

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

KESSIN KAUANE COPETTI

**INFLUÊNCIA DE EXTRATO AQUOSO DA SOJA SOBRE
A GERMINAÇÃO DA CANOLA**

CERRO LARGO

2021

KESSIN KAUANE COPETTI

**INFLUÊNCIA DE EXTRATO AQUOSO DA SOJA SOBRE
A GERMINAÇÃO DA CANOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons.

CERRO LARGO

2021

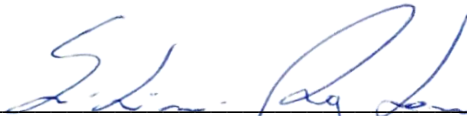
KESSIN KAUANE COPETTI

**INFLUÊNCIA DE EXTRATO AQUOSO DA SOJA SOBRE
A GERMINAÇÃO DA CANOLA**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 23/03/2022.

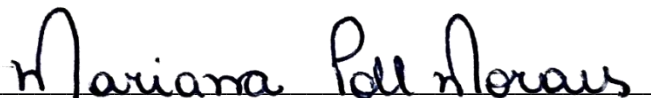
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Débora Leitzke Betemps – UFFS
Avaliadora



Ms.ª Mariana Poll Moraes – UFPEL
Avaliadora

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Copetti, Kessin Kauane
Influência de extrato aquoso da soja sobre a
germinação da canola / Kessin Kauane Copetti. -- 2021.
58 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Alelopatia. 2. Brassicaceae. 3. Interações. 4.
Cultivos de inverno. I. Radons, Sidinei Zwick, orient.
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

RESUMO

Cultivo de excelente alternativa econômica para uso em sistemas de rotação de culturas, a canola (*Brassica napus* L.) é uma espécie oleaginosa que gradativamente vem ganhando espaço nas lavouras do RS. Semeada após a colheita da soja (*Glycine max* [L.] Merrill), e em rotação ao trigo (*Triticum aestivum*), habitualmente utilizado pelos produtores da região, a canola se mostra como uma ótima opção de manejo no controle de problemas fitossanitários de gramíneas e leguminosas, dentre outros benefícios. Entretanto, interações alelopáticas entre as espécies ainda são pouco conhecidas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar se o extrato aquoso das folhas de soja de diferentes tecnologias (RR[®] e INOX[®]) possui efeito alelopático sobre germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de canola. Os bioensaios foram conduzidos em caixas Gerbox, com 25 sementes para cada tratamento, totalizando 12 tratamentos (concentrações de 0, 1, 2,5, 5, 7,5 e 10% de extrato aquoso de soja), com quatro repetições, mantidas em incubadora do tipo B.O.D, sem exposição a fotoperíodo e à uma temperatura controlada de 20°C. Com o estudo pode-se constatar que o extrato bruto aquoso das folhas de soja das tecnologias INOX[®] e RR[®] causam efeito negativo sobre a germinação, bem como no IVG, massa fresca e comprimento radicular das plântulas da cultura da canola. Todavia, em relação ao comprimento da parte aérea foi constatado influências positivas nas plântulas em determinadas concentrações do extrato.

Palavras-chave: Alelopatia; Brassicaceae; Interações; Cultivos de inverno.

ABSTRACT

Cultivation of an economical alternative space for use in crop technology systems, canola (*Brassica napus* L.) is an oilseed species that has gradually been intelligent in crops in RS. Sown after the harvest of soybean (*Glycine max* [L.] Merrill), and in rotation used with wheat (*Triticum*) producers - usually a winter crop - it can show as a great management option in the control of phytosanitary problems of grasses and legumes, among other benefits. However, allelopathic interactions between species are still poorly understood. Therefore, the objective of this work was to verify if the aqueous extract of soybean leaves from different technologies (RR® and INOX®) have allelopathic effects on seed germination and the initial development of canola plants. The bioassays for extracts were treated in 25 Gerbox boxes, totaling 12 treatments (concentrators of 0, 1, 2,5, 5, 7,5 and 10% of aqueous soybean), with four retentions, kept in a BOD-type incubator, without exposure to photoperiod and at a controlled temperature of 20°C. With the study, it can be seen that the aqueous extract of soybean leaves from INOX® and RR® technologies hurt germination, as well as on IVG, fresh mass, and root length of raw canola plants. However, about the length of the shoot, positive influences were found in the relations with the extension.

Keywords: Allelopathy; Brassicaceae; Interactions; Winter crops

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Variações de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no interior da Estufa Incubadora ao longo do experimento. Fonte: Autora (2021).	33
Figura 2 - Porcentagem de germinação de sementes de canola em função da concentração de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (esquerda) e RR® (direita), respectivamente. Fonte: Autora (2021).	34
Figura 3 – Médias de porcentagem de germinação (direita) e índice de velocidade de germinação (IVG) (esquerda) das sementes de canola nas diferentes tecnologias (INOX® e RR®). Médias acompanhadas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knot em 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2021).	35
Figura 4 - Médias de massa fresca (MFPL) das plântulas canola nas diferentes tecnologias (INOX® e RR®). Médias acompanhadas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knot em 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2021).	35
Figura 5 – Médias do comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) das plântulas canola nas diferentes tecnologias (INOX® e RR®). Médias acompanhadas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knot em 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2021).	36
Figura 6 - Porcentagem de germinação da cultura da canola submetida a diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).	37
Figura 7 - Índice de velocidade de germinação da cultura da canola sob diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).	39
Figura 8 - Massa fresca das plântulas de canola sob diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).	40
Figura 9 - Comprimento da parte aérea das plântulas de canola sob diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).	42
Figura 10 - Comprimento radicular das plântulas de canola sob diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos utilizados no experimento.....	28
---	----

LISTA DE ABEVIATURAS E SIGLAS

a.C	Antes de Cristo
BOD	Demanda Bioquímica de Oxigênio
Cfa	Clima subtropical úmido
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DIC	Delineamento Inteiramente casualizado
EBA	Extrato bruto aquoso
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
g	Gramas
INOX [®]	Cultivar resistente a ferrugem-asiática
m	Metro
ml	Mililitro
mm	Milímetro
PIB	Produto Interno Bruto
PPC	Paridade Poder de Compra
RAS	Regras para análise de sementes
RR [®]	Roundup Ready
RS	Rio Grande do Sul
TMG	Tropical Melhoramento e Genética
UE	União Europeia
UEs	Unidades experimentais
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	graus Celsius
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	CULTURA DA SOJA.....	14
2.2	CULTURA DA CANOLA (<i>BRASSICA NAPUS L.</i>)	18
2.3	ALELOPATIA	22
2.3.1	Interferências alelopáticas entre culturas de interesse agrícola	24
2.3.1.1	<i>Alelopatia de soja sobre outras espécies</i>	<i>26</i>
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	28
3.2	COLETA DO MATERIAL.....	28
3.3	TESTES LABORATORIAIS	29
3.3.1	Preparo do extrato aquoso	29
3.3.2	Germinação e desenvolvimento das plântulas	30
3.4	AVALIAÇÕES	30
3.4.1	Variações de temperatura e umidade do ar.....	30
3.4.2	Porcentagem de germinação	31
3.4.3	Índice de velocidade de germinação (IVG).....	31
3.4.4	Comprimento e massa fresca de plântulas.....	32
3.5	ANÁLISE DE DADOS.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE DO AR	33
4.2	GERMINAÇÃO DAS SEMENTES	34
4.3	GERMINAÇÃO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)	36
4.4	MASSA FRESCA DE PLÂNTULAS	40
4.5	COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA	41
4.6	COMPRIMENTO DE RAIZ.....	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Em ritmo de crescimento exponencial, a população mundial segue aumentando de maneira significativa ao decorrer dos anos. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (2017), em 2050 a estimativa populacional será de 9,8 bilhões de pessoas, e paralelamente a isso, a oferta de alimentos terá que aumentar em cerca de 70%.

Enfatizando o futuro das próximas gerações, surge a necessidade de produzir maior volume de grãos, com sustentabilidade e sem expandir a área cultivada, no intuito de satisfazer as crescentes necessidades humanas por alimentos. Contudo, para que isso seja possível, é fundamental que o produtor rural adote práticas agrícolas que tornam o sistema mais eficiente, tais como: maximizar a produção com a rotação de culturas, empregar o sistema plantio direto, investir em equipamentos e novas tecnologias, utilizar insumos de maneira correta e usar sementes de qualidade.

Consolidada como uma das tecnologias de maior relevância no processo de elevação dos índices de produtividade de uma área, a rotação de culturas é uma prática agrícola que contribui de maneira assaz no aumento da sustentabilidade da agricultura. No entanto, de forma geral o estado do Rio Grande do Sul pratica o sistema de produção caracterizado como sistema de sucessão de culturas, ou seja, a maioria dos produtores cultiva em suas áreas agrícolas somente duas culturas de forma ordenada, em estações do ano diferentes. Em suma, tem-se o predomínio da soja no verão e de trigo ou aveia no inverno, não havendo a adoção de cultivos na entressafra.

Visando interromper o ciclo soja-trigo, a canola se mostra uma ótima opção de cultura de inverno, relevante se inserida no sistema de produção, promovendo a diversificação dos cultivos e conseqüentemente, a quebra do ciclo de patógenos, melhorias das características do solo, e a redução da ocorrência de pragas e ervas daninhas.

Segundo Ferreira e Aquila (2000), todas as plantas produzem metabólitos secundários que podem variar em qualidade e quantidade dependendo da espécie. Visando isso, dependendo da cultura escolhida para o sistema de rotação em uma determinada área, pode-se verificar a ocorrência de efeitos danosos no crescimento e desenvolvimento da cultura subsequente, devido ao fato das plantas anteriormente implantadas na área, gerarem limitações oriundas da incorporação de seus restos culturais no solo.

Esse trabalho objetivou avaliar os efeitos de extratos de folhas de soja, sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de canola em condições

controladas, no intuito de compreender se há viabilidade na semeadura da canola logo após a colheita da soja, em sucessão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

País sul-americano de extensa área territorial, o Brasil é formado por uma ampla gama de sistemas de produções, indo desde os grandes produtores de grãos até os produtores familiares e de subsistência. Essa diversidade contribui para que o Estado brasileiro ocupe a sétima posição, baseado em dados do Fundo Monetário Internacional, no ranking mundial no que se refere as quinze maiores economias do mundo no quesito PIB/Paridade Poder de Compra (PPC), em bilhões de dólares (PEDROZO, 2021). Sendo assim, o setor agrícola constitui um dos principais pilares da economia brasileira. Além disso, essa atividade é a grande responsável por fomentar o crescimento e o desenvolvimento do país (BUONAFINA, 2017).

Evidenciando o estado do Rio Grande do Sul, que por muitos anos foi chamado de “Celeiro do Brasil”, devido a sua enorme contribuição na produção nacional com os mais variados tipos de commodities agrícolas, esta região é detentora de uma enorme diversidade de produção. Deste modo, o Rio Grande do Sul apresenta uma agricultura vasta, com cultivos anuais, fracionados em culturas de verão (soja, milho, arroz, feijão e sorgo) e de inverno (trigo, cevada, centeio, aveia e canola) (FEIX; LEUSIN JÚNIOR, 2019).

Em termos de área cultivada e quantidade produzida, segundo Feix et al. (2016), os cultivos da soja, arroz, milho, trigo e aveia são em disparada as espécies agrícolas mais cultivadas no RS. Nos períodos de calor, a cultura da soja aparece de maneira predominante nas lavouras, devido ao fato de ser um produto com maior liquidez, proporcionando segurança ao agricultor. Já nas estações frias, o trigo é a cultura de maior relevância, apesar de sua alta instabilidade.

De comum ocorrência, o sistema de sucessão trigo-soja é rotineiro em muitas propriedades rurais do estado. No entanto, quando empregado de forma contínua e por tempo indefinido, essa sucessão proporciona diversos danos de natureza física, química e biológica do solo, e por conseguinte, ocorrem quedas significativas na biodiversidade e produtividade das lavouras, além da área ficar propensa ao surgimento de pragas, doenças e plantas daninhas (MARSARO JUNIOR et al., 2014).

De acordo com Fronza et al. (2008), a diversificação dos sistemas produtivos é de grande importância, para que dessa forma seja possível garantir a viabilidade do cultivo do trigo na região. Portanto, as melhores opções de rotação de cultura com esse cereal são o nabo forrageiro, aveia branca e preta, cevada, tremoço, linho, canola e demais leguminosas.

No Estado do Paraná, Santos et al. (1996), realizaram um estudo acerca do rendimento de grãos de trigo, avaliando os efeitos dos sistemas com rotação de culturas de inverno, sob

plantio direto. Como resultado, foi atestado que em monocultura de trigo-soja, esse cereal obteve menor rendimento de grãos, perante o sistema de rotação com dois invernos sem trigo. No Canadá, Sturz e Bernier (1989), observaram maior rendimento de grãos com um inverno sem a cultura do trigo, intercalando com a colza ou linho.

Embora a canola seja uma espécie utilizada com menor frequência na elaboração de sistemas de rotação (DOSSA et al., 2014), quando inclusa no planejamento como plantio de segunda safra, essa oleaginosa se mostra como uma excelente alternativa aos produtores para agregar renda e simultaneamente, ocupar áreas que seriam deixadas em pousio até a chegada do período de semeadura do trigo, ou de outra cultura de inverno (AVILA et al., 2007; CARDOSO et al., 1996).

Tomm et al. (2005), enfatizam que, quando adotado a sequência de culturas: soja – canola – milho – trigo, é possível promover no solo uma melhor eficiência do uso de nutrientes, em especial do nitrogênio. Também, essa sucessão favorece o controle de doenças causadas por fungos que sobrevivem em restos culturais de safras passadas.

