

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM SANTANA DO LIVRAMENTO
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

CLEDINARA DA ROSA MUNIZ

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE REPOLHO COMO HERBICIDA NATURAL
EM PLANTAS DE ALFACE**

SANTANA DO LIVRAMENTO

2020

CLEDINARA DA ROSA MUNIZ

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE REPOLHO COMO HERBICIDA NATURAL
EM PLANTAS DE ALFACE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Agronomia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a Dra Simone Braga Terra

SANTANA DO LIVRAMENTO

2020

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

M966e Muniz, Cledinara da Rosa

Efeito do extrato aquoso de repolho como herbicida natural em plantas de alface - Santana do Livramento, 2020.

45 f.: il.

Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Unidade de Ensino em Santana do Livramento, 2020.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Braga Terra.

1. Brassicaoleracea. 2. Extrato vegetal. 3. Alelopatia. I. Terra, Simone Braga. II. Título.

CDU 631

CLEDINARA DA ROSA MUNIZ

**EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE REPOLHO COMO HERBICIDA NATURAL
EM PLANTAS DE ALFACE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a Dra Simone Braga Terra

Aprovado em: 13 / 08 / 2020 .

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a Dra. Simone Braga Terra
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Prof Dr. Cláudio Becker
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Prof^a Dra. Roseli de Mello Farias
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Dedico à minha mãe e ao meu irmão que sempre me apoiaram e foram a sustentação para esta conquista. Ao meu marido que sempre me incentivo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que tem me sustentado com sua graça e seu amor, por me fortalecer e por me dar sabedoria para concluir este trabalho.

A minha família pelo apoio e incentivo a permanecer nesta jornada, principalmente a minha mãe Gessi e meu irmão Ledomar, que não mediram esforços para que este sonho tornar-se realidade.

Ao meu esposo e companheiro de vida Samer Juliano, pela compreensão e paciência demonstrada durante todo o período do projeto, que sempre me deu todo apoio necessário.

Aos professores da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, por toda dedicação e ensinamento passado durante esses anos e também pelo exemplo como profissionais.

À minha professora e orientadora Dra. Simone Braga Terra por toda a orientação, ajuda, apoio, por todo tempo dedicado. Obrigada por todo aprendizado compartilhado, por ter sido de grande importância na minha trajetória foi uma honra tê-la como professora durante todos esses anos.

Às amigas que foram feitas ao longo desta jornada, obrigada por cada momento compartilhado, irei leva-los marcados em meu coração.

Aos meus colegas que ao longo desse curso foram contribuindo para minha formação acadêmica, agregando suas experiências em sala de aula.

Ao meu amigo, colega e voluntário Yuri, que desde o início da condução do experimento não mediu esforços para me ajudar, teu apoio e amizade verdadeira foram essenciais.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A competição gerada entre a cultura agrícola e as plantas espontâneas afeta o desenvolvimento vegetal e acaba reduzindo a produtividade, havendo a necessidade do controle, o que eleva os custos de produção e pode causar contaminações diversas, principalmente quando utilizado o controle químico. A busca por compostos naturais com propriedades herbicidas é uma grande demanda da agricultura orgânica. Pesquisas apontam que algumas espécies vegetais podem interferir, de maneira sinérgica ou antagônica, no desenvolvimento de outras através da liberação de substâncias alelopáticas no ambiente. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações do extrato aquoso de repolho como herbicida natural em plantas de alface. O experimento foi conduzido na unidade Universitária da Uergs em Santana do Livramento, entre os meses de abril a maio de 2018. Os tratamentos aplicados foram diferentes concentrações (testemunha, 50% e 100%) de extrato aquoso de repolho pulverizados em plantas de alface. Resultados mostraram que a pulverização com extrato de repolho nas concentrações 50% e 100% proporcionaram uma diminuição no crescimento das plantas de alface, sendo a concentração 100% mais eficiente na redução da altura de plantas e do peso de matéria fresca da parte aérea, sugerindo um efeito alelopático do repolho em função de compostos químicos como o tetracontano e o nonadecano. Sugere-se novas pesquisas relacionadas à atividade alelopática de extrato de repolho sobre plantas cultivadas, necessitando um aprofundamento experimental para determinar a ação benéfica, maléfica, potencializadora ou inibitória dos elementos químicos identificados no extrato.

Palavras-chave: *Brassica oleracea*. Extrato vegetal. Alelopatia.

ABSTRACT

The competition generated between agricultural culture and spontaneous plants affects the vegetables' development and ends up reducing the productivity, with the need for control, which increases the costs of production and can cause diverse contamination, principally when using chemical control. The search for natural compounds with herbicide properties is a big demand of organic agriculture. Researches show that some vegetable species can interfere, in a synergistic or antagonistic way, in the development of others through the liberation of allelopathic substances in the environment. In this context, the work had as its objective to evaluate the effect of different concentrations of the aqueous cabbage extract as a natural herbicide in lettuce plants. The experiment was conducted at the University unit of Uergs in Santana do Livramento; between the months of April to May 2018. The treatments applied were of different concentrations (test, 50% and 100%) of aqueous cabbage extract pulverized on lettuce plants. Results showed that the pulverization with cabbage extract of 50% and 100% concentrations provided a decrease in the growth of the lettuce plants, the 100% being more efficient in the height of the plants and the weight of the fresh material of the aerial part, suggesting an allelopathic effect of the cabbage because of chemical compounds such as tetracontane and nonadecane. It is suggested that new research related to the allelopathic activity of the cabbage extract on cultivated plants be made, a deeper experiment to determine the beneficial, malevolent, enhancer or inhibitor action of the chemical elements identified in the extract.

