2012.

Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/60498/000857007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 25 julho de 2022.

MAURINA, R. S. **Produção de Aveia Preta e Azevem Consorciado com Trevo II** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

MEDEIROS, A. R. M. de; LUCCHESI, A. A. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alface em testes de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 9-14, 1993.

MORAES, Pedro Valério Dutra de *et al.* Potencial alelopático de extratos aquosos de culturas de cobertura de solo na germinação e desenvolvimento inicial de *Bidens pilosa*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, p. 1299-1314, 2012.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de Identificação de Plantas Infestantes.** São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011. Disponível em: <http://www.cana.com.br/biblioteca/informativo/DOC-20160905-WA0023.pdf>. Acesso em: 23 de abril de 2021.

NASCIMENTO, José A. M. *et al.* Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 258-264, 2011.

ORTIZ, S.; MARTIN, T. N.; BRUM, M. S.; NUNES, N. V.; STECCA, J. D. L.; LUDWING, R. L. **Densidade de Semeadura de Ervilhaca Sobre Caracteres Agronômicos e Composição Bromatológica.** Santa Maria: Ciencia Rural. V45. N2. P.245-251. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v45n2/0103-8478-cr-00-00-cr2014 0291.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2021.

OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN; INOVE. **Biologia e Manejo de Plantas.** Curitiba: Omni pax, 2011.

PEREIRA, B. W. F.; SANTOS, P. C. M.; SILVA JÚNIOR, J. F.; FRANÇA, S. K. S.; REIS, I. M. S.; MONTEIRO, T. M. A.; FREITAS, J. M. N.; LUZ, L. M. **Influência Alelopática do Extrato Aquoso de NEEM Sobre a Germinação de Sementes de Jambu.** Hortic. Brás. Belém., v. 26, n. 2 (Suplemento - CD Rom). 2008. Disponível em: [http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV\\_2/A1278\\_T1574\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_2/A1278_T1574_Comp.pdf). Acesso em: 23 de abril de 2021.

PETERSEN, Jan *et al.* Supressão de ervas daninhas por liberação de isotiocianatos de cobertura morta de nabo. **Revista Agrônômica**, v. 93, n. 1, pág. 37-43, 2001.

RIZZARDI, Mauro Antonio *et al.* Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 2, 2008a.

RIZZARDI, A.; Rizzardi, M.A.; Lamb, T.D.; Johann, L.B. Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 717-724, 2008b. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pd/v26n4/02.pdf>. Acesso em: 23 de abril de 2021.

- ROSSETTO, E. R. de O. *et al.* Efeito da alelopatia de plantas de coberturas de inverno e de verão usadas como extratos no controle de plantas daninhas. **Jornada De Iniciação Científica E Tecnológica**, v. 1, n. 10, 2020.
- SÁ, M. E. De; OLIVEIRA, S. A. De; BERTOLIN, D. C. **Roteiro Prático da Disciplina de Produção e Tecnologia de Sementes**: análise da qualidade de sementes. São Paulo: Cultura Acadêmica, 112p., 2011.
- SILVA, A. A. FERREIRA, F. A.; FERREIRA; L. R.; SANTOS, J. B. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, 2007. Cap. 1, p. 1-40.
- SILVA, H. L.; TREZZI. M.M.; MARCHESE, J.A., BUZZELLO, G., MIOTTO Jr. E., PATEL, F., DEBASTIANI, F. e FIORESE, J. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 655–663, 2009.
- SILVEIRA. P. M. Da. STONE. L.F. Sistemas de Preparo do Solo e Rotação de Culturas na Produtividade de Milho, Soja e Trigo. Santo Antonio de Goias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.240-244, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v7n2/v7n2a09.pdf>. Acesso em: 11 de abril de 2021.
- SINGH, S.; SINGH, M. Efeito da temperatura, luz e pH na germinação de doze espécies de plantas daninhas. **Indian J. Weed Sci** , v. 41, n. 3 e 4, pág. 113-126, 2009.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 32, n. 1, p. 165-170, 1997.
- STONE. L. F; GUIMARÃES. C. M. **Influência de Sistemas de Rotação de Culturas do Solo**. 21 ed. Santo Antonio de Goias. EMBRAPA Arroz e Feijão, 2005.
- THEISEN, G.; VIDAL, R. A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do campim-marmelada. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n.2, p.189 – 96, 1999.
- TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 379–384, 2006.
- TOMM, G. O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos. **Tecnologia para Produção de Canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo, v. 1, EMBRAPA TRIGO. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/852550/tecnologia-para-producao-de-canola-no-rio-grande-do-sul>. Acesso: 10 de abril de 2021.
- YAMASHITA, O. M. *et al.* Fatores ambientais sobre a germinação de Emilia sonchifolia. **Planta daninha**, v. 27, p. 673-681, 2009.