2.1 CULTURA DA SOJA

A cultura da soja (*Glycine max* [L.] Merrill), pertencente à família Fabaceae, é originária da costa leste da Ásia, mais especificamente da região oriental do Norte da China, e ao que tudo indica, é o resultado de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem (HYMOWITZ, 1970). Oleaginosa de grande importância à economia mundial, essa planta é tida como uma das culturas mais antigas já cultivadas. De acordo com Morse (1950), a soja foi descrita inicialmente no período entre 2883 e 2838 a.C, no livro "Pen Ts'ao Kong Mu" que retratava as plantas ao Imperador Sheng-Nung, lendário governante, agricultor e considerado o pai da medicina chinesa.

Além disso, é uma planta dicotiledônea que, dependendo da cultivar, pode apresentar hábito de crescimento determinado, semideterminado ou indeterminado. A soja é uma leguminosa de ciclo anual (75-200 dias), ereta e herbácea que possui grande variabilidade genética, no entanto, é muito influenciada por fatores ambientais, tais como luz, temperatura e umidade. No final de seu ciclo, pode chegar a ter aproximadamente 30 a 200 cm de altura, conforme a variedade utilizada, condições ambientais, época da semeadura, latitude e longitude do local de plantio e da fertilidade do solo (MÜLLER, 1981).

O sistema radicular da soja é constituído por um eixo principal e por raízes secundárias, sendo classificado como um sistema difuso (SEDIYAMA et al., 1985). As raízes também

possuem interações simbióticas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, microrganismos que promovem a fixação de nitrogênio atmosférico, convertendo-o em compostos orgânicos (nitrato) que podem ser utilizadas pelas plantas (NOGUEIRA et al., 2009; MASCARENHAS et al., 2005).

O caule é híspido e pubescente, possuindo abundância ou não de ramificações de acordo com a cultivar (PEREIRA, 2017). As folhas ao longo do ciclo de crescimento da planta são de três tipos: cotiledonares ou embrionárias, simples ou unifolioladas e trifolioladas ou compostas. Quanto às flores, são completas e hermafroditas, e de acordo com a genética da cultivar podem possuir coloração branca, arroxeadada ou intermediária (SEDIYAMA et al., 1985). Já referente ao fruto, é definido como legume, popularmente chamado de vagem. É achatado, levemente curvado, deiscente e pubescente, podendo ter de uma a cinco sementes por vagem (MÜLLER, 1981).

Cultura com poucas limitações climáticas, a soja pode ser cultivada praticamente em todo o território brasileiro (OLIVEIRA et al., 2019). No entanto, a faixa de temperatura ideal para seu desenvolvimento é entre 20 °C e 30 °C, e quando submetida a temperaturas abaixo de 10 °C ou acima de 40 °C, as plantas podem ser acometidas a algumas injúrias, tais como reduções no crescimento, anomalias na floração e redução na capacidade de retenção de vagens. Quanto as exigências hídricas, o consumo de água durante todo o ciclo das plantas é em torno de 625mm em média, podendo variar conforme a cultivar utilizada, condições climáticas e tipo de manejo (PAS CAMPO, 2005; SMIDERLE, 2019).

Com a possibilidade de usar os grãos da soja na composição da dieta humana, a cultura passou a ser muito utilizada inicialmente na alimentação do povo chinês, e anos depois, esse cereal começou a ser difundido progressivamente para os demais continentes, começando pela Europa no ano de 1739, e posteriormente nos Estados Unidos em 1765 (MUNDSTOCK et al., 2005).

No Brasil, a soja foi introduzida inicialmente por Gustavo D'Utra, no estado da Bahia em 1882, entretanto, a implantação não obteve sucesso em razão da latitude incompatível com as exigências climáticas das cultivares da época (HASSE, 1996). Anos depois, em 1891 os grãos dessa oleaginosa chegaram ao estado de São Paulo, e posteriormente, em 1914, no Rio Grande do Sul.

Com o clima apropriado, as sementes de soja encontraram na Região Sul seu berço brasileiro. Importada dos Estados Unidos e já adaptada às condições brasileiras, a cultura se estabeleceu num momento inicial no município de Santa Rosa, e em meados de 1941 a primeira lavoura de soja comercial foi registrada, com um total de 640 hectares de área cultivada e

produção de 457 toneladas do grão (MUNDSTOCK et al., 2005). Dessa forma, esse município gaúcho do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul ficou conhecido como o “berço nacional da soja”, assim como o núcleo de dispersão das sementes para toda a região missioneira, avançando pelo território nacional juntamente com a Revolução Verde (DUCLÓS, 2014; SORRISO, 2016).

Santa Rosa: o primeiro cultivo oficial de soja no município aconteceu em 1914, mas foi somente a partir dos anos 40 que o Brasil começou a aparecer como produtor de soja nas estatísticas internacionais. Como outras cidades como Ijuí, Cruz Alta ou Santo Ângelo, a pioneira Santa Rosa experimentou um fluxo migratório de colonos determinados, que transformou a paisagem original numa pujante região econômica (DUCLÓS, 2014, p. 50).

Foi só por volta do ano de 1950, que a cultura da soja começou a ser cultivada de maneira assídua. Naquela época, o trigo (*Triticum aestivum*) era a mais importante cultura estabelecida no Sul do estado, e a soja passou a ser considerada uma boa opção de cultivo de verão, em sequência ao trigo. Também, alguns anos depois, o estado brasileiro começou a introduzir as atividades da suinocultura e avicultura no país, e isso colaborou para o aumento da procura por farelo de soja, estimulando ainda mais a ascensão do mercado desse grão (BONATO et al., 1987; SILVA, 1999; HASSE, 1996). Além disso, a partir do ano de 1960 a procura por óleo e proteína vegetal se tornou alta, fator esse que passou a impulsionar ainda mais os agricultores a investir na cultura (MUNDSTOCK et al., 2005).

Em 1990, pouco antes do governo de Fernando Collor e continuada durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, ocorreu a abertura comercial brasileira, proporcionando aos brasileiros uma gama de opções de se inserirem no mercado mundial de forma mais ofensiva (KUME et al., 2003). A moeda nacional se valorizou perante ao dólar, viabilizando muito a admissão de produtos importados (FERREIRA, 2011). Com essa abertura comercial, o setor do agronegócio foi o que mais evoluiu, ganhando destaque pela sua dinâmica de exportações (MARANHÃO et al., 2016). Nesse período, muitos produtos se destacaram economicamente, dentre eles a soja e seus derivados. Por conseguinte, essa leguminosa foi o produto agrícola que mais obteve elevação no mercado, com aproximadamente 400% no período entre 1970 e 2009 (USDA, 2011).

Em termos mundiais, a soja é uma das mais importantes *commodities* agrícolas. O destino final da produção dessa oleaginosa é abrangente, sendo usada principalmente no setor alimentício, no abastecimento do mercado interno, processamento de óleos e farelos e exportação de grãos in natura (BONATO et al., 1987).

Detentora de um grão com elevado teor de proteínas e lipídios, a soja tem sido cada vez mais utilizada como alimento humano. Por conta de possuir grãos ricos em compostos nutricionais, esse cereal rompeu as barreiras de um público específico, como alérgicos a lactose e glúten, vegetarianos, veganos e demais. Por decorrência disso, esse alimento está se introduzindo gradativamente na rotina dos consumidores, fazendo-se presente no dia a dia de inúmeras pessoas (AMARAL, 2006).

Em relação a produção mundial do grão, os países que se destacam são o Brasil, Estados Unidos da América e a Argentina, que juntos são responsáveis por cerca de 80% de toda produção mundial, seguido da China e demais países. Em uma competição acirrada pelo topo do ranking de produção, os Estados Unidos e o Brasil disputam ano após ano, entretanto, na última safra de 2019/2020 o Brasil conquistou o primeiro lugar, por conta do Estado norte americano estar enfrentando problemas climáticos (CONAB, 2019).

De acordo com dados do USDA (2020), na safra de 2019/2020 a área de soja cultivada mundialmente foi de 122,647 milhões de hectares, resultando em cerca de 337,298 milhões de toneladas de grãos de soja, valor menor que na colheita anterior por conta dos problemas enfrentados nas lavouras norte-americanas com o clima. Desse total de 337,298 milhões de toneladas, o Brasil foi responsável por cerca de 124,845 milhões, e os Estados Unidos da América por aproximadamente 96,676 milhões de toneladas do grão.

Referente as importações, a China é país que mais importa soja no mundo. De acordo com dados da Conab (2018), o país da Ásia Oriental é responsável por cerca de 64% de todas as importações globais, e isso se dá por conta da crescente demanda de alimentos pela população chinesa, que conta com um total de 1,398 bilhões de habitantes (THE WORD BANK, 2019).

Posterior a China, com aproximadamente 9,22% das importações mundiais, encontra-se a União Europeia, e depois o México. Quanto as exportações, o Brasil é o país que mais exporta soja em grãos do mundo, sendo responsável pelo percentual de 48,60% da totalidade das exportações globais. Posteriormente, em segundo lugar estão os Estados Unidos, com 37,36% e em terceiro lugar, o Paraguai, com 3,85% (CONAB, 2018).

Já no que diz respeito à produção brasileira, de acordo com o Instituto Soja Livre (2020), o estado do Mato Grosso é o maior produtor brasileiro, fazendo o uso de cerca de 602,2 mil hectares destinadas a produção de soja. Logo em seguida vem o Paraná, com 206,3 mil hectares, Goiás com 113,4 mil hectares e o Mato Grosso do Sul com 85,5 mil hectares. Juntos, esses quatro estados produzem cerca de 87,5% da área total de soja do país.

2.2 CULTURA DA CANOLA (*Brassica napus* L.)

A canola (*Brassica napus* L.), pertencente à família Brassicaceae, é uma oleaginosa resultante do melhoramento genético convencional da colza, planta oriunda de clima temperado e detentora de teores superiores de ácido erúxico e de glucosinolatos, ambos componentes de elevada toxicidade (MENDONÇA et al., 2016; TOMM, 2006);

Em razão de exibir em sua constituição altos índices de substâncias tóxicas, no ano de 1974, o Dr. Baldur Stefansson com o auxílio de outros melhoristas canadenses, conseguiram por meio de cruzamentos extrair um óleo com baixos teores de ácido erúxico e com níveis consideráveis de elementos como vitamina E, ácidos graxos monoinsaturados e Ômega 3 (TOMM, 2006; CARLSSON et al., 2007).

A nova e melhorada variedade de colza carecia de um nome, logo o novo híbrido foi intitulado de “canola”, adaptação da abreviatura “CANadian Oil Low Acid”, que tem por significado “óleo canadense com baixo teor de ácido”. Porém, para um produto se enquadrar nesse termo, é necessário estar dentro dos padrões exigidos por uma normativa internacional canadense, cuja descrição oficial é: “um óleo que deve conter menos de dois por cento de ácido erúxico e menos de 30 micromoles de glucosinolatos por grama de farinha sem óleo seca ao ar” (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2021; CARDOSO et al., 1996).

Segundo Carlsson et al. (2007), o termo canola é uma denominação genérica de cunho internacional, não sendo considerada uma marca industrial. Com o auxílio do melhoramento genético, as novas cultivares foram isentas da produção do ácido erúxico, entretanto passaram a deter grandes quantidades de ácido oleico, como o linoleico e linolênico.

A proporção de óleo nos grãos de canola pode variar entre 40% a 48% (MORETTO; FETT, 1998; NOGUEIRA, 2000). Porém, de acordo com Tomm (2006), os grãos de canola advindos das lavouras brasileiras possuem teores em média de 38% de óleo, com percentuais de proteína de 24 a 27%. Quando comparado as demais oleaginosas disponíveis no mercado, o óleo de canola é visto como um produto saudável e de qualidade superior (IRIARTE et al., 2008), devido ao seu baixo índice de ácidos graxos saturados, alta taxa de ácidos graxos monoinsaturados com teores ínfimos de colesterol, significativas proporções de ômega-6 e ômega-3, entre outros constituintes que favorecem a integridade do sistema imunológico humano (TOMM, 2006; MACDONALD, 2000; BARROS, 2018).

Planta anual e de clima temperado, que dependendo do híbrido utilizado pode ter ciclo de 107 a 166 dias desde o período de emergência da plântula até maturação dos grãos (MAIA et al., 1999). As cultivares de época álgida (outono/inverno) necessitam de vernalização para

concluir seu florescimento, sendo assim, no Brasil as variedades usadas se restringem as de primavera, devido estas não exigirem períodos de frio (vernalização) e nem muitas horas de exposição solar (fotoperiodismo) (TOMM, 2007).

As plantas de canola apresentam sistema radicular pivotante e pouco ramificado, com raízes secundárias altamente robustas. Possui haste ereta, glabra e bastante ramificada, que de acordo com a cultivar pode alcançar até 1,5 m de altura. As folhas são carnudas, lisas ou com pilosidades nas bordas, de coloração verde-azulada e arranjadas de modo alternado no caule (BAIER et al., 1988). A inflorescência é um rácemo alongado, situada na parte superior da planta, com flores de coloração amarela. Os frutos são denominados como síliquas, popularmente chamados de vagem, podendo medir entre 5 a 10 cm de comprimento. Quando secos, se abrem (deiscente), podendo apresentar cerca de 15 a 25 grãos por vagem (MENDONÇA et al., 2016; IRIARTE et al., 2008).

De elevadas exigências em relação à disponibilidade de recursos do ambiente, a cultura da canola não se adequa a solos muito ácidos, sendo ideal percentuais de pH entre 5,5 e 6,0. Também, requer altos níveis de nutrientes, principalmente de nitrogênio, visto que sua necessidade é maior que a maioria das culturas (COOPERBIO, 2011). Igualmente, o fósforo e o potássio quando manejados proporcionam incrementos positivos para a produtividade (VOGT et al., 2013). Já no que diz respeito a temperatura, essa Brassica se desenvolve melhor em locais com temperaturas em torno de 20°C durante o ciclo, e quando acometida a geadas nos estádios de plântula ou florescimento, sofre severos danos podendo até levar a morte das plantas (TOMM et al., 2009).