Key-words: *Brassica oleracea*. Vegetable extract. Allelopathy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Plantas de alface na instalação do experimento.....	23
Figura 2 - Repolho sendo preparado para a formulação do extrato.....	24
Figura 3 - Bombonas utilizadas para armazenar o extrato de repolho.	25
Figura 4 - Amostra das plantas de alface com diferentes concentrações do extrato de repolho.	28
Figura 5 - Os tratamentos e efeito da aplicação dos extrato de repolho, ao final do experimento.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis agronômicas de crescimento avaliadas no experimento: altura de plantas (cm), número de folhas, matéria fresca da parte aérea (g) e escala de aspecto visual (índice numérico). Santana do Livramento, Uergs, 2019.....	27
Tabela 2 - Componentes químicos revelados no extrato de repolho 100% com extração com dicloro e hexano. Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 CONCEITO E MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS NOS SISTEMAS DE CULTIVO.....	12
2.2 ALELOPATIA	14
2.2.1 Efeitos positivos e negativos da alelopatia.....	16
2.3 BIOATIVIDADE DE PLANTAS DA FAMÍLIA DAS BRASSICACEAES.....	18
3 OBJETIVOS	21
3.1 OBJETIVO GERAL	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4 METODOLOGIA	22
4.1 PREPARO, APLICAÇÃO E ANÁLISE LABORATORIAL DO EXTRATO AQUOSO DE REPOLHO VERDE	23
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS ANALISADAS.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
APÊNDICE 1 – Médias mensais das temperaturas mínimas e máximas e precipitação pluvial total mensal durante o período da pesquisa. Santana do Livramento, 2018.....	44

1 INTRODUÇÃO

A competição de plantas espontâneas com as plantas cultivadas é considerada um problema para a agricultura há muito tempo, causando obstáculos nos cultivos comerciais de interesse econômico. Essa competição acaba reduzindo a produtividade, com a necessidade de realização de controle.

De acordo com Rizzardi *et al.* (2001), na agricultura convencional conceitua-se planta invasora como toda e qualquer planta que germine espontaneamente em áreas de interesse humano e que, de alguma forma, interfere prejudicialmente nas atividades agropecuárias. Em sistemas orgânicos de produção, as plantas ou ervas invasoras são denominadas plantas espontâneas (PEREIRA *et al.*, 2008).

As plantas espontâneas necessitam para seu desenvolvimento dos mesmos fatores exigidos pela cultura, como água, luz, nutrientes e espaço, estabelecendo um processo competitivo, sendo necessário o controle principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetal, como forma de evitar futuramente as perdas na produtividade, dificuldades na colheita e depreciação dos produtos colhidos.

O principal método de controle utilizado para as plantas espontâneas é o uso de produtos químicos da classe dos herbicidas, principalmente o glifosato, agrotóxico constantemente utilizado pelos produtores convencionais, que apresenta elevada eficiência na eliminação de plantas indesejáveis, sendo um produto não seletivo, sistêmico e pós emergente (AMARANTE JÚNIOR *et al.*, 2002).

Segundo Bombardi (2010) na última década houve um aumento no consumo de agrotóxicos no mundo todo, ocasionando desequilíbrios bioquímicos, como na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, além da contaminação no solo, nas águas, e em todos os seres vivos que fazem parte da biodiversidade natural, provocando a formação e deposição de resíduos em quantidades prejudiciais (MATOS *et al.*, 2002).

A busca por compostos naturais com propriedades herbicidas é uma grande demanda da agricultura orgânica, principalmente pelos efeitos adversos causados pelo uso de insumos químicos nos vegetais destinados a alimentação humana, o que faz aumentar a busca do consumidor por produtos sem resíduos de agrotóxicos. Dessa forma, pesquisas que desenvolvam formas alternativas no controle de plantas espontâneas nos cultivos agrícolas constituem-se numa demanda atual.

Porém, o maior entrave para o cultivo de alimentos em sistema orgânico de produção está relacionado ao processo inicial da transição produtiva, que inclui a racionalização e a substituição dos insumos convencionais por práticas e técnicas alternativas aplicadas ao manejo das plantas espontâneas nos cultivos.

A alelopatia tem se mostrado uma aliada no controle das plantas espontâneas, sendo que pesquisas apontam para algumas espécies vegetais que podem interferir, de maneira sinérgica ou antagônica, no desenvolvimento de outras, através da liberação de substâncias alelopáticas no ambiente (DE CONTI; FRANCO, 2011).

Alelopatia é definida por Rice (1984) como sendo qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico, que uma planta exerce sobre a outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente. Esse fenômeno ocorre em ecossistemas naturais e acaba influenciando o tipo de vegetação que existe em certos locais, na dominação das plantas, na formação e desenvolvimento das comunidades, mas também pode ocorrer em plantas cultivadas e acabar interferindo no crescimento destas. A alelopatia entre os vegetais vem sendo cada vez mais estudada na busca de novos métodos de manejo e controle das plantas espontâneas.

Existem mais de 300 compostos secundários vegetais e microbiológicos entre os agentes alelopáticos, pertencentes a muitas classes de produtos químicos (KATO-NOGUCHI, 2003), e com a realização de novas pesquisas esse número continua aumentando. Os compostos alelopáticos pertencem a diferentes classes de compostos químicos, como fenóis, terpenos, alcaloides, poliacetilenos, ácidos graxos, peptídeos, entre outros (EINHELLIG, 2002).

O extrato aquoso, formado a partir da mistura de água destilada e parte do vegetal, é a forma que mais se destaca para a extração dos princípios ativos alelopáticos das plantas. Esse extrato pode ser obtido com toda planta ou com partes vegetais, inteiras ou trituradas. O uso desse método em estudos alelopáticos tem como objetivo simular o que acontece na natureza (MEDEIROS, 1989).

Diversas espécies já têm sido relatadas com conhecido potencial alelopático, sendo algumas classificadas como hortaliças, como o repolho branco (*Brassica oleracea* L. variedade *Capitata*), onde mesmo sendo ainda pouco citado na literatura, alguns relatos apontam para o uso dessa planta como herbicida natural (BLANCO, 2015).

A escolha do repolho para a elaboração de extratos herbicidas nessa pesquisa deveu-se ao fato de ser uma hortaliça folhosa de elevada disponibilidade nas hortas domésticas e de grande consumo no Rio Grande do Sul, provavelmente com início a partir de 1824, quando os imigrantes alemães fixaram-se no Estado em pequenas propriedades rurais de cunho familiar, cultivando aquelas hortaliças oriundas da Alemanha e diversificando a economia brasileira a partir de então (SCHAFFER, 2004). O repolho é bastante consumido em saladas cruas, refogados e produtos fermentados, como o chucrute, além de se destacar pela ampla distribuição e facilidade de cultivo.

Para a realização de testes com potenciais substâncias aleloquímicas, utiliza-se basicamente a alface (*Lactuca sativa*), que é considerada uma planta teste por ser uma espécie muito sensível à aplicação de extratos via pulverização (HOFFMANN et al., 2007).

Pesquisas sobre a utilização de espécies vegetais no controle de plantas espontâneas, como alternativa aos agrotóxicos convencionais, convergem plenamente com os objetivos da agroecologia e, como todos os trabalhos científicos que visem a preservação e recuperação do meio ambiente, merecem atenção governamental pela estreita ligação com as questões sociais, culturais, econômicas e ecológicas.