Além do uso de seus grãos no processamento de óleos destinado ao setor alimentício, a canola também é utilizada na fabricação de biocombustível (biodiesel), e na formulação de farelo e rações para a pecuária (DEMARCO; CANDATEN, 2019). No caso do farelo, Bertol e Mazzuco (1998), alegam que incluir 20% de farelo de canola no regime alimentar de frangos de corte nos diferentes momentos da criação é completamente viável, devido ao fato de ser uma fonte de proteína econômica para os animais que não necessitam de elevadas quantidades de energia e aminoácidos (lisina). Nesse sentido, Mendonça et al. (2016) complementam:

O cultivo de canola no Brasil tem três finalidades básicas: produção de óleo comestível; produção de biodiesel e produção de ração animal com o farelo dos grãos. [...] na Europa, o óleo de canola é amplamente utilizado para a produção de biodiesel, sendo referência para a produção mundial. Já no Brasil, a produção de biodiesel a partir de canola ainda é incipiente. [...] o farelo de canola possui 34 a 38% de proteína, sendo um excelente suplemento proteico na formulação de rações para bovinos, suínos, ovinos e aves, e tem sido comercializado sem dificuldades (MENDONÇA et al., 2016, p. 27).

Já referente ao sistema de produção agrícola brasileiro, Tomm (2006), destaca a canola como uma cultura de excelente potencial no aumento da sanidade das raízes de diferentes cultivos, tais como milho (*Zea mays* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.). Logo, usar a canola na rotação de culturas possibilita o maior controle sob a ocorrência de algumas doenças, como a canela-preta (*Leptosphaeria maculans*) e a esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*).

Também, essas plantas propiciam o aporte de altas quantidades de N ao solo, auxiliando no crescimento e estabelecimento da cultura subsequente. Porém, é importante salientar que a canola não pode ser cultivada na mesma área todos os anos, já que pode abrigar patógenos, sendo recomendado o retorno na mesma área somente após um período de 24 meses (TOMM, 2006).

No Brasil, a cultura da canola ainda não é muito difundida. Na maioria dos casos, o motivo que leva os produtores a optarem por outras culturas é o pouco conhecimento/informação sobre o cereal. Em estudos, Dossa et al. (2014), salientam que os principais motivos que dificultam o aumento da área de canola no estado brasileiro variam desde a “fama/histórico ruim” da cultura, problemas nas variedades atuais, até dificuldades nos momentos da colheita. Também a oscilação da produção causada por geadas e doenças. Dessa forma, se torna indispensável os estudos sobre a cultura, para que se possa contornar as dificuldades tecnológicas que impõem barreiras na expansão do cultivo da oleaginosa no país (DOSSA et al., 2014).

Mesmo diante de dificuldades, a produção de canola do Brasil demonstra crescimento lento, porém de maneira exponencial. No ano de 2016, o cereal marcou presença em cinco estados brasileiros, sendo eles Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina e Mato Grosso, no entanto com ampliação da área em particular no estado gaúcho, com cerca de 47 mil hectares à mais, proporcionando uma expansão de cerca de 28% em relação ao ano de 2015 (ANTUNES, 2016).

Na safra 2017, o estado do Rio Grande do Sul, contribuiu com aproximadamente 87,1% da canola produzida em todo o país, sendo assim o RS é consolidado o maior produtor de canola do Brasil. A região que se destaca é o Noroeste gaúcho, com ênfase nos municípios de Cruz Alta e Santo Ângelo. Posteriormente, vem o Paraná contribuindo com cerca de 12,9% na produção brasileira (CONAB, 2017; LESINA, 2018).

No Brasil, no ano de 2019 a produção foi de aproximadamente 48.600 toneladas de grãos de canola (CONAB, 2021). Já em 2020, a produção decaiu, totalizando cerca de 32.200 toneladas, em consequência da incidência de fatores relacionados às exigências edafoclimáticas

dessa espécie (DALMAGO et al., 2010). Entretanto, as expectativas de produção para a safra de 2021 são promissoras, beirando as 61.100 toneladas do grão (CONAB, 2021).

Um ponto que está contribuindo de forma significativa para o aumento da produção dessa crucífera é o fato de que, a canola frequentemente se iguala a soja em condições de preços, dessa forma se manifestando como uma ótima opção de cultivo de inverno em rotação com o trigo, que nos últimos anos não foi valorizado pelo mercado de grãos (FABRÍCIO, 2020). Nessa perspectiva, Ferreira et al. (2016, p. 2), complementam que “a liquidez e a facilidade de comercialização também se assemelham, tornando a cultura conhecida como a “soja de inverno”.”

Quanto ao contexto mundial, até a safra de 2016/17 os maiores produtores e consumidores dos grãos de canola se concentravam principalmente na União Europeia, Canadá e China (CONAB, 2017). No entanto, conforme dados da USDA (2020), o Canadá recentemente ultrapassou a UE, se consolidando o maior produtor de canola em termos mundiais, com a participação de 28,0% de toda produção. Em seguida, ocupando o posto de segundo maior produtor, com a participação de 27,6% encontra-se a União Europeia e posteriormente, o país asiático chinês, com 18,3%.

2.3 ALELOPATIA

Apesar do termo “Alelopatia” ser considerada uma ciência recente, desde a Idade Antiga já se tinha o conhecimento de que algumas espécies vegetais, quando cultivadas próximo à outras, acabavam gerando influências no crescimento e/ ou desenvolvimento de algumas plantas. E por séculos, a ocorrência desse fenômeno foi tida como um fato indecifrável (REZENDE et al., 2003).

Em estudos, Rice (1984), aponta que uma das primeiras pessoas que observou essas influências foi um pensador da Grécia Antiga chamado Theophrastus, no ano de 300 anos a.C.. Naquela época, o filósofo constatou que o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) causava interferências na comunidade vegetal, impossibilitando o estabelecimento de plantas invasoras.

Séculos depois, começaram a surgir inúmeros estudos acerca desse conteúdo, contudo, a intitulação do nome “alelopatia” foi criada apenas em 1937, pelo botânico e pesquisador alemão Hans Molisch. Esse termo é originário do grego (Allelon = de um para o outro, Pathos = sofrer/prejuízo), e tem por significado representar os efeitos diretos e indiretos no crescimento e estabelecimento de uma determinada espécie vegetal sobre a outra. Também, inclui-se nessa sentença a ação dos microrganismos (MOLISCH, 1937; ALLELOPATHY JOURNAL, 2019).

Atualmente, e de acordo com a Sociedade Internacional de Alelopatia (International Allelopathy Society – IAS), grupo formado em meados da década de 90 por uma equipe de pesquisadores da área vegetal, o termo alelopatia é compreendido como:

[...] o impacto das plantas nas plantas vizinhas e/ou microflora e/ou macrofauna correlacionada pela produção de compostos alelopáticos; é de comum ocorrência esses aleloquímicos interferirem no crescimento das plantas, porém, também podem ocasionar estímulos no seu desenvolvimento. O campo da alelopatia engloba pesquisas sobre os aleloquímicos que regulam essas interações, bem como os organismos (incluindo micróbios e plantas) que produzem esses metabólitos, ou aqueles direta ou indiretamente influenciados por essas associações (INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY, 2021, traduzido pelo autor).

Diante disso, é importante salientar que apesar de existirem inúmeros trabalhos documentados na literatura apresentando os efeitos nocivos da interação de plantas, a definição de alelopatia compreende tanto os efeitos prejudiciais, quanto os benéficos. Outrossim, esse termo engloba além das gimnospermas e angiospermas (vegetais superiores), os organismos fotossintéticos aquáticos (algas), fungos e demais microrganismos (RICE, 1974; 1979).

De acordo com Silva et al. (2007), os compostos com propriedades alelopáticas são provenientes do metabolismo secundário das plantas. Biossintetizados em inúmeras organelas celulares, essas substâncias ficam condicionadas em estruturas secretoras especializadas, como

parede celular, vacúolos, e outras, – para que dessa forma, a planta não sofra nenhum dano em si própria proveniente da intoxicação desses compostos. Essas estruturas especializadas normalmente se localizam em regiões onde é propício que haja ataque de patógenos, como folhas, frutos, colmos primários e demais (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Após a síntese química, os metabólitos acumulados são liberados para o ambiente externo por meio da exsudação das raízes no solo, compostos orgânicos voláteis presentes no ar, volatilização, lixiviação ou decomposição de folhas ou de outras partes da planta (SILVA et al., 2007). Também, segundo Tang et al. (1995), pode ocorrer da planta liberar seus aleloquímicos para o meio após ser condicionada a situações de estresse, como por exemplo a falta de nutrientes.

Segundo TAIZ e ZEIGER (2006), os compostos naturais não possuem nenhuma relação com o crescimento e desenvolvimento da planta, isto é, com o metabolismo primário. Porém, são de grande importância no processo de adaptação das plantas nos diferentes tipos de ambientes e atuam de forma dinâmica na defesa vegetal contra outras espécies, pragas e doenças.

Os metabólitos secundários são fracionados de acordo com a sua natureza química em três diferentes grandes grupos: terpenos, compostos fenólicos e componentes que contêm nitrogênio (TAIZ; ZEIGER, 2006; SOUZA-FILHO, 2007). Dependendo de alguns fatores, como grupo funcional, tipo, concentração e propriedade química, essas substâncias podem exercer diversos efeitos no meio de atuação, podendo causar influências positivas ou negativas no ciclo de desenvolvimento da comunidade vegetal (BARBOSA et al., 2005; GOLDFARB et al., 2009).

Os efeitos alelopáticos podem também ser influenciados por estresses ambientais, fisiológicos, doenças ou pragas, radiação solar, herbicidas e carências nutricionais. Isto mostra que a alelopatia é regulada por vários fatores, os quais estão intimamente relacionados (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Na maioria dos casos, os metabólitos secundários ocasionam pouca interferência no processo de germinação das culturas, devido ao fato desta ser uma das fases de maior resistência a ação desses compostos químicos. Entretanto, de acordo com testes laboratoriais, na fase em que a raiz primária se encontra em desenvolvimento inicial, esses compostos agem de modo invasivo, podendo promover efeitos favoráveis ou não para o estabelecimento do sistema radicular da planta (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Esses compostos químicos com potencial alelopático, ocorrem de maneira recorrente nos sistemas biológicos, logo, se usado de forma correta, podem ser de extrema utilidade no

manejo de culturas, visando principalmente o controle de plantas invasoras, visto que essas podem causar prejuízos na produtividade de culturas de interesse econômico (GOLDFARB et al., 2009). Sendo assim, se manejado de forma adequada, essas substâncias se consolidam como uma excelente opção de limitar a utilização de defensivos agrícolas no sistema de produção (SEVERINO, 2001).

Contudo, quando falamos em alelopatia, é importante reafirmar que esse é um fenômeno que diverge do processo de competição entre plantas. Na competição, a interferência se dá devido extinção ou redução de fatores essenciais ao desenvolvimento da cultura, tais como luz, água e nutrientes. Logo, com esses recursos escassos, as plantas começam a exercer um potencial competitivo sobre as outras, visando principalmente a sua integridade vegetal (SOUZA et al., 2003; OLIVEIRA JR. et al., 2011). No entanto, a ocorrência desses dois fenômenos de forma simultânea em um só ambiente, pode vir a ocorrer (SILVA, 2017).

2.3.1 Interferências alelopáticas entre culturas de interesse agrícola

No âmbito agrícola, o fenômeno da alelopatia pode ocorrer em diferentes ocasiões. É possível que haja interações entre plantas cultivadas e plantas invasoras e vice-versa, como também das plantas cultivadas para outras culturas de interesse. No entanto, a ocorrência desse fenômeno entre culturas econômicas sobre a comunidade infestante é menos recorrente, devido ao constante melhoramento genético que essas plantas foram submetidas no decorrer dos anos, atribuindo-as menor resistência (SILVA et al., 2007).

De acordo com Rodrigues (2016), as substâncias oriundas do metabolismo secundário das plantas podem desencadear tanto efeitos positivos, quanto negativos. Como exemplo de efeito favorável, pode-se citar a ação estimulante na germinação de sementes, crescimento ou desenvolvimento de plântulas. Mediante estudo, foi observado que os restos vegetais de crotalária e sorgo em consórcio, induzem respostas positivas no crescimento inicial de plântulas de feijoeiro comum (CARVALHO et al., 2012). Renosto et al. (2014), avaliaram o efeito do crambe sobre o crescimento radicular e parte aérea do milho. Como conclusão, atestaram que o extrato da leguminosa estimulou o crescimento da raiz do milho na concentração de 5%, além de não gerar influências no desenvolvimento da parte aérea do mesmo.

Assim como os efeitos favoráveis da alelopatia podem auxiliar no manejo de culturas no campo, os efeitos prejudiciais também servem como base na tentativa de minimizar o insucesso da implantação de alguns cultivos. Em períodos de pouca precipitação, a soja quando cultivada sobre os restos culturais da canola, apresenta menores índices do componente de

rendimento número de legumes por planta (SILVA et al., 2011). De acordo com Tomm (2009), para que isso não venha calhar, é necessário fazer um intervalo de 20 dias entre a colheita de canola e a semeadura da soja ou do milho, a fim de permitir a degradação de compostos alelopáticos existentes na palhada.

Apesar de não ocorrer regularmente, é relevante citar que existem estudos que retratam a utilização da alelopatia no controle de plantas daninhas. A título de exemplo, Corsato et al. (2010), observaram o efeito inibidor da cultura do girassol sobre as sementes de picão-preto. Como conclusão, foi atestado que em concentrações de 40% ou mais, o extrato aquoso das plantas de girassol impossibilitara a germinação das sementes da erva-daninha em questão. Além disso, há outros trabalhos que seguem essa mesma linha de estudo utilizando a cultura da canola, o qual têm apresentado resultados satisfatórios (RIZZARDI et al., 2008).

A aveia e o azevém, segundo Medeiros et al. (1990), propiciam a diminuição da ocorrência de plantas não desejáveis. Outra espécie com efeito inibitório expressivo em plantas invasoras é a *Crotalaria juncea*, planta leguminosa frequentemente empregada como forrageira para adubação verde (CALEGARI et al., 1993). Por sua vez, os exsudatos radiculares oriundos de plantas jovens de sorgo (*Sorghum bicolor*), constituem-se como um potente inibidor da germinação de sementes de caruru, corda de viola, capim-arroz e o capim-rabo-de-raposa (PANASIUK et al., 1986). Segundo Rodrigues (2016), a sorgolone é a substância que atribui essa potencialidade de supressão ao sorgo, conferindo a essa gramínea a possibilidade de ser um herbicida natural (PUTNAM et al., 1983).

Por ser considerada um elemento relevante quando se trata de rotação de culturas (BURIN; VILHORDO, 1986), a alelopatia é muito explorada no âmbito literário. De maneira geral, os estudos mais frequentes são sob a ocorrência de fenômenos alelopáticos entre culturas de interesse agrícola. Isso se dá em virtude de que, ao empregar o sistema de rotação de culturas ou até mesmo o cultivo consorciado, juntamente com o plantio direto, pode ocorrer a liberação de alguns compostos com potencial de inibição pelas plantas cultivadas anteriormente na área, gerando dessa forma, interações na cultura subsequente (GIRARDELI, 2020).

Scheeren (2018), realizou um estudo no intuito de avaliar o potencial alelopático de extrato aquoso de trigo sobre cultivares de soja. Como resultado, atestou que houve diminuição no percentual germinativo e no crescimento das plântulas. Já Lira et al. (2010), observaram os efeitos de três espécies forrageiras utilizadas como cobertura do solo de inverno (azevém, triticale e nabo forrageiro), na germinação e no crescimento inicial da soja, obtendo como resposta uma diferença significativa no comprimento médio de raiz da leguminosa quando submetida aos tratamentos com triticale.

A partir de avaliações, Correia et al. (2005), constataram o potencial alelopático de espécies de sorgo sobre o desenvolvimento de plântulas de soja. Ademais, Spiassi et al. (2011), aferiram os impactos da cobertura de nabo, aveia, crambe, cártamo e canola sobre o crescimento inicial de milho. Como conclusão, a canola e cártamo apresentaram efeito positivo, já o crambe, nabo e aveia tiveram efeito negativo sobre o crescimento inicial das plântulas de milho.

Dessa forma, compreender o mecanismo da alelopatia, bem como suas interações inter e intraespecíficas das plantas e microrganismos envolvidos no complexo, é de suma importância no que tange a rotação de cultura em uma área agrícola. Os conhecimentos a cerca desse assunto auxiliam o produtor na hora de determinar as espécies mais adequadas a compor o sistema de rotação e/ou consorciação de culturas. Além disso, o entendimento a respeito dos compostos alelopáticos podem ser de grande importância na identificação de problemas no estabelecimento de determinadas plantas nas lavouras (VILELA, 2006).

2.3.1.1 Alelopatia de soja sobre outras espécies

No período de verão, o Brasil tem como principal espécie de exploração econômica a cultura da soja. Commodity agrícola de grande segmento industrial, essa leguminosa é responsável por agregar renda e elevar o saldo comercial de muitos produtores, além de estimular a economia brasileira (BARBOSA; ASSUMPTÃO, 2001; NOZAKI; TOMAZELLI, 2014).

Depois de colhida, a cultura da soja deixa sob o solo quantidades significativas de restevas. Neste sentido, Goldfarb et al. (2009), complementam que, do ponto de vista químico os restos culturais atuam com o seu potencial alelopático, uma vez que, essa biomassa libera para o meio substâncias químicas, que dependendo de sua concentração, podem proporcionar a supressão da cultura subsequente, sendo este no sistema plantio direto, mais acentuado (OLIBONE et al., 2006).

No âmbito da literatura, são escassos os dados que retratam o possível potencial alelopático da soja sobre outras culturas de interesse econômico. No entanto, mediante estudos, Young et. al (1989), constataram que a resteva de plantas de soja e azevém podem ocasionar dificuldades no desenvolvimento das raízes do milho em aproximadamente 34% (ALSAADAWI, 1999). Além disso, Barreto et. al (2011), ao avaliarem o efeito do extrato aquoso da palhada oriunda do caule e raiz da soja sobre a germinação, crescimento radicular e foliar de canola e crambe, obtiveram como resultado a atenuação do comprimento radicular na canola. Todavia, o extrato não gerou influências sobre a sua germinação. Já em relação ao

crambe, a germinação foi reduzida, e o comprimento da radícula foi menor. Ademais, nos dois casos, o desenvolvimento foliar foi superior as testemunhas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado no experimento foi inteiramente casualizado (DIC) fatorial (2 tecnologias X 6 concentrações), com 12 tratamentos e quatro repetições, como apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Tecnologia	Concentração
T1	RR	0%
T2	RR	1%
T3	RR	2,5%
T4	RR	5%
T5	RR	7,5%
T6	RR	10%
T7	INOX	0%
T8	INOX	1%
T9	INOX	2,5%
T10	INOX	5%
T11	INOX	7,5%
T12	INOX	10%

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

As unidades experimentais (UEs) foram constituídas por caixas de Gerbox confeccionadas em poliestireno cristal transparente (11 x 11 x 3,5 cm), gerando um total de 48 UEs. Em cada caixa, foram posicionadas de maneira equidistantes 25 sementes de canola, resultando em um total de 48 caixas e 1200 sementes.

Em cada uma das tecnologias da cultura da soja (RR[®] e INOX[®]) foram adicionadas as concentrações do extrato (1%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%), com exceção da testemunha, a qual foi adicionada somente água destilada.

3.2 COLETA DO MATERIAL

As folhas de soja da cultivar TMG 7062 IPRO, com tecnologia INOX[®], foram coletadas em uma lavoura comercial na localidade de Linha Cristo Rei (28°11'08,1" S; 54°21'40,4" O, 331 m), distrito rural do município de Santo Ângelo, Rio Grande do Sul. Já as folhas de soja, cultivar BRS 5601 RR, com tecnologia RR[®], foram coletadas na localidade rural de Carajazinho

(28°27'39.9"S 54°20'41.0"W, 319 m), pertencente ao município de Entre-Ijuís, Rio Grande do Sul.

Nessas regiões, o tipo de solo predominante é classificado como Latossolo Vermelho, de acordo com a Unidade de Mapeamento Santo Ângelo. São solos homogêneos, profundos e de alto grau de intemperismo, com ocorrência mais acentuada na região do Planalto Médio e das Missões (STRECK et al., 2018).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima predominante é o subtropical úmido (Cfa). Além disso, a região possui altos índices pluviométricos (ALVARES et al., 2013).

3.3 TESTES LABORATORIAIS

Desde a secagem das folhas de soja até as avaliações, todos os procedimentos foram realizados no laboratório de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Cerro Largo*, no período de abril a maio de 2021.

3.3.1 Preparo do extrato aquoso

Para a preparação dos extratos brutos aquosos, foram utilizados materiais de soja de diferentes tecnologias (INOX[®] e RR[®]), ambas no estágio fenológico R5, ou seja, na fase de enchimento de grãos.

Após a coleta, os materiais vegetais foram secos em Estufa de Secagem e Esterilização Modelo SL-100, à uma temperatura de 50 °C. Aproximadamente 72 horas depois, com o material já seco, foi realizado a moagem do mesmo, no Moinho de Facas tipo Willey.

Com o auxílio de um liquidificador, foram misturados 80 gramas de cada material já moído à 720 ml de água destilada e, posteriormente filtrado com gazes, com o intuito de eliminar as partículas de maior tamanho. Nesse processo, originou-se o extrato bruto aquoso de concentração 10%. É importante salientar que, o liquidificador foi usado somente para incorporar a massa vegetal à água destilada, para que dessa forma, o conteúdo resultante dessa mistura fosse o mais homogêneo possível.

As demais concentrações de extratos foram produzidas por meio de dissoluções do extrato à 10%, portanto:

150 ml de extrato 10% + 50 ml de água destilada = extrato de concentração 7,5%

100 ml de extrato 10% + 100 ml de água destilada = extrato de concentração 5%

50 ml de extrato 10% + 150 ml de água destilada = extrato de concentração 2,5%

20 ml de extrato 10% + 180 ml de água destilada = extrato de concentração 1%

Houve, ainda, um tratamento que recebeu apenas água destilada, como testemunha.

3.3.2 Germinação e desenvolvimento das plântulas

O teste de germinação foi realizado no laboratório, implantado no dia 5 de abril de 2021, em estufa incubadora do tipo B.O.D, sem exposição a fotoperíodo e à uma temperatura controlada de 20°C. Seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), para superar dormência das sementes de canola, foi necessário submetê-las a um pré-resfriamento de 5-10°C por um período de até sete dias.

No primeiro momento, as caixas foram higienizadas com hipoclorito de sódio à 1% (NaClO). Posterior a isso, 25 sementes foram posicionadas de modo equidistante sobre duas folhas de papel “germitest”, umedecido com 7 ml de água destilada ou extrato bruto aquoso de folhas de soja.

Não houve a necessidade de selar as caixas Gerbox com plástico filme (PVC), visto que, elas seriam abertas diariamente para aferição mais precisa do progresso da germinação. Todas as avaliações foram realizadas segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Após a implantação, houve o acompanhamento diário da evolução das sementes, com o intuito de observar a velocidade de germinação das mesmas em seus respectivos tratamentos. Também, foi verificado o bom funcionamento da estufa incubadora do tipo B.O.D., a fim de garantir as condições ideais de germinação, principalmente a respeito da temperatura. A temperatura e a umidade relativa do ar interno da incubadora foram medidas a cada 30 minutos, utilizando um datalogger de temperatura e umidade marca Instrutemp, Modelo ITLOG90.

3.4 AVALIAÇÕES

3.4.1 Variações de temperatura e umidade do ar

O estabelecimento de padrões na avaliação, bem como o bom funcionamento da estufa incubadora do tipo B.O.D., são elementos primordiais para que haja maior precisão na coleta dos dados, atribuindo desta forma, percentuais superiores de qualidade e confiabilidade ao experimento (ÁVILA et al., 2005). À vista disso, foi implantado um datalogger, que realizou

575 medições de temperatura e umidade relativa do ar, a cada 30 minutos, no decorrer do experimento.

Segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), a temperatura indicada para realizar testes de germinação de sementes de canola varia entre 20 e 30°C, sem haver necessidade de exposição à fotoperíodo. Desta forma, a estufa incubadora do tipo B.O.D foi ajustada em uma temperatura constante de 20°C.

3.4.2 Porcentagem de germinação

As avaliações da germinação das sementes de canola foram diárias, sendo iniciada no primeiro dia após a instalação do teste e encerrada no 12º dia, após a estabilização da germinação, com as sementes consideradas germinadas quando apresentaram emissão de radícula de, no mínimo, 2 mm de comprimento (BRASIL, 2009; YAMASHITA, GUIMARÃES, 2011).

No último dia de avaliação, foi realizado o cálculo da porcentagem de germinação sob as diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja nas tecnologias INOX® e RR®.

De acordo com Brasil (2009), a fórmula utilizada para realizar o cálculo foi a seguinte:

$$G = (N/A) * 100$$

Onde:

G = Porcentagem de germinação;

N = Número total de sementes germinadas no final do experimento;

A = Número total de sementes colocadas para germinar;

3.4.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Através da mensuração diárias do número de plântulas, a porcentagem de germinação foi representada a partir do somatório das plântulas obtidas durante as contagens em função do número total de sementes colocadas para germinar. Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG), este foi calculado de acordo com Maguire (1962):

$$IVG: N1/1 + N2/2 + N3/3 + \dots + Nn/n$$

Onde:

IVG = Índice de Velocidade de Germinação;

Nn = números não acumulados de sementes germinadas ao primeiro, segundo...
enésimos dias após a instalação do experimento;

n = número de dias após a instalação do experimento.

3.4.4 Comprimento e massa fresca de plântulas

Quando as plântulas estabilizaram a emergência por três dias, foi realizada a medição individual com o auxílio de uma régua milimétrica, a fim de determinar o tamanho em centímetros da raiz, bem como da parte aérea. Ademais, cada unidade experimental foi submetida a uma pesagem em balança analítica para a determinação da massa fresca total das plântulas, sendo expresso o resultado em gramas.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

Os resultados foram analisados no software SISVAR, por meio de ANOVA em 5% de probabilidade de erro e, em caso de significância, foram realizadas análises de regressão e comparação de médias pelo teste de Scott-Knot.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE DO AR

Com base na mensuração dos dados realizadas a cada 30 minutos, foi possível obter a média da temperatura e da umidade relativa do ar no decorrer dos 12 dias de avaliações, sendo 22,1°C e 55,8 respectivamente. De acordo com a Figura 1, pode-se notar que houve variações de temperatura e umidade do ar ao longo dos dias, e isso pode ser atribuído à necessidade da abertura diária da estufa para o acompanhamento da germinação das sementes. Além disso, no antepenúltimo dia das avaliações houve uma interrupção no fornecimento de energia elétrica dos laboratórios da Universidade, motivo este que justifica as maiores alternâncias nas variáveis de temperatura e umidade do ar.