Diante do exposto, o trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de extratos aquosos de folhas de repolho branco (*Brassica oleraceae* var *Capitata*), em diferentes concentrações, como herbicida no crescimento e desenvolvimento de plantas de alface (*Lactuca sativa*).

O trabalho de pesquisa teve também a pretensão de fornecer informações necessárias para que, principalmente os pequenos agricultores familiares, possam utilizar o extrato aquoso de repolho no controle de plantas espontâneas no cultivo orgânico ou em transição agroecológica, haja vista que são poucos os produtos disponíveis para esse tipo de sistema de produção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITO E MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS NOS SISTEMAS DE CULTIVO

A competição das plantas espontâneas com as espécies de interesse humano é tão antiga quanto à própria agricultura. Os termos “plantas invasoras” e “plantas daninhas” têm sido empregados indistintamente na literatura agrícola e botânica brasileira para designar as espécies vegetais ruderais, plantas silvestres, mato ou inço (OLIVEIRA JR. et al., 2011), gerando confusões e controvérsias a respeito de seus conceitos.

Em uma definição ampla, planta daninha refere-se a “toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada”, incluindo as espécies que nascem espontaneamente nas áreas de ocupação humana e não são utilizadas como alimentos, fibras ou forragem (LORENZI, 2000).

Dessa forma, nos sistemas de cultivo convencionais, planta daninha pode ser conceituada como toda e qualquer planta que germine espontaneamente em áreas de interesse comercial e que, de alguma forma, prejudicam as atividades agropecuárias através da competição por água, luz, nutrientes e espaço (CRUZ et al., 2009), contemplando os conceitos de indesejabilidade dessas plantas a uma atividade humana (OLIVEIRA et al., 2011).

As plantas indesejáveis podem ser espécies nativas ou exóticas já estabelecidas previamente no local. As espécies nativas referem-se àquelas que se apresentam naturalmente na região, originárias da própria área, ao passo que espécies exóticas são as espécies introduzidas na região, que não são nativas ou originárias da própria área (PEREIRA et al., 2008).

Em sistemas orgânicos, as plantas espontâneas são espécies que podem atuar como protetoras do solo contra erosão, hospedeiras alternativas de inimigos naturais, pragas e patógenos ou como mobilizadoras e cicladoras de nutrientes de fácil mobilidade. Essas plantas ainda podem ser indicadoras de solo pobre ou com desequilíbrio de nutrientes (SANTOS, 2013).

De acordo com Schott (2010), não existe planta má, daninha ou nociva quando leva-se em conta o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade dos agroecossistemas, já que toda flora possui um papel importante no ambiente natural.

Porém, as plantas que nascem espontaneamente geralmente são mais notórias na agricultura pela competição com as culturas de interesse econômico. As plantas espontâneas possuem grande agressividade, caracterizada pela elevada capacidade de produção de sementes e propágulos de alta viabilidade e longevidade, que permite as essas plantas germinarem em qualquer tipo de ambiente e permanecerem dormentes no solo durante muitos anos, esperando as condições de clima, temperatura e umidade ideais para a retomada do seu desenvolvimento.

De acordo com Carvalho (2013), espécies de difícil controle em áreas agrícolas, como tiririca (*Cyperus* spp), grama seda (*Cynodon dactylon*) capim anoni (*Eragrostis plana*), chirca (*Eupatorium pinnatifidum*), gravatá (*Eryngium elegans*) podem reduzir o valor da terra, havendo necessidade de um controle para que o potencial produtivo seja mantido. Em áreas de pecuária, a presença de plantas tóxicas, como guanxuma (*Sida* spp.), mio mio (*Baccharis coridifolia*), maria mole (*Senecio brasiliensis*) além de reduzir o valor da terra, regeneram-se rapidamente através do banco de sementes no solo, garantindo sua perpetuação, se não forem controladas.

O controle de plantas espontâneas na agricultura convencional baseia-se em eliminar toda e qualquer planta diferente da cultura por meio de estratégias mecânicas, culturais, físicas e, predominantemente, químicas, através do uso de herbicidas.

As estratégias mecânicas consistem no arranquio, na capina manual, na roçada e no cultivo mecanizado. Os métodos culturais baseiam-se nas boas práticas agrícolas que visam favorecer o crescimento da cultura em detrimento das plantas indesejáveis. O controle físico consiste na utilização de métodos como cobertura morta, solarização, fogo, inundação, dragagem, drenagem e eletricidade (corrente elétrica e micro-ondas) no controle das plantas espontâneas (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

O controle químico consiste no uso de herbicidas, produtos químicos que podem ser aplicados antes ou depois da semeadura. Em pré-plantio, tem a finalidade de promover a dessecação das plantas indesejáveis. A aplicação em pós-

emergência tem ação de contato, quando atua próximo ao local aplicado, ou ação sistêmica, quando se distribui por outras partes da plantam, como as raízes, por exemplo (VARGAS; ROMANES, 2004).

O uso intensivo de herbicidas, associado à ausência de outros métodos de controle, tem resultado na contaminação dos ambientes e seleção de biotipos de plantas espontâneas resistentes a herbicidas (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018). Os herbicidas normalmente causam contaminação de água e dos solos, pois deslocam-se no meio ambiente através dos ventos e água da chuva para locais bem distantes de onde ocorreu a aplicação. Os produtos químicos herbicidas também são responsáveis pelo alto índice de intoxicação dos agricultores e trabalhadores rurais, além da contaminação dos alimentos (CHAGAS, 2009).

No sistema orgânico de produção, exclui-se o controle químico no manejo das plantas espontâneas, priorizando-se técnicas culturais e mecânicas que baseiam-se no princípio da prevenção, ou seja, na adoção de práticas que evitem a entrada dos propágulos das espécies indesejadas no local do plantio (GHINI; BETTIOL, 2000).

A agricultura orgânica possui como principal foco a subtração de agroquímicos, optando por introduzir mudanças no manejo que garantam a adequada nutrição e proteção das plantas, por meio de fontes orgânicas de nutrientes no solo, aplicação de extratos com potencial repelente ou herbicida e um manejo integrado de pragas (ALTIERI et al., 2003).

Dessa forma, uma maneira alternativa para o controle de plantas espontâneas em agrossistemas pode ser o emprego de caldas e extratos formulados com espécies vegetais de potencial alelopático (ALMEIDA, 1991), contribuindo para a eliminação ou redução do crescimento das espécies vegetais competitivas com a cultura e compondo sistemas de manejo mais ecológicos nas propriedades agrícolas.