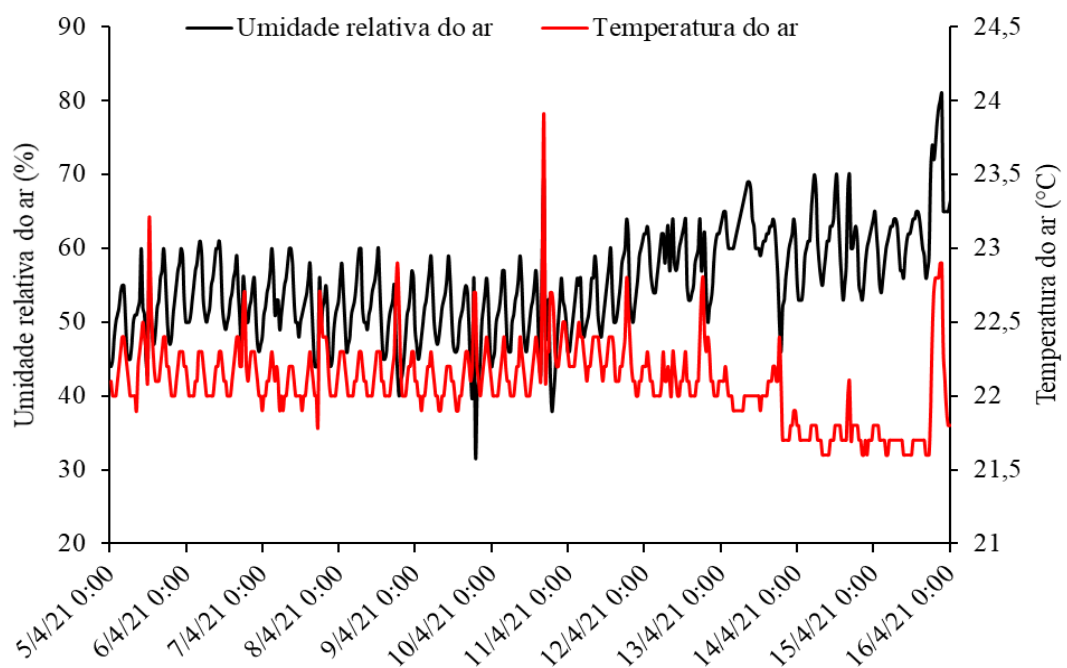


Figura 1 - Variações de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no interior da Estufa Incubadora ao longo do experimento. Fonte: Autora (2021).

As avaliações seguiram um mesmo padrão de horário, todas ocorrendo por volta das 17:00 horas de cada dia. Desta forma, é possível observar a ocorrência de picos de temperatura do ar, sendo o maior atingido no sexto dia após a implantação do experimento, chegando a 23,9°C. Já quanto a menor temperatura do ar, foi atingida no último dia do experimento, ficando em torno de 21,5°C. Em relação a umidade relativa do ar, a percentagem máxima foi constatada no

penúltimo dia, atingindo 81%, e a menor percentagem foi de 32%, observada no quinto dia após a implantação do experimento.

4.2 GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Os extratos brutos aquosos de folhas de soja das tecnologias INOX® e RR® expressaram efeitos significativos sobre a germinação das sementes de canola, sendo possível verificar diferenças entre as concentrações dos extratos utilizados (Figura 2). É possível observar que em ambas as tecnologias, INOX® e RR®, a testemunha se sobressaiu, germinando um dia após a implantação do experimento. No extrato de concentração à 1%, a germinação também ocorreu um dia após a implantação, no entanto, diferindo da testemunha em relação ao menor índice de velocidade de germinação.

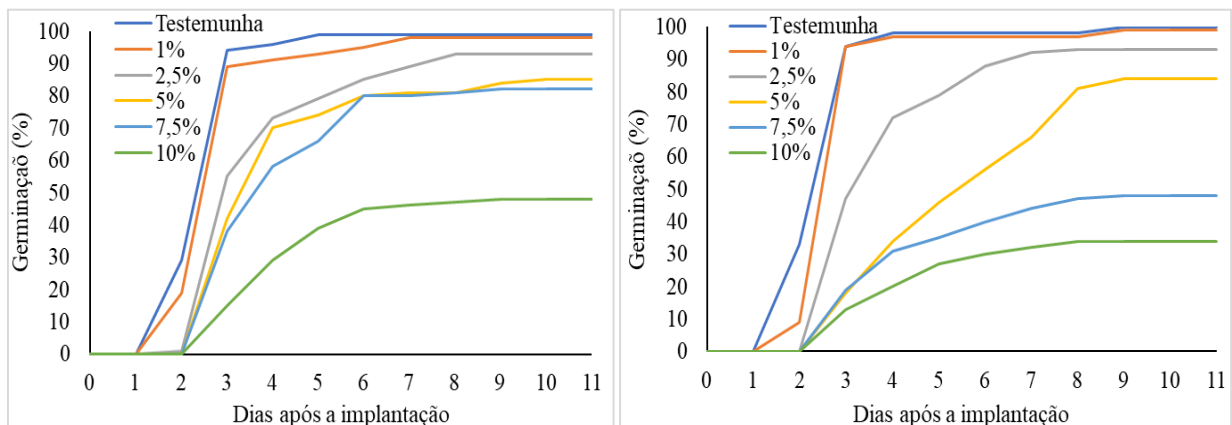


Figura 2 - Porcentagem de germinação de sementes de canola em função da concentração de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (esquerda) e RR® (direita), respectivamente. Fonte: Autora (2021).

Nas concentrações de 2,5%, 5%, 7,5% e 10% de EBA de folhas de soja das duas tecnologias, a germinação deu-se a partir do segundo dia após a semeadura, no entanto, quanto maior a concentração do extrato, menor a germinação, e consequentemente, menor o IVG das sementes. Nesse sentido, Both (2017), também constatou que ao submeter sementes de soja aos extratos aquosos de canola, trigo e aveia preta, é possível visualizar atrasos na germinação nos tratamentos de maiores concentrações, portanto, a gradual diminuição da germinação das sementes. Ademais, é possível verificar na Figura 2, que as unidades experimentais submetidas aos tratamentos de diferentes concentrações do extrato de soja RR® foram as que tiveram um maior atraso na porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação.

A porcentagem de germinação das sementes de canola nos tratamentos com soja INOX® foi de 84%, já o percentual de germinação das sementes de canola nos tratamentos

com soja RR® foi de 76%. Referente ao índice de velocidade de germinação, os resultados foram 40 e 34, respectivamente (Figura 3).

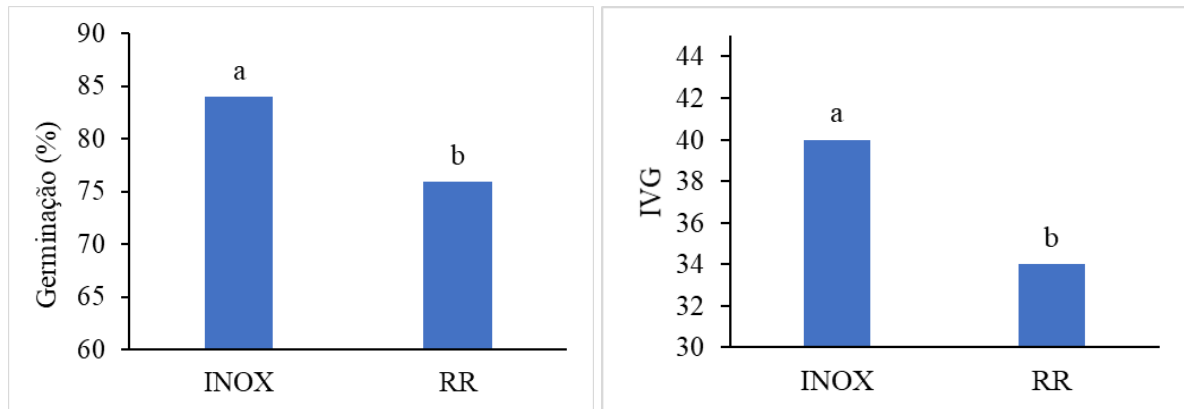


Figura 3 – Médias de porcentagem de germinação (direita) e índice de velocidade de germinação (IVG) (esquerda) das sementes de canola nas diferentes tecnologias (INOX® e RR®). Médias acompanhadas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knot em 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2021).

Em relação a massa fresca, o EBA de folhas de soja RR® apresentou menor efeito sobre as plântulas em comparação com o INOX®, resultando em uma média de 0,463 e 0,307 gramas, respectivamente (Figura 4). O comprimento de parte aérea não apresentou diferença significativa, outrossim o comprimento de raiz das plântulas se mostrou maior no extrato INOX® (figura 5).

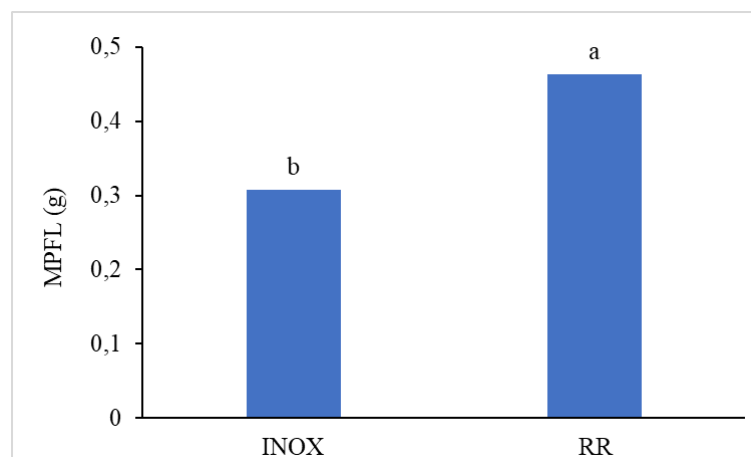


Figura 4 - Médias de massa fresca (MFPL) das plântulas canola nas diferentes tecnologias (INOX® e RR®). Médias acompanhadas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knot em 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2021).

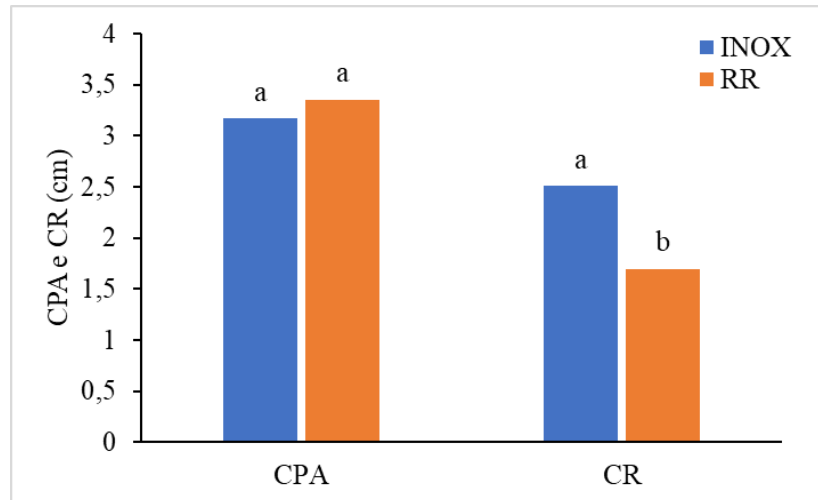


Figura 5 – Médias do comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) das plântulas canola nas diferentes tecnologias (INOX® e RR®). Médias acompanhadas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knot em 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autora (2021).

Neves et al. (2017), constataram interferência estatística do extrato aquoso de soja sob a massa fresca e comprimento radicular de raízes de cártamo, resultando em efeito estimulante para a germinação. Além disso, notou-se que o comprimento de parte aérea não obteve diferença estatística, sendo semelhante ao comportamento da canola neste trabalho.

4.3 GERMINAÇÃO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

Após análise estatística verificou-se efeito alelopático significativo das concentrações, bem como da tecnologia utilizada em relação à porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) da cultura da canola. Como pode-se observar na Figura 5, quanto maior a concentração do extrato bruto aquoso, menor é a porcentagem de germinação das plântulas, sendo o tratamento à 10% o que promoveu reduções mais significativas na porcentagem de germinação em ambas as tecnologias.

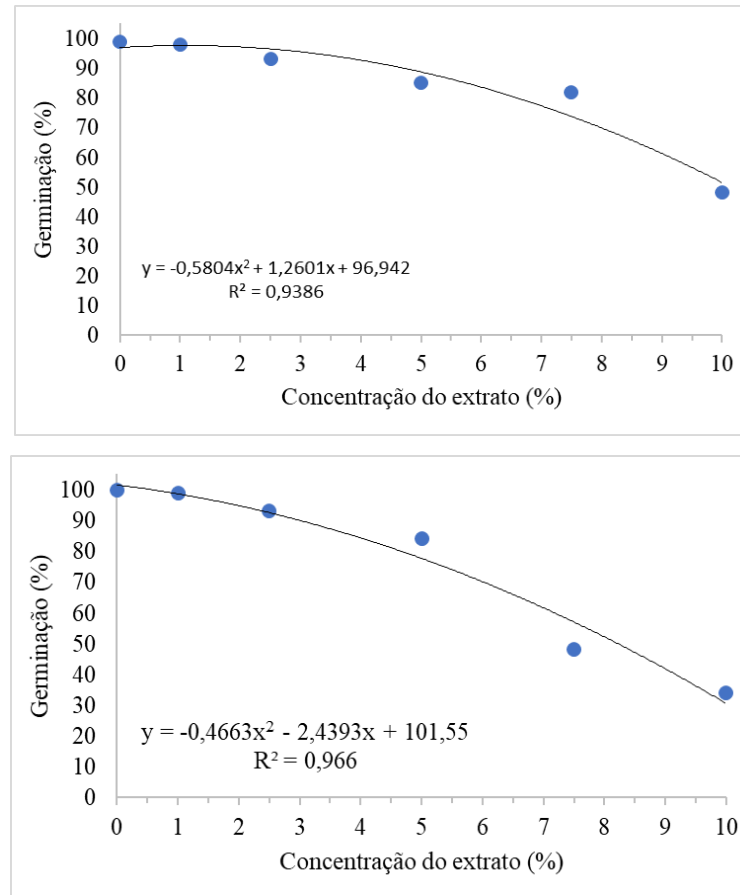


Figura 6 - Porcentagem de germinação da cultura da canola submetida a diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).

A germinação das sementes de canola nos tratamentos submetidos ao EBA de folhas de soja da tecnologia INOX® (Figura 6) foi reduzida significativamente quando exposta a concentração a 10%, apresentando uma germinação de 48%, enquanto a testemunha mostrou uma germinação de 99%.

Segundo Gonzalez et al (2002), na decorrência do processo de germinação, juntamente com a água, pode haver a entrada de substâncias alelopáticas capazes de influenciar a multiplicação ou crescimento das células, podendo também interferir negativamente na germinação. Nesse sentido, Barreto et al. (2011), constataram que ao submeter sementes de crambe a germinar sob diferentes concentrações de extrato de soja, o percentual germinativo das mesmas diminuía conforme aumentava os teores do extrato. Desta forma, o tratamento exposto a concentração a 20% apresentou uma germinação de 19%, e a testemunha mostrou uma germinação de 68%.

Os tratamentos com a tecnologia RR® (Figura 6), apresentaram o mesmo padrão comportamental da tecnologia INOX®, com a testemunha completamente germinada (100%) e as sementes expostas ao extrato a 10% de concentração com percentual germinativo de 34%.

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram retratados por Wandscheer e Pastorini (2008), ao realizarem um experimento com diferentes extratos de nabiça sobre a germinação de sementes de alface. No estudo em questão, quanto maior a concentração do extrato, maior foi o efeito inibitório nas sementes, principalmente nos extratos de folhas que chegaram a reduzir mais de 50% da germinação. Similarmente, extratos de caules e folhas de *A. humilis* na maior concentração, também são capazes de ocasionar influências negativas na porcentagem de germinação de sementes de alface (PERIOTTO et al., 2004).

Corsato et al. (2010), ao avaliarem o efeito alelopático exercido pelo extrato aquoso de folhas verdes de girassol sobre a germinação das sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de soja e picão preto, verificaram que a concentração do extrato aquoso do girassol (40%), inibiu totalmente a germinação das sementes de picão-preto. Quanto a soja, a porcentagem de germinação das sementes foram reduzidas quando aplicadas à maiores concentrações do extrato aquoso (80 e 100%).

Se tratando do índice de velocidade de germinação, Rizzardi et al. (2018), salientam que quando comparado ao percentual de germinação, o IVG se torna um indicador mais sensível dos efeitos alelopáticos, uma vez que, permite a observação desses efeitos ao longo do processo de germinação e emergência e não somente ao final dela. Desta forma, avaliar esse parâmetro do processo germinativo é um meio consistente de observar como as substâncias inibidoras influenciam no padrão de germinação (FERREIRA; ÁQUILA., 2000).

Encontrou-se efeito significativo do extrato bruto aquoso das folhas de soja sobre o índice de velocidade de germinação da canola, havendo interação entre as tecnologias, bem como das diferentes concentrações. A análise de regressão indicou relação polinomial do índice de velocidade de germinação das sementes de canola (Figura 7) nas tecnologias INOX® e RR® em função dos diferentes tratamentos.

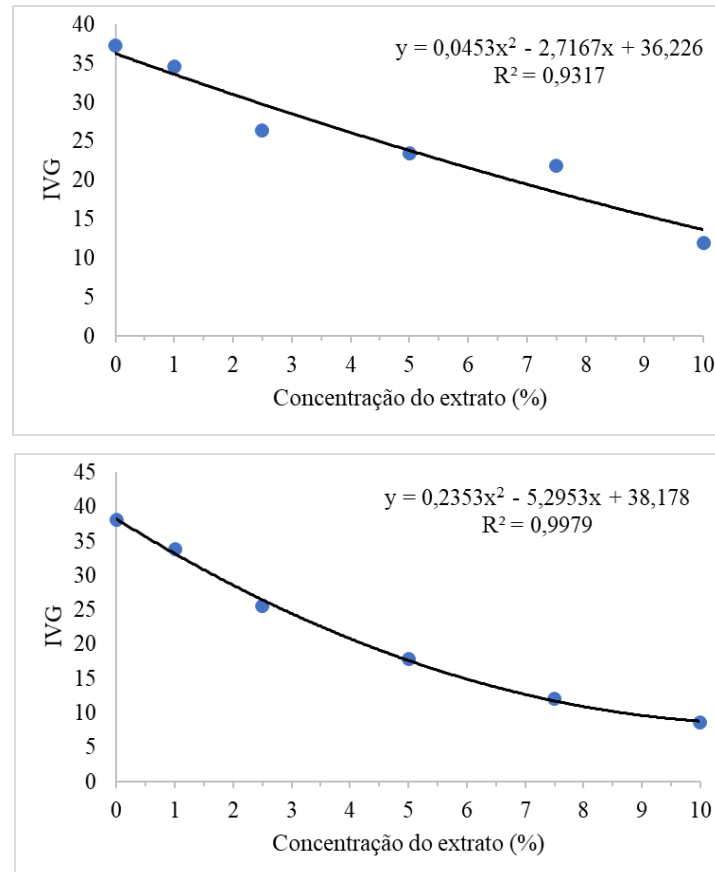


Figura 7 - Índice de velocidade de germinação da cultura da canola sob diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).

Em geral, o índice de velocidade de emergência diminuiu à medida que houve incremento nas quantidades de extrato. Na tecnologia INOX® (Figura 7), o IVG da testemunha foi de 37, e no extrato a 10% o índice decaiu para 12. Já na tecnologia RR®, nos tratamentos submetidos ao extrato de 10%, o IVG foi de 9, e a testemunha apresentou índice de 38.

Ducca e Zonetti (2008), em estudo a fim de avaliar o efeito alelopático do extrato aquoso de aveia-preta na germinação e desenvolvimento da soja, constataram que o material oriundo da gramínea gerava influências sob o índice de velocidade de germinação da soja, uma vez que a testemunha teve todas as sementes germinadas em menor tempo se comparado aos tratamentos com extratos de folhas frescas e secas.

No mesmo sentido Scheren et al. (2014), relataram redução na velocidade de germinação de milho em extratos aquosos de diferentes concentrações de tubérculos/rizoma e de parte aérea de *Cyperus rotundus*. Já em estudo com cultivares de soja, Nunes et al. (2003), também observaram reduções no índice de velocidade de germinação com o aumento na massa de palha de sorgo por área.

4.4 MASSA FRESCA DE PLÂNTULAS

Mediante à análise estatística, a variável massa fresca das plântulas apresentou resultado significativo para ambas as tecnologias, bem como para as concentrações de EBA de folhas de soja, havendo interação entre as mesmas. Conforme nota-se na Figura 8, em decorrência do aumento da concentração do extrato de folhas de soja INOX®, não se obteve acentuadas diferenças em relação a massa fresca das plântulas. Resultados semelhantes foram observados por Carmo et al. (2007), ao avaliarem o potencial alelopático de extratos de folhas e cascas de tronco de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer) sobre a cultura do sorgo. Como resultado, foi constatado que o extrato provocou aumento da massa fresca de raízes das plântulas de sorgo, sem ocasionar influências na massa fresca da parte aérea.

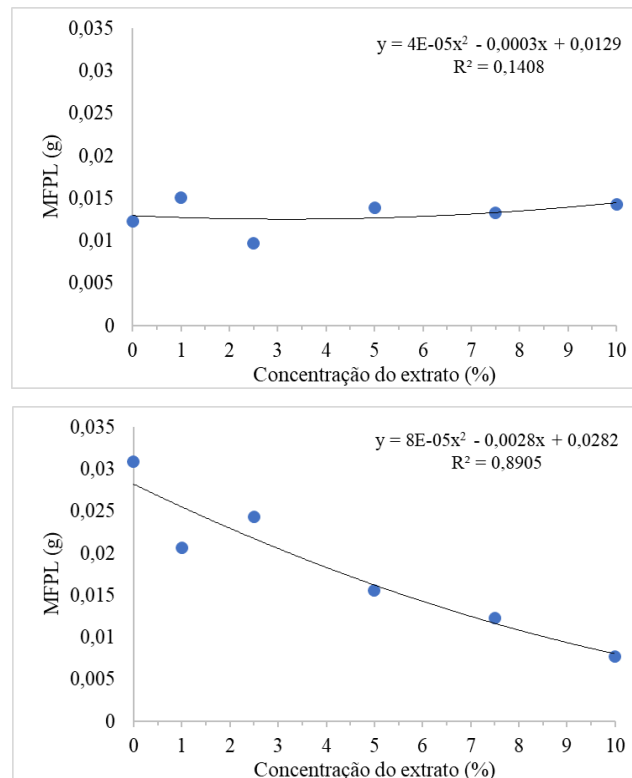


Figura 8 - Massa fresca das plântulas de canola sob diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).

A concentração de EBA que mais gerou efeitos negativos sobre a massa fresca de plântulas de canola foi à 2,5%, com total de 0,00967g. Já a concentração que proporcionou maiores incrementos na pesagem foram os tratamentos submetidos ao extrato a 1%, com um resultado de 0,01506g. Gatti et al. (2004), citaram que estas alterações podem ser ocasionadas por conta de um investimento diferenciado de matéria orgânica, ou na raiz e na parte aérea,

influenciado diretamente pelo tipo e concentração do extrato. Desta forma, é possível que a tecnologia das folhas de soja possa ter influenciado nos resultados obtidos neste trabalho.

Ainda na figura 8, podemos observar que devido ao aumento da concentração de extrato na cultivar RR houve um decréscimo de 24,9% na massa fresca se compararmos a testemunha ao tratamento submetido ao EBA a 10% de concentração, uma vez que esses apresentaram 0,0308g e 0,0077g, respectivamente. Na avaliação feita por Silva (2021), foi observada reduções na massa fresca das plântulas conforme o aumento da concentração do extrato aquoso de capim aruana sobre a variável massa fresca das plântulas de aveia, azevém e trigo.

É perceptível notar um incremento de massa fresca no tratamento submetido ao EBA a 2,5%. Esse comportamento pode ser explicado por conta da atividade de uma fitotoxina ser variável conforme a concentração de extrato, bem como da resposta da planta receptora a essa substância, ou seja, a reação de inibição de um determinado composto químico não é constante, estando assim relacionado com a suscetibilidade da planta receptora (SOUZA FILHO et al., 2010).

4.5 COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA

O comprimento de parte aérea após a análise estatística mostrou-se não significativo para a tecnologia das folhas de soja, com Coeficiente de Variação de 19,00. Entretanto, em relação às concentrações do extrato bruto aquoso e a interação entre as variáveis, o resultado foi relevante. Na cultivar INOX®, pode-se notar uma intensificação no comprimento da parte aérea em função da concentração do extrato, no entanto, esse aumento ocorre até a concentração à 2,5%, onde as plântulas apresentaram média de 4,7 cm. Ademais, à medida que o teor do extrato aumenta, observa-se atenuações no comprimento de parte aérea, decaindo para 2,3 cm nos tratamentos submetidos ao extrato de maior concentração (10%).

Segundo Pires et al. (2001), esse incremento e posterior decréscimo pode ser explicado em razão da parte aérea ser menos susceptível a influências de extratos do que a parte radicular das plantas, o que sustenta o apresentado na figura abaixo (Figura 9).

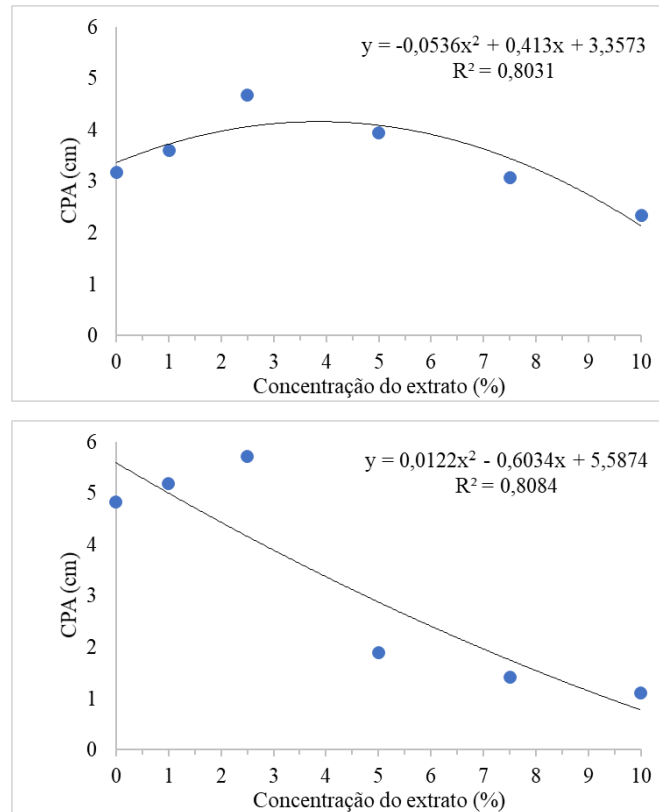


Figura 9 - Comprimento da parte aérea das plântulas de canola sob diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).

Nesse mesmo sentido, Freitas e Viacelli (2011), ao avaliarem a interferência alelopática de azevém na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de trigo, constataram que o melhor resultado foi oriundo da concentração de 10%, que apresentou altura de 8,7cm. Já nos extratos de concentração 15 e 20%, o comprimento da parte aérea foi decaindo. Desta forma, pode-se afirmar que o extrato à 10% de azevém induziu o crescimento da parte aérea das plântulas de trigo.