2.2 ALELOPATIA

A alelopatia pode ser definida como um processo pelo qual produtos químicos do metabolismo de uma planta são liberados, impedindo a germinação, crescimento e desenvolvimento de outras plantas vizinhas (ALVES et al., 2004).

Um processo alelopático é caracterizado por vegetais liberarem produtos do seu metabolismo secundário que podem impedir ou estimular a germinação, o

crescimento e o desenvolvimento de outras plantas relativamente próximas (SOARES, 2000).

O termo alelopatia está relacionado à capacidade de um vegetal interferir de forma natural no desenvolvimento da vegetação adjacente, por meio de substâncias químicas denominadas aleloquímicos (BORELLA et al., 2009), que são liberados dos tecidos de diversas partes da planta por exsudação radicular, lixiviação, volatilização e decomposição dos resíduos vegetais. (DALBOSCO, 2013).

Havendo a exsudação radicular, os aleloquímicos são liberados pelas raízes das plantas (OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, 2001). Na lixiviação, as substâncias que são solúveis em água, são lixiviadas pelo orvalho ou pela chuva, da parte aérea da planta, das raízes ou mesmo dos resíduos vegetais que estão em processo de decomposição no solo (ALMEIDA, et al., 2008). No caso da volatilização, os compostos voláteis são dissipados pelas flores, folhas, caules e/ou raízes, e então podem ser absorvidos por outras plantas (RODRIGUES, 2016). O processo de liberação de compostos aleloquímicos através da decomposição de resíduos vegetais ocorre pela ação dos microrganismos, responsáveis pelo processo de decomposição (DALBOSCO, 2013).

Diversos estudos documentam as propriedades alelopáticas dos metabólitos secundários existentes nas plantas (BOUSSALIS et al., 1999). Na natureza, esses compostos possuem um papel importante, restringindo a palatabilidade dos herbívoros às plantas ou fazendo com que estes as evitem completamente (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001). A nicotina obtida das folhas do tabaco (*Nicotiana tabacum*), por exemplo, é um eficiente dissuasor do ataque de insetos herbívoros, como também os taninos encontrados em algumas plantas, conferindo às folhas um sabor adstringente. Portanto, algumas substâncias alelopáticas originárias do metabolismo secundário das plantas possui a função de proteção ou defesa (RODRIGUES, 2016).

Entre os aleloquímicos comumente citados como responsáveis por causarem efeitos diretos e indiretos estão os terpenos, alcalóides, compostos fenólicos, esteróides, ácidos graxos de cadeia longa e lactonas insaturadas, provenientes de diferentes órgãos, incluindo folhas, flores, frutos e gemas de muitas espécies vegetais (MALHEIROS; PERES, 2001).

Formagio et al. (2010), estudando o potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae, verificou que os extratos metanólicos emitidos pela espécie

influenciaram negativamente a germinação das sementes de alface (*Lactuca sativa*), além de constatar a presença de classes de substâncias com potencial alelopático como flavonóides, esteróides e triterpenóides em todos os extratos avaliados e alcalóides e taninos em dois dos extratos avaliados. Estudos realizados por Rinaldo et al. (2007) identificaram nove possíveis classes de flavonas em extratos metanólicos de (*Neeatheifera*), sendo estes compostos passíveis de possuir potencial alelopático. Vários compostos alelopáticos atuam no metabolismo fotossintético, como por exemplo, as cumarinas e os compostos fenólicos que reduzem o conteúdo de clorofilas, diminuindo, conseqüentemente, a atividade fotossintética (ELIO et al., 2004).

Dessa forma, a inibição na germinação ou no crescimento de plantas espontâneas por meio de substâncias alelopáticas apresenta-se como alternativa no manejo integrado de plantas daninhas, uma vez que, o uso potencial do extrato como um agente químico natural, como também pela presença de novos compostos químicas presentes nos extratos, podem potencialmente ser utilizados como bio herbicidas (GALON et al., 2016).

2.2.1 Efeitos positivos e negativos da alelopatia

As substâncias aleloquímicas produzidas por plantas podem apresentar efeitos positivos e negativos.

Como exemplo de efeito positivo tem-se a ação estimulante no desenvolvimento de plantas. O extrato do capim santo (*Cymbopogon citratus*), também conhecido como capim limão, é um eficiente estimulante de germinação em sementes de feijó (*Cordia goeldiana*), resultado comprovado tanto pelo o aumento da taxa de germinação quanto do vigor (MAGALHÃES et al., 2012). O óleo essencial do eucalipto estimulou o crescimento vegetativo em mudas de sua própria espécie (STEFFEN et al., 2010).

Rodrigues et al. (2012) verificou efeito positivo do extrato de capim marandu (*Brachiaria brizantha*) na germinação de sementes de uma espécie de capim estilosantes (*Stylosanthes macrocephala*). O extrato aquoso da tiririca (*Cyperus rotundus*) também apresentou efeito alelopático positivo, pois induziu o crescimento radicular de estacas de cafeeiro (SANTOS et al., 2011).

Ghayal et al. (2007), em estudos com extratos de folhas de *Cassia uniflora*, verificou que houve estímulo na germinação e no crescimento inicial de sementes de mostarda e rabanete nas concentrações de 2,5% e 5%, e inibiram nas concentrações de 15% e 20%.

Assim como os efeitos positivos da alelopatia podem ser empregados no manejo de culturas no campo, os efeitos negativos também podem ser utilizados com o objetivo de minimizar os problemas fitossanitários em cultivos agrícolas. Vale ressaltar que dentre os problemas fitossanitários nas lavouras o manejo de plantas espontâneas é o que mais consome agrotóxicos, seguido de inseticidas e fungicidas (KARAM, 2007). O uso de plantas com potencial alelopático é considerado uma alternativa de controle de plantas espontâneas, demonstrando ótimos resultados, não causando malefícios ao meio ambiente nem aos seres vivos (SANTOS et al., 2013).

Em estudos realizados por Schumann et al. (1995), foi verificada a inibição de algumas plantas infestantes de campos, como a buva (*Conyza sumatrensis*), trevo (*Trifolium spp.*) e capim navalha (*Echinochloa utilis*), ao utilizar restos de pinheiro chorão (*Pinnus patula*), eucalipto rosa (*Eucalyptus grandis*) e acácia negra (*Acacia mearnsii*) na forma de cobertura morta sobre o solo.

A alelopatia ocorre em populações vegetais tanto em sistemas agrícolas, quanto nos naturais (ALMEIDA, 2006), e a consequência mais expressiva deste fenômeno é provavelmente a alteração do desenvolvimento da planta e a variação da sua densidade populacional (SOUZA et al., 2006). Os exemplos de efeitos negativos da alelopatia são vários encontrados na literatura, como a redução no tamanho das raízes e menor número de pelos absorventes em plântulas de milho tratadas com extratos de frutos de erva mate (*Ilex paraguariensis*) (MIRÓ et al., 1998). Faria et al. (2009) verificou que o extrato de mucuna (*Mucuna pruriens*) exibiu efeitos negativos com o aumento das doses aplicadas, havendo diminuição linear do comprimento de raiz e hipocótilo da soja. Em estudos realizados por Bedin (2006), observou-se que o extrato de folha de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) reduziu a velocidade de germinação do tomate (*Lycopersicum esculentum*), além de interferir no seu desenvolvimento inicial.

Gatti et al. (2007), realizando estudos em laboratório com o extrato aquoso das folhas da manga (*Mangifera indica*), comprovou a redução da taxa de

germinação da alface (*Lactuca sativa*), da aroeira (*Schinus terebinthifolia*) e do ipê (*Handroanthus sp.*) quando em contato com o extrato.

A alelopatia com efeitos negativos pode ser um processo utilizado no controle de plantas espontâneas que germinam em sistemas agrícolas. De acordo com Macías et al. (1998) os compostos aleloquímicos podem apresentar efeitos de um herbicida natural. Pires et al. (2001), estudando atividade de leucina (*Leucaena leucocephala*) sobre espécies de plantas daninhas, verificou redução na germinação e comprimento das plântulas. Estudos sobre o potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* obre a germinação de plantas daninhas constataram efeitos de redução da germinação de sementes de picão preto (*Bidens pilosa*) (ARAÚJO et al., 2010).

2.3 BIOATIVIDADE DE PLANTAS DA FAMÍLIA DAS BRASSICACEAES

Plantas com potencial alelopático são também consideradas bioativas. As plantas bioativas são aquelas que produzem algum efeito sobre outro ser vivo, podendo ser enquadradas as plantas medicinais, aromáticas, condimentares, tóxicas, inseticidas, fungicidas e até mesmo as de caráter místico e religioso. Dentro desse conceito amplo, na maioria das vezes, a utilização das plantas bioativas de interesse para o manejo de plantas espontâneas em agroecossistemas é pensada a partir da possibilidade da extração de alguma substância do seu metabolismo capaz de ser aplicada sob a forma de um produto a ser pulverizado sobre os cultivos comerciais. Em geral, os produtos investigados para esse fim são os óleos essenciais, os extratos concentrados, as tinturas, as infusões e as decocções (SCHIEDECK, 2008).

As substâncias alelopáticas extraídas de plantas tornam-se alternativas promissoras no controle de plantas espontâneas e promovem um impacto negativo menor ao meio ambiente, quando comparadas aos herbicidas sintéticos, tendo em vista que são facilmente biotransformadas por microrganismos e, dessa forma, não persistem no solo, diminuindo o impacto ecológico. Os compostos bioativos vegetais têm se revelado prósperos como herbicidas naturais, sendo livres dos efeitos prejudiciais dos herbicidas sintéticos (MALHEIROS; PERES, 2001).

O extrato aquoso concentrado, formado a partir da mistura de água destilada e partes do vegetal, inteiras ou trituradas, é a forma que mais se destaca para a extração dos princípios bioativos das plantas (VIDAL, 2010).

Várias espécies têm sido reconhecidas com potencial alelopático, sendo algumas de famílias botânicas já bem conhecidas, como as Brassicaceae. De acordo com Chew (1988), espécies do gênero *Brássica* sintetizam grande quantidade de glucosinolatos, que são convertidos em uma variedade de potenciais aleloquímicos, incluindo tiocianatos e nitrilas, compostos esses que, em baixas concentrações, atrasam a germinação mantendo as sementes viáveis, e em altas concentrações podem penetrar na semente, reagindo irreversivelmente com enzimas, o que torna as sementes inviáveis (PETERSEN et al., 2001).

Os glucosinolatos também são referidos como sendo uma defesa natural de plantas contra a herbivoria, visto que são tóxicos para a maioria dos animais (JÖNSSON, 2005). Neves et al. (2005) afirmam que existem evidências suficientes para sugerir que esses glucosinolatos contidos em tecidos de plantas da família Brassicaceae produzem aleloquímicos que são eficazes herbicidas.

Em estudos, várias plantas da família Brassicaceae tem apresentado efeitos alelopáticos sobre outras espécies, sejam utilizadas em plantio no campo ou em pulverização como inibidor natural do crescimento. Um exemplo é a canola (*Brassica napus*), que é citada por Silva et al. (2011) sobre alelopatia no desenvolvimento da soja, constatando que a canola causou diminuição do rendimento de grãos de soja, aproximadamente 12% em comparação a soja sem a presença do resíduo de canola.

Extratos das raízes de canola também apresentaram efeito decrescente na germinação de picão preto (*Bidens pilosa*), onde a cada aumento de 1% do extrato, houve redução de 0,22% na germinação (RIZZALDI et al., 2008).

As folhas, raízes e caules de canola também apresentaram efeitos alelopático sobre sementes de soja (*Glycine max*) e aquênios de picão preto (*Bidens pilosa*), reduzindo a velocidade ou inibindo a germinação dos aquênios de picão preto e das sementes de soja, tanto em avaliações de laboratório quanto em casa de vegetação (NEVES et al., 2005).

Outra espécie Brassicaceae que demonstra alelopatia é o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), que em pesquisas com aplicação de extrato das folhas, caules e raízes inibiu a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*) (NERY et al.,

2013). O nabo forrageiro também apresenta potencial alelopático negativo sobre o desenvolvimento do milho (*Zea mays*) (SCHNEIDER et al., 2012).

O repolho de folhas verdes (*Brassica oleracea L. variedade Capitata*) é uma hortaliça da família Brassicaceae considerada bioativa, sendo pesquisada no controle de plantas espontâneas em cultivos orgânicos e na inibição de alguns processos fisiológicos iniciais de sementes de alface (BLANCO, 2015; REZENDE et al., 2016; ROCHA et al., 2016).

Lucchesi et al. (1988) comprovou o efeito inibitório na germinação de sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*) após a pulverização de extrato de folhas de couve (*Brassica oleracea. var. Acephala*).

Rezende et al. (2016), ao preparar um extrato aquoso a partir da imersão das folhas de repolho, constatou que existe um forte efeito aleloquímico na germinação de sementes de alface, independentemente se o repolho era da espécie roxa ou verde. O mesmo autor ressalta que a tolerância ou resistência aos compostos bioativos é mais ou menos específica, existindo espécies mais sensíveis que outras, onde a alface pode ser considerada como planta teste, pois é muito sensível à aplicação de substâncias químicas externas.

A sensibilidade da alface pode ser constatada nos estudos de Rocha et al. (2016), que avaliou o potencial do extrato aquoso de diferentes cultivares de repolho na germinação e desenvolvimento inicial de sementes de alface, verificando efeitos inibitórios no processo germinativo e no desenvolvimento inicial das plântulas.

O uso de extratos vegetais que inibam a germinação e o crescimento de plantas espontâneas vêm crescendo positivamente na produção agrícola, devido a fatores como a exigência dos consumidores em ter à disposição produtos livres de agrotóxicos herbicidas, consciência de estar contribuindo para a continuidade da biodiversidade local, preocupação com a qualidade da água consumida atualmente e pelas gerações futuras, além de viabilizar uma melhor qualidade de vida aos agricultores responsáveis pela produção vegetal (CUPERTINO; MARA-MUSSURY, 2010). Desta forma, considera-se uma importante demanda acadêmica o estudo sobre a eficiência da aplicação de extratos vegetais com potencial herbicida para o controle de plantas espontâneas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito alelopático de diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de repolho branco em plantas de alface.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e quantificar os componentes químicos existentes no extrato aquoso de repolho de concentração 100%, a partir da análise química realizada no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
- Verificar qual das duas concentrações do extrato aquoso de repolho terá maior efeito alelopático nas plantas de alface, sendo 50% e 100%, observando a eficiência na redução ou paralização do crescimento das plantas;
- Avaliar o crescimento e desenvolvimento das plantas de alface através dos parâmetros agrônômicos de número de folhas, altura de plantas, aspecto visual e matéria fresca, relacionando as variáveis com os tratamentos aplicados;
- Verificar se os extratos aquosos de repolho podem ser validados e recomendados aos olericultores orgânicos ou em transição.

4 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no município de Santana do Livramento, RS, entre os meses de abril e maio de 2018, no Campus Central da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs), na unidade de Santana do Livramento.

A classificação climática de Santana do Livramento é do tipo Cfa, segundo Köppen e Geiger (1928), caracterizado por verão quente e temperado com temperatura média de 18,4 °C e pluviosidade média anual de 1.467 mm. As condições climáticas durante o período do experimento foram características de um inverno normal, com temperaturas que oscilaram em torno de 8 °C a 24°C, com poucos dias de temperaturas baixas e totalizando 398,2 milímetros de precipitação pluviométrica (Apêndice 1).

A escolha da espécie vegetal folhosa alface testada para a aplicação dos extratos herbicidas de repolho foi baseada na sensibilidade desta hortaliça em testes de potenciais substâncias aleloquímicas (HOFFMANN et al., 2007).

A espécie utilizada no experimento foi a alface (*Lactuca sativa*) variedade lisa sem cabeça, cultivar comercial Stella, cultivada em bandejas de poliestireno contendo 200 células, preenchida com substrato comercial MecPlant®.

Quando as mudas apresentaram três folhas definitivas, ou 5 a 6 cm de altura, foram transplantadas das bandejas de isopor para copos individuais de 200 ml, com cinco furos na parte inferior para drenagem da água de irrigação. O experimento permaneceu durante todo o período em local aberto, sob influência das variáveis climáticas reinantes no período (Figura 1).

Foi respeitada uma distância segura de 70 cm entre os tratamentos, como forma de evitar a deriva de gotículas durante a pulverização dos diferentes extratos de repolho sobre as plantas de alface.



Figura 1 - Plantas de alface na instalação do experimento.

Fonte: Autora (2020)

A escolha do extrato de repolho verde (*Brassica oleracea* variedade *Capitata*), para utilização como potencial herbicida em mudas de alface foi baseada em alguns relatos de pesquisa que testaram sua utilização no combate às plantas espontâneas em cultivos orgânicos (BLANCO, 2015).

4.1 PREPARO, APLICAÇÃO E ANÁLISE LABORATORIAL DO EXTRATO AQUOSO DE REPOLHO

O preparo do extrato de repolho foi conduzido no Laboratório de Microbiologia da Uergs no dia 17 de abril de 2018, sendo a metodologia e os processos de infusão, decocção e recomendação das doses de diluição para as pulverizações, baseados na descrição de Lovatto et al. (2012).

Para a obtenção do extrato foram utilizadas folhas frescas de repolho verde, adquiridos em comércio local. O material foi levado ao laboratório, onde as folhas de repolho foram lavadas e picadas em pequenos pedaços de aproximadamente 2 cm

(Figura 2). Descartou-se as folhas baixas, danificadas e amareladas, utilizando-se somente aquelas em perfeito estado.

Figura 2 - Repolho sendo preparado para a formulação do extrato.



Fonte: Autora (2020)

As folhas de repolho foram separadas e pesadas em balança analítica de precisão da marca Gehaka® nas quantidades definidas do material para a elaboração dos extratos concentrados, sendo 300 g e 150 g de repolho para cada 1000 ml de água destilada, respectivamente para as concentrações de 100 e 50%. Posteriormente à pesagem, as folhas de repolho foram fervidas em água destilada durante 10 minutos.

Foram obtidas duas concentrações do extrato: uma continha 300 gramas de repolho para cada 1000 ml de água (concentração 100%) e a outra continha 150 gramas de repolho para cada 1000 ml de água (concentração 50%). Logo após fervido e resfriado, os extratos concentrados foram coados e acondicionados em recipientes de vidro de cor âmbar, permanecendo em local sombreado, fresco e arejado.

Nos sete dias que antecederam a pulverização, os extratos foram acondicionados em bombonas plásticas com capacidade de 50 litros, hermeticamente fechadas (Figura 3).

As bombonas eram agitadas uma vez por dia durante o período do experimento, como forma de evitar decantação de material sólido.

Figura 3 - Bombonas utilizadas para armazenar o extrato de repolho.



Fonte: Autora (2020)

A pulverização das alfaces com o extrato de repolho ocorria uma vez por semana, de forma que cobrisse totalmente a parte aérea das plantas até o ponto de escorrimento sobre as folhas, via regador manual. Caso houvesse precipitação pluviométrica nesse período, uma nova pulverização era realizada. Ao final do experimento, as mudas de alface receberam um total de cinco pulverizações semanais.

Os extratos de repolho foram submetidos a análise no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), objetivando a quantificação de seus constituintes químicos. A identificação da composição química dos extratos foi realizada através da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC/MS). Para isolamento e quantificação dos componentes químicos das amostras, foram utilizados diferentes compostos, como o dicloro e o butanol.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E VARIÁVEIS ANALISADAS

Os tratamentos foram constituídos por três concentrações de extrato de repolho verde: T1) plantas de alface sem pulverização de extrato botânico (testemunha); T2) plantas de alface pulverizadas com extrato de repolho na

concentração 100%; T3) plantas de alface pulverizadas com extrato de repolho na concentração 50%.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 40 repetições, sendo cada repetição constituída por uma planta de alface. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As avaliações do experimento foram realizadas semanalmente, durante cinco semanas, sendo: número de folhas (contagem direta das folhas de alface), altura de planta (medida direta com régua graduada desde o colo até o ponto final de crescimento das folhas) e aspecto visual (foi determinado um índice de aspecto visual, utilizando notas de 1 a 5, onde 1 = extremamente defeituosas, 2 = comerciais defeituosas, 3 = moderadamente defeituosas, 4 = levemente defeituosas, 5 = sem defeitos aparentes, segundo metodologia de Melo et al. (2010).

Após finalizar o experimento pesou-se a matéria fresca da parte aérea das plantas de alface (pesagem da biomassa da parte aérea, em balança de precisão).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão representados os resultados das variáveis agronômicas de crescimento vegetal (altura de plantas, número de folhas, peso de matéria fresca da parte aérea e aspecto visual) analisadas ao final do experimento, a partir dos tratamentos testados.

Tabela 1 - Variáveis agronômicas de crescimento avaliadas no experimento: altura de plantas (cm), número de folhas, matéria fresca da parte aérea (g) e escala de aspecto visual (índice numérico). Santana do Livramento, Uergs, 2019.

Tratamentos	Altura de planta (cm)	Número de Folhas	Matéria fresca (g)	Aspecto visual (índice)
T1) Testemunha	7,79 a*	8,57 a	17,44 a	5
T2) Extrato de repolho 50%	7,90 a	8,49 a	14,54 b	4
T3) Extrato de repolho 100%	7,50 a	8,06 a	9,77 c	3

Fonte: Autora (2020)

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação as variáveis altura de plantas e número de folhas, não houve diferença estatística significativa nas médias finais, com resultados numéricos muito semelhantes entre os tratamentos testados. Isso possivelmente possa ser atribuído ao fato do herbicida de repolho aplicado via pulverização começar a fazer efeito somente após a quarta aplicação nas plantas de alface, ou seja, quase ao final do experimento, não demonstrando diferença significativa nas médias finais das variáveis mensuradas (Figura 4). O ciclo de produção da alface do plantio a colheita é de 60 dias, realizamos 5 pulverizações para testarmos na fase jovem da planta.

A ação tardia dos extratos de repolho testados e pulverizados nas folhas da alface diferiu da pesquisa conduzida por Rezende et al. (2016), que verificou ação

inibitória do extrato aquoso de repolho na germinação de sementes de alface desde a primeira aplicação, acentuando-se até o sétimo dia de pulverização.

A alface é uma hortaliça folhosa considerada planta teste para experimentos com substâncias de potencial aleloquímico, principalmente as sementes (HOFFMANN et al.,2007). Essa constatação do autor pode argumentar a maior sensibilidade e resposta das sementes de alface à pulverização dos extratos e repolho, quando em comparação com mudas e plantas adultas.

De Conti e Franco (2011), pulverizando extrato de repolho em sementes de alface, perceberam o efeito alelopático, ocorrido pela entrada de substâncias aleloquímicas diluídas em água para o interior das sementes durante o processo de embebição, podendo inibir ou retardar a germinação.

Figura 4 - Amostra das plantas de alfaces com as diferentes concentrações do extrato de repolho.



Fonte: Autora (2020)

A alelopatia é explicada por Gliessman (2000) como uma interferência natural, por meio da qual determinadas plantas produzem substâncias que, quando liberadas no ambiente, podem beneficiar ou prejudicar outros organismos próximos.

De acordo com Soares e Vieira (2000), a alelopatia é descrita como um processo pelo qual produtos do metabolismo secundário de determinado vegetal são liberados, afetando a germinação e o desenvolvimento de folhas, hastes e produção de gemas vegetativas e reprodutivas.

O princípio ativo da maioria das plantas que ocasiona alelopatia é mediado por meio de substâncias químicas pertencentes a diferentes categorias de

compostos, tais como fenóis, terpenos, alcalóides, hidrocarbonetos, poliacetilenos, ácidos graxos, peptídeos, entre outros (PERIOTTO et al., 2004).

Os resultados da análise do extrato de repolho na concentração de 100% utilizado no experimento e realizado no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Componentes químicos revelados no extrato de repolho de 100% com extração com dicloro e hexano. Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Composto químico	Percentual 100 %
Tetracontano	19,43
2-2 Dimetilhexano	19,22
4-t-Butil-2-(1-metil-2-nitroetil) ciclohexano	16,48
Nonadecano	13,78
3 Metil – hexano	13,53
1-3 Dimetil – ciclopentano	12,22

Fonte: MUNIZ, C. R. (2020)

Na pesquisa em questão, identificou-se uma possível relação entre a medida de altura das plantas e o peso de matéria fresca da parte aérea com a aplicação dos extratos de repolho, já que as plantas que receberam o tratamento T3 (extrato na concentração 100%) apresentaram menor peso de matéria fresca da parte aérea (Figura 5).

De acordo com a Tabela 2, percebe-se que a análise do extrato de repolho 100% apresenta concentração de tetracontano (19,43%) e de 1-3 dimetil - ciclopentano (12,22 %), ambos hidrocarbonetos que podem ter afetado o crescimento das plantas de alface.

Figura 5 – Tratamentos e efeito da aplicação dos extratos de repolho, ao final do experimento



Fonte: Autora (2020)

Bento (2013), trabalhando com atividade antioxidante e alelopática da espécie vegetal jacarandá (*Jacaranda caroba*) em pulverização sobre sementes de alface, identificou diversos hidrocarbonetos nos extratos vegetais, entre eles o tetracontano, que em todas as concentrações testadas no experimento proporcionou redução na porcentagem e no índice de velocidade de germinação das sementes da hortaliça

Putnam (1987), no que se refere à diversidade das substâncias químicas alelopáticas, descreve que a variação pode ser desde simples hidrocarbonetos, como o etileno, até compostos complexos, como os policíclicos, com pesos moleculares bastante elevados.

Komai et al. (1991), encontrou substâncias do grupo dos hidrocarbonetos na extração de óleo de *Cyperus rotundus*, porém com baixo potencial alelopático se comparado com o grupo químico dos sesquiterpenos.

Nos extratos de repolho 100% também foram encontrados os compostos químicos 2-2 dimetilhexano (19,22%), nonadecano (13,78%) e 3 - metil - hexano (13,53%), que possivelmente podem ter causado efeitos alelopáticos sobre as plantas, afetando o crescimento das alfaces que receberam a aplicação desse tratamento.

Mafalda (2017) relatou a presença do composto químico tetracontano quando estudando extratos de folhas e cascas da *Guazuma ulmifolia*, analisando a ação fungitóxica ao fitopatógeno *Fusarium sp.*

Conforme a Tabela 2, foi observado também no extrato de repolho 100% a presença do composto 4-t-butil-2-(1-metil-2-nitroetil) ciclohexano (16,48%), porém não foram encontrados autores que estudassem este composto com poder alelopático. Sugere-se a necessidade de estudos com este elemento e seus efeitos benéficos, maléficos, potencializadores ou inibitórios sobre plantas.

Para variável peso de massa fresca da parte aérea, houve diferença estatística significativa entre os tratamentos aplicados (Tabela 1). As plantas que receberam o extrato na concentração 100% e 50% tiveram pesos inferiores (9,77 g e 14,5 g, respectivamente), em comparação às que não receberam nenhum tratamento (17,4 g).

Os componentes nonadecano e tetracontano encontrados nos extratos de repolho 100% e 50% de concentração, podem ter relação com a redução do peso de massa fresca das plantas que receberam a pulverização.

O nonadecano é um composto presente em óleos essenciais, estando presente nas rotas metabólica dos lipídios, a síntese dos lipídeos em si, é parte importante do metabolismo primário sendo essencial ao crescimento do organismo (OHLROGGE; BROWSE, 1995). Esses ácidos graxos (glicerolipídeos) estão presentes nas membranas celulares, o composto nonadecano pode ter causado alguma instabilidade na membrana e por isso as plantas terem tido o crescimento reduzindo.

Anvisa (2015) identificou o componente nonadecano no óleo essencial de *Tagetes minuta*, sendo essa uma planta bioativa que pode apresentar ampla ação sobre diversos organismos, incluindo insetos, bactérias e outras plantas (GAKUUBI et al., 2016). Também de acordo com Keita et al. (2000), espécies do gênero *Tagetes* têm apresentado atividade inseticida contra pragas de produtos armazenados.

Omar (2012), estudando a determinação do potencial alelopático de cultivares de arroz (*Oryza sativa*) observou a presença de nonadecano na análise química das plantas, onde a partir dos resultados dos bioensaios foi possível determinar que, das seis cultivares testadas, duas delas (El Paso 144 e Bluebonnet 50) apresentaram

capacidade alelopática, pois conseguiram inibir o crescimento da planta daninha capim arroz (*Echinochloa crusgalli*).

Torres (2012), trabalhando com atividades alopáticas de extratos de *Henriettella trachyphyllae* e *Miconia coronata* sobre mudas de alface, observou a presença de tetracontano em seus extratos elaborados, onde as alfaces com aplicação de extratos tiveram inibição no crescimento.

Portanto, pode-se subentender que os compostos químicos encontrados no extrato de repolho podem ter causado uma inibição da emissão de folhas de alface e, conseqüentemente, na redução do peso de matéria fresca nos tratamentos T2 (concentração 50%) e T3 (concentração 100%).

De acordo com Reigosa et al. (2006), os efeitos ocasionados por elementos químicos, como o tetracontano, 2-2 dimetilhexano e nonadecano, atuam sobre o crescimento do vegetal, na divisão celular, síntese orgânica, interações hormonais, absorção de nutrientes, inibição da síntese de proteínas, mudanças no metabolismo lipídico, abertura estomática, assimilação de CO₂ e na fotossíntese, inibindo o transporte de elétrons e reduzindo o conteúdo de clorofila na planta.

A variável aspecto visual das plantas de alface foi baseada na metodologia de Melo et al. (2010), que trabalhando com brócolis (*Brassica oleracea L. variedade. Italicaplenck*) determinou o índice de aspecto visual para as plantas, onde empregou uma escala de notas variando de 1 a 5, onde 1 = extremamente defeituosas, 2 = comerciais defeituosas, 3 = moderadamente defeituosas, 4 = levemente defeituosa e 5 = sem defeitos aparentes.

Para o trabalho em questão com plantas de alface, encontraram-se os seguintes resultados: no tratamento T3 (concentração 100%) a maioria das plantas (30 alfaces ou 75% das amostras analisadas) começaram a ficar moderadamente defeituosas (nota 3), apresentando 6,42 folhas com coloração amarela e marrom, a partir da quarta aplicação do extrato botânico.

Já no tratamento T2 (concentração 50%), observou-se que as plantas mostraram-se levemente defeituosas (nota 4), ressaltando-se que apenas uma pequena parcela das plantas pulverizadas (15 alfaces ou 37,5% das amostras analisadas) apresentaram folhas de coloração amarelada.

No tratamento T1 (testemunha sem aplicação dos extratos de repolho) não foram identificados defeitos aparentes nas plantas de alface (nota 5).

Ao final do experimento, verificou-se que os extratos aquosos de repolho nas concentrações de 50% e 100% proporcionaram uma redução da massa fresca aérea das alfaces a partir da quarta aplicação via pulverização, evidenciando o poder alelopático do repolho e podendo-se sugerir que a concentração 100% mostrou-se mais eficiente como na redução do crescimento das plantas. Mesmo assim, ressalta-se que o extrato aquoso de repolho mais concentrado não foi eficiente como herbicida, já que houve a necessidade da realização de várias aplicações até começar o efeito desejado, podendo ser inviável essa recomendação ao agricultor.

Recomenda-se que antes de validar e recomendar os extratos de repolho aos agricultores que cultivam de forma orgânica ou em fase de transição, novos experimentos de pesquisa sejam realizados, testando-se outras concentrações, maior número de aplicações