Para a tecnologia RR®, notou-se uma diminuição do comprimento de plântulas em função do EBA (Figura 9). No entanto, similarmente ao ocorrido nos tratamentos da tecnologia INOX®, a concentração de EBA à 2,5% foi a que mais proporcionou incrementos no comprimento da parte aérea nas plântulas de canola, resultando em uma média de 5,7 cm, diferenciando estatisticamente da testemunha e das demais concentrações.

É importante citar que, a interferência do extrato se dá de formas diferentes dependendo das cultivares, visto a grande variabilidade genética das cultivares e substâncias liberadas pelo extrato aquoso das folhas de soja (AOKI et al. 1997). Também, Oliveira et al. (2004), relatam que não se pode assegurar se a redução do crescimento da parte aérea é fruto da ação direta dos aleloquímicos, ou resultante da diminuição do crescimento da parte radicular das plântulas.

4.6 COMPRIMENTO DE RAIZ

A avaliação estatística do efeito alelopático das concentrações dos extratos das diferentes tecnologias sobre o comprimento da raiz apresentou resultado significativo, no entanto, não houve interação entre as variáveis, uma vez que o Coeficiente de Variação apresentou valor de 27,74.

Quando tem-se Coeficiente de Variação inferior a 10% significa que os dados analisados foram homogêneos. Caso oscilarem de 10 a 20%, os dados são considerados médios e de boa precisão, de 20 a 30% de baixa precisão, e quando superiores a 30, são considerados dados de muito baixa precisão (PIMENTEL GOMES, 2000).

O comprimento da raiz das plântulas de canola sob os diferentes extratos de folhas de soja da tecnologia INOX® exibiram uma linha de tendência de diminuição na medida em que a concentração do extrato aumentava (Figura 10). Entretanto, pode-observar que o comprimento radicular foi estimulado em algumas concentrações, como é o caso das concentrações 2,5% e 7,5%. A concentração de extrato aquoso que gerou maior redução no comprimento radicular foi a 5%. Neste sentido, Aoki et al. (1997), enfatizam que a força dos efeitos alelopáticos é diretamente ligado à concentração das substâncias, o que se confirma neste trabalho, uma vez que algumas concentrações estimulam e outras inibem o crescimento radicular.

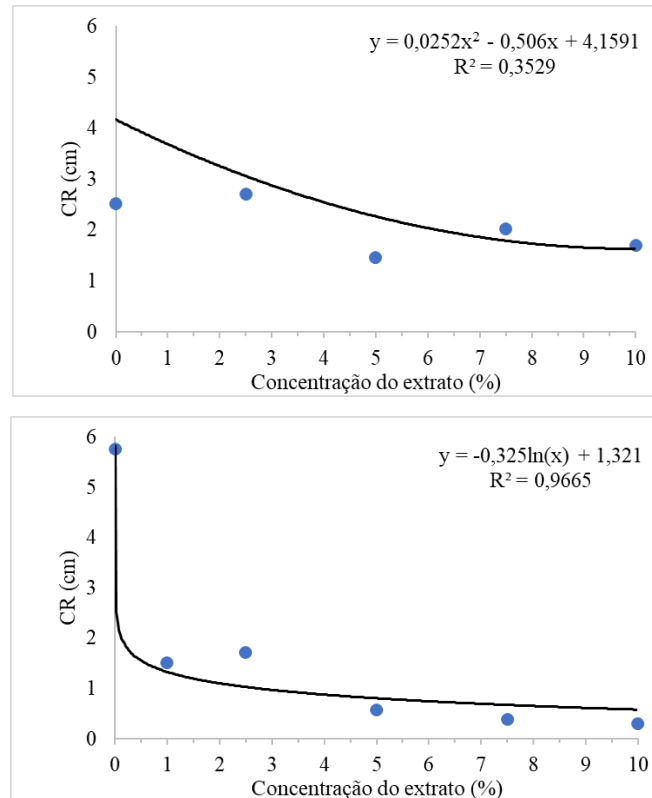


Figura 10 - Comprimento radicular das plântulas de canola sob diferentes concentrações de extrato bruto aquoso de folhas de soja da tecnologia INOX® (acima) e RR® (abaixo). Fonte: Autora (2021).

Tratando-se da tecnologia RR®, quanto maior a concentração dos extratos, menor foi o comprimento da raiz emitida pelas plântulas, mostrando assim que o extrato aquoso de folhas de soja da tecnologia RR® nas concentrações acima de 5% apresenta efeito negativo nesta variável como observado na Figura 10.

Também, pode-se notar que no tratamento submetido ao extrato de 2,5%, houve um incremento de 0,2 cm perante o extrato a 1% no comprimento radicular das plântulas de canola. Resultados semelhantes foram observados por Barreto et al. (2011), ao avaliarem os efeitos alelopáticos de extratos de soja sobre a sobre germinação, crescimento folhar e radicular de crambe e canola. No estudo em questão, os autores observaram uma tendência de que, com o aumento da concentração do extrato da soja, ocorre uma redução significativa do crescimento da radícula da canola, no entanto, pode-se verificar que no extrato a 5%, ouve um pequeno incremento na parte radicular das plântulas.

Nesse mesmo sentido, Rosa et al. (2011), constataram situação similar ao avaliarem o efeito alelopático de *Panicum maxim* cv *colonião* sobre sementes de alface, uma vez que a concentração de 20% reduziu pela metade o tamanho da radícula das plântulas. Já se tratando do efeito alelopático de extrato aquoso de Capim Aruana sobre a germinação de azevém, trigo e aveia, por meio de um estudo realizado por Silva (2021), foi possível observar que quanto

maior a concentração do extrato aquoso menor foi o comprimento das radículas das plântulas, sendo a dose de 10% a que promoveu maior redução no tamanho das raízes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a cultura da canola, foi constatado que os extratos brutos aquosos de folhas de soja das tecnologias INOX® e RR® ocasionaram reduções na porcentagem de germinação, bem como no índice de velocidade de germinação (IVG). Ademais, também promoveram decréscimos no comprimento radicular das plântulas.

Em relação ao comprimento da parte aérea, foi observado que os tratamentos submetidos ao EBA de concentração 2,5% em ambas as tecnologias tiveram maior desenvolvimento de plântulas perante a testemunha e os demais tratamentos.

Quanto a massa fresca, foi possível observar reduções dos tratamentos sob extratos das folhas de soja da tecnologia RR®, não havendo diferenças significativas na tecnologia INOX®.

Para comprovar que o extrato aquoso das diferentes tecnologias de soja apresenta efeito alelopático sobre a espécie estudada, sugerem-se estudos a campo para verificação da intensidade desse efeito.

6 REFERÊNCIAS

- ALLELOPATHY JOURNAL. **Allelopathy**. 2019. Disponível em: <http://www.allelopathyjournal.org/allelopathy/>. Acesso em: 23 jan. 2021.
- ALSAADAWI, I. S. **Research on allelopathy in Iraq**. In: NARWAL, S.S. (Ed.) *Allelopathy Update*. Enfield, Science Pub., 1999. v.1, p.185-197.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- AMARAL, V. M. G. **A importância da soja como alimento funcional para qualidade de vida e saúde**. 2006. 71 f. 2006. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade)–Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ANTUNES, J. M. **Produção de canola cresce 36% no Brasil**. EMBRAPA – Notícias. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18379088/producao-de-canola-cresce-36-no-brasil>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- AOKI, T. et al. Biologically active clerodone-type diterpene glycosides from the root–stalks of **Dicranopteri Pedata**. *Phytochemistry*, New York, v. 46, n. 5, p. 839-844, 1997.
- ÁVILA, M. R. et al. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, p. 62-70, 2005.
- AVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P. Adubação potássica em canola e seu efeito no rendimento e na qualidade fisiológica e sanitária das sementes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.4, p.475-481, 2004.
- BAIER, C. A.; FLOSS, E. L.; AUDE, M. S. As Lavouras de Inverno 1 – Aveia, Triticale, Centeio, Alpiste, Colza. **Publicações Globo Rural**, 1998.
- BARBOSA, L. C. A.; MALTHA, C. R. A.; DEMUNER, A. J.; GANEM, F. R. Síntese de novas fitotoxinas derivadas do 8-oxabicyclo[3.2.1]oct-6-en-3-ona. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 444-450, 2005.
- BARBOSA, M. Z.; ASSUMPÇÃO, R. de. Ocupação territorial da produção e da agroindústria da soja no Brasil, nas décadas de 80 e 90. **Informações econômicas**, v. 31, n. 11, p. 7-16, 2001.
- BARRETO, B. C. P. et al. Interferência alelopática de extrato da soja sobre sementes de canola e crambe. **Revista Cultivando o Saber**, v. 4, n. 2, p. 188-198, 2011.
- BARRETO, B. C. P. et al. Interferência alelopática de extrato da soja sobre sementes de canola e crambe. *Revista Cultivando o Saber*, v. 4, n. 2, p. 188-198, 2011.

- BARROS, L. **Conheça a cultura da canola e suas principais pragas**. BASF - We create chemistry. 2018. Disponível em: <https://blogagro.basf.com.br/conheca-a-cultura-da-canola-e-suas-principais-pragas-788/n>. Acesso em: 16 jan. 2021.
- BERTOL, T. M.; MAZZUCO, H. Farelo de canola: uma alternativa proteica para alimentação de suínos e aves. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 56 p. (**EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 55**).
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. A soja no Brasil: história e estatística. Londrina, PR. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, Documentos, 21. 1987. p. 61.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BUONAFINA, J. **Produtividade agropecuária do Brasil é uma das que mais crescem, diz estudo**. 2017. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/201705/produtividadeagropecuaria-do-brasil-e-uma-das-que-mais-crescem-diz-estudo>>. Acesso em: 27 mai. 2021.
- BURIN, M. E.; VILHORDO, B. W. Efeito alelopático do extrato de Colza (*Brassica Napus*, L. var. *olifera* Metzg) sobre germinação de sementes de trigo, soja e tomate. **Agronomia Subriograndense**, v.22, n.1, 1986.
- CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. 346 p.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola Grower's Manual**. Disponível em: <https://www.canolacouncil.org/>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- CARDOSO, R. M. L.; OLIVEIRA, M. A. R.; LEITE, R. M. V. B. C.; BARBOSA, C. J.; BALBINO, L. C. **Doenças de canola no Paraná**. Londrina: IAPAR; Cascavel: COODETEC, 1996. 28p. (**IAPAR. Boletim Técnico, 51; COODETEC. Boletim Técnico, 34**).
- CARDOSO, R. M. L. et al. Doenças de canola no Paraná. Londrina: IAPAR; Cascavel: COODETEC, 1996. 28p. (**IAPAR. Boletim Técnico, 51; COODETEC. Boletim Técnico, 34**).
- CARLSSON, A. S.; CLAYTON, D.; SALENTIJJN, E.; TOONEN, M. Oil crop platforms for industrial uses. York, **UK: CPL Press**, 2007. 158 p.
- CARMO, F. M. S.; BORGES, E. E. L.; TAKAKI, M. 2007. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Acta Botanica Brasilica**, 21: 697-705.
- CARVALHO, W. P. et al. Alelopatia de adubos verdes sobre feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 86, 2012.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Canola: Conjuntura mensal**. Brasília, 2017. p. 1-9.

CONAB. **Base de dados estatísticos**. 2011. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 11 jan. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos. Décimo levantamento, safra 2020/2021**, Brasília, DF, v. 8, n. 10, p. 1-110, jun. 2021.

CONAB. **Perspectivas para a agropecuária – Safra 2019/2020**. Brasília, 2019. v.7, p. 1-100.

CONAB. **Soja: Análise mensal**. Brasília, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/UFFS/TCC%20Kessin/Soja/Soja,%20an%C3%A1lise%20mensal.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2021.

COOPERBIO. Cultura da Canola. Palmeira das Missões: **COOPERBIO**, RS. 2011.

Disponível em: <http://www.cooperbio.com.br/materiais/Canola.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2021.

CORREIA, N. M.; CENTURION, M. A. P. C.; ALVES, P. L. C. A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja (*Glycine max*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.3, p. 252-258, 2005.

CORSATO, J. M. et al. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 353-360, 2010.

CORSATO, J. M. et al. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 353-360, 2010.

DALMAGO, G. A. et al. Aclimação ao frio e dano por geada em canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 9, p. 933-943, set. 2010.

DEMARCO, J. O.; CANDATEN, R. **Canola: alternativa de cultivo para o inverno na região sul**. Equipe Mais Soja. PET Ciências Agrárias UFSM/FW. Disponível em:

<https://maissoja.com.br/canola-alternativa-de-cultivo-para-o-inverno-na-regiao-sul/>. Acesso em: 16 jan. 2021.

DOSSA, A. A., FERREIRA, P. E. P., TOMM, G. O. O que dificulta o aumento da área de canola no Brasil?. **1º Simpósio Latino Americano de Canola**. 5p. 2014. Passo Fundo, RS.

DUCCA, F.; ZONETTI, P. C. Efeito alelopático do extrato aquoso de aveia preta (*Avena strigosa Schreb.*) na germinação e desenvolvimento de soja (*Glycine max* L. Merrill). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 101-110, 2008.

DUCLÓS, N. A marcha do grão de ouro: soja, a cultura que mudou o Brasil. Florianópolis: **Editora Expressão**, 2014. 144 p.

FABRÍCIO, D. **Com preço igual ao da soja, canola ganha espaço nas lavouras de inverno.** Porto Alegre, 2020. Disponível em:

<https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/preco-canola-lavouras-inverno/>. Acesso em: 10 jun. 2021.

FEIX, R. D.; LEUSIN JÚNIOR, S. **Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul — 2019.** Porto Alegre: SEPLAG, DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2019.

FEIX, R. D.; LEUSIN JÚNIOR, S.; AGRANONIK, C. **Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul — 2016.** Porto Alegre: FEE, 2016.

FERREIRA, F. M. **A importância da soja e seus derivados para a economia brasileira a partir da década de 1970.** UFRRJ - Departamento de ciências econômicas e exatas. Três Rios, RJ. 2011.

FERREIRA, G. A.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente na ecofisiologia. Edição Especial. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p.175-204, 2000.

FERREIRA, G. A.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente na ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p.175-204, 2000. Edição Especial.

FERREIRA, P. E. P.; TOMM, G. O.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; ANTUNES, J. M. Motivos para cultivar canola. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2016. 1 folder. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158614/1/ID440262016FD0399canola.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2021.

FERREIRA, P. E. P.; TOMM, G. O.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; ANTUNES, J. M. Motivos para cultivar canola. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2016. 2p.

FREITAS, C. D.; VIECELLI, C. A. Interferência alelopática de azevém na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de trigo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 4, n. 3, p. 37-46, 2011.

FRONZA, V.; CAMPOS, L. A. C.; RIEDE, C. R. Informações Técnicas para a Safra 2008: Trigo e Triticale. **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale: Londrina, 24 a 26 de julho de 2007.** Embrapa Soja, 2008.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G.; LIMA, M. I. S. 2004. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, 18: 459-472.

GIRARDELI, A. L. Alelopatia na Agricultura. **Equipe Mais Soja.** 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/alelopatia-na-agricultura/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

- GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 23-28, 2009.
- GONZALEZ, H. R. et al. Efectos alelopáticos de restos de diferentes espécies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) em condiciones de laboratório. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.7, n.2, p.67-72, 2002.
- HASSE, G. **O Brasil da Soja: abrindo fronteiras, semeando cidades**. Porto Alegre: L&PM; Poço Grande: Ceval, 1996. 256p.
- HYMOWITZ, T. **On the domestication of the soybean**. Econ. Bot., 1970.
- IAS – INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY. **What is Allelopathy?**. 2021. Disponível em: <https://allelopathy-society.osupytheas.fr/about/>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- INSTITUTO SOJA LIVRE. **Quatro estados produzem 87,5% da área de soja convencional brasileira. Notícias**. 2020. Disponível em: <https://sojalivre.com.br/category/noticias/>. Acesso em: 14 jan 2021.
- IRIARTE, L. B.; VALETTI, O. E.; APPELLA, C. Descripción de la planta. Cultivo da Colza. Buenos Aires: **Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária – INTA**, 2008. 156p. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/inta>. Acesso em: 21 jan. 2021.
- KUME, H.; PIANI, G.; SOUZA, C. F. B. A política brasileira de importação no período 1987-1998: descrição e avaliação. In: **A abertura comercial brasileira**. 2003. Cap 1. p. 9 – 37.
- LESINA, E. **Canola atrai cada vez mais o produtor pela sua rentabilidade**. Jornal do Comércio. Economia: Agronegócios. 2018. Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/economia/2018/06/634480-canola-atrai-cada-vez-mais-o-produtor-pela-sua-rentabilidade.html. Acesso em: 22 jan. 2021.
- LIRA, R. K.; FORTES, A. M. T.; CAMOZZATO, A. M. Alelopatia de espécies forrageiras na germinação e no crescimento da soja. **Revista Cultivando o Saber**, v. 3, n. 4, p. 67-75, 2010.
- MACDONALD, B. E. Nutritional Properties. **Canola Council of Canada**, 2000. 6 p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1962.
- MAIA, L.A.; REIS, M. S.; ALVARENGA, E. M. A. **Cultura da Canola**. Viçosa: UFV. 1999, 50p.

MARANHÃO, R. L. A.; FILHO, J. E. R. V. A dinâmica do crescimento das exportações do agronegócio brasileiro. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**.- Brasília. Texto para discussão. 2016. p. 7-38.

MARSARO JUNIOR, A. L. et al. Cultivo de Trigo: Semeadura e rotação de culturas. 2ª edição. **Embrapa Trigo Sistema de Produção**, 4. 2014.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; WUTKE, E. B.; KIKUTI, H. Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. **O Agrônomo**. Campinas, v. 1, n. 57, 2005.

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

MENDONÇA, J. A. et al. Canola (*Brassica napus* L.). Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2016. 32 p.: il. (**Série Produtor Rural, nº 61**).

MILLER, D.A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 854-859, 1996.

MOLISCH, H. Der Einfluss Einer Pflanze Auf Die Andere-allelopathie. Jena: Fischer, 1937.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998. 150 p.

MORSE, W. J. History of soybean production. 1950. In: Soybeans and soybean products, K.S. Markley ed., **Intercience Publ.**, New York, v. 1, p. 3-59.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. 1 ed. **Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos**, p. 65-104, 1981.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. **Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf**, 2005. p. 1-31.

NEVES, A. C. et al. Interferência alelopática de soja sobre a germinação de *Carthamus tinctorius*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 4, 2019.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; BARROS, H. B.; TEIXEIRA, R. C. Morfologia, crescimento e desenvolvimento. In: SEDIYAMA, T. (Ed). **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina, PR: Mecenias, 2009. p. 7-16.

NOGUEIRA, L. A. H. et al. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: ANEEL, 2000. 144 p.

NOZAKI, M. H.; TOMAZELLI, I. C. Produtividade da soja em épocas de semeadura com e sem resíduos vegetais de canola. **Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 511-520, 2014.

- NUNES, J. C. S. et al. Efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo em características de plantas de soja e milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n.3, p 115 –126, 2003.
- OLIBONE, D. et al. Crescimento inicial da soja sob o efeito de resíduos de sorgo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 255-261, 2006.
- OLIVEIRA J. R., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.) *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba, PR: **Omnipax**, p.48p, 2011.
- OLIVEIRA, A. B. et al. Soja: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 274 p. – (**Coleção 500 perguntas, 500 respostas**).
- OLIVEIRA, S. C. C.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil.(Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 401-406, 2004.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). **Cenário da demanda por alimentos no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- PANASIUK, O.; BILLS, D. D.; LEATHER, G. R. Allelopathic influence of Sorghum bicolor on weeds during germination and early development of seedling. **Journal Chemical Ecology**, v. 12, n. 6, p. 1533-1543, 1986.
- PAS Campo. Manual de segurança e qualidade para a cultura da soja. – Brasília, DF: **Embrapa Transferência de Tecnologia**, 2005. 69 p.: il. – (Série Qualidade e segurança dos alimentos).
- PEDROZO, J. F. **O mundo precisa da agricultura brasileira**. CNA - Confederação Nacional de Agricultura. Brasília, DF. 2021. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/artigos/o-mundo-precisa-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 29 mai. 2021.
- PEREIRA, G. L. C. **Melhoramento genético de soja**. Viçosa: UFV, 2017.
- PERIOTTO, F. et al. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasilica**, v.18, n.3, p.425-430, 2004.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**.14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.
- PIRES, M.; OLIVEIRA, V. R. **Alelopatia**. 2011. Disponível em: <http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-cap5.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2021.

- PIRES, N. de M. et al. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 61-65, 2001.
- PUTNAM, A. R.; DEFRANK, J.; BARNES, J.P. Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. **Journal of Chemical Ecology**, Vol.9, No. 8, 1983.
- RENOSTO, A. et al. Efeitos alelopáticos do extrato de crambe no desenvolvimento inicial de milho. **Cultivando o Saber**, v. 7, n. 2, p. 176 – 181, 2014.
- REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. dos. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim agropecuário**, n.54, p.1-55, 2003.
- RICE, E. L. Allelopathy. New York: **Academic Press**. 1974. 353 p.
- RICE, E. L. Allelopathy. New York: **Academic Press**. 1979. 353 p.
- RICE, E.L. Allelopathy. 2nd ed., New York, **Academic Press**, 1984. 422 p.
- 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, 2008.
- RIZZARDI, M. A. 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, 2008.
- RODRIGUES, N. C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**. UFSJ. Sete Lagoas, 2016. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ceagr/TCC%202016%201/ALELOPATIA%20NO%20MANEJO%20DE%20PLANTAS%20DANINHAS-%20Natalia%20Cezari%20Rodrigues.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2021.
- ROSA, D. M.; et al. Potencial alelopático de *Panicum maximum* JACQ sobre a germinação de sementes de espécies nativas. Artigo de pesquisa. **Floresta e Ambiente**, 2011; 18(2):198-203.
- SANTOS, H. P. et al. Efeito da rotação de culturas sobre o trigo, em sistema plantio direto, em Guarapuava, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 259-267, 1996.
- SCHEEREN, N. B. **Potencial alelopático de trigo sobre a germinação e crescimento de plântulas em cultivares de soja**. 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2358/1/SCHEEREN.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- SCHEREN, M. A.; RIBEIRO, V. M.; NOBREGA, L. H. P. Efeito alelopático de *Cyperus rotundus* L. no desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.). *Varia Revista Scientia Agrária*, vol. 4, n. 1, p. 105-116, 2014.

- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. Botânica, descrição da planta e cruzamentos artificial. In: **Cultura da Soja** – I parte. Viçosa: UFV, p. 5-6, 1985.
- SEVERINO, F. J. **Adubação verde**: efeitos supressivos sobre a infestação de plantas daninhas e seletividade de herbicidas. Piracicaba, 2001. 120p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- 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, B. P. Avaliação do potencial alelopático de *Cosmos sulphureus* CAV. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp. 2017.
- SILVA, D. F. F. Efeito alelopático de extrato aquoso de capim aruana sobre a germinação de azevém, trigo e aveia. 2021. Acesso em: 12 jan. 2022. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/4312/1/SILVA.pdf>
- SILVA, J. A. G. et al. Alelopatia da canola sobre o desenvolvimento e produtividade da soja. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 17, n. 4, 2011.
- SILVA, J. F. V. Um Histórico. In: J F V Silva. (Org.). O Nematóide de Cisto da Soja: A experiência Brasileira. 1ed. Jaboticaba: **Artsigner Editores**, 1999, v. 1, p. 15-23.
- SMIDERLE, O. J. Cultivo da Soja no Cerrado de Roraima. **Embrapa Roraima-Sistema de Produção (INFOTECA-E)**, 2019.
- SORRISO, C. Município de Santa Rosa. **Câmara Municipal de Santa Rosa/RS**. 2016. Disponível em: <https://www.camarasantarosa.rs.gov.br/camara/conteudo/institucional/o-Municipio/1/2021/1>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório: revisão crítica. **Planta daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.
- SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, v. 21, n.3, p. 343-354, 2003.
- SOUZA-FILHO, A. P. S. **Alelopatia e as plantas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 159 p.
- SPIASSI, A. et al. Alelopatia de palhadas de coberturas de inverno sobre o crescimento inicial de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 577-581, 2011.

- STRECK, E. V.; FLORES, C. A.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. ed., rev. e ampl. Porto Alegre: UFRGS: EMATER/RS-ASCAR, 2018. 252 p.
- STURZ, A. V.; BERNIER, C. C. Influence of crop rotations on winter wheat growth and yield in relation to the dynamics of pathogenic crown and root rot fungal complexes. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 11, n. 2, p. 114-121, 1989.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006.
- TANG, C. S.; CAI, W. F.; KOHL, K. NISHIMOTO, R. K.; Plant stress and allelopathy. In.: DAKSHINE, K. M. M.; EINRELLIG, F. A. **Allelopaty**: organisms, processes and application. Washington: American Chemical Society, 1995. p. 142-157. (ACS Symposium Series, 582).
- THE WORD BANK. **United States Census Bureau**. 2019. Disponível em: <https://www.worldbank.org/>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- TOMM, G. O. Canola: alternativa de renda e benefícios aos cultivos seguintes. **Revista Plantio Direto**, v. 15, n. 94, p. 4-8, jul./ago. 2006.
- TOMM, G. O. Canola: Planta que traz muitos benefícios à saúde humana, e cresce em importância no Brasil e no mundo. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2006. 41 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 113).
- TOMM, G. O. et al. Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: **Embrapa Trigo. Documentos (INFOTECA-E)**. 2009. 41p.
- TOMM, G. O. Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 68 p. 2007.
- TOMM, G. O. Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2005. 21 p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 26). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm. Acesso em: 01 jun. 2021.
- USDA. Department of Agriculture. **Base de dados estatísticos**. 2011. Disponível em: <https://www.usdabrazil.org.br/>. Acesso em: 07 jan. 2021.
- USDA. Department of Agriculture. **Oilseeds: World Markets and Trade**. 2020. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>. Acesso em: 22 jul. 2021.
- USDA. Department of Agriculture. **Relatório agrícola: safra 2019/2020**. 2020. Disponível em: <https://www.usdabrazil.org.br/>. Acesso em: 06 jan. 2021.

- VILELA, H. Alelopatia e os Agrossistemas. **Agronomia Portal da ciência e tecnologia**, 2006. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_alelopatia_e_os_agrossistemas.html. Acesso em: 22 jun. 2021.
- VOGT, R. T. et al. Manejo de Adubação NPK na Cultura da Canola Cultivada em Latossolo Vermelho Distroférrico. **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Florianópolis-SC. 2013.
- WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, v. 38, p. 949-953, 2008.
- YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação de sementes de *Conyzacanadiensis* e *Conyzabonariensis* em diferentes condições de temperatura e luminosidade. **Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas**, Viçosa, v.29, n.2, p. 333-342, 2011.
- YOUNG, C. C.; ZHU THORNE, L. R.; WALLER, G. R. Phytotoxic potential of soils and wheat straw in rice rotation cropping systems of subtropical Taiwan. **Plant and Soil**, 120:95-101, 1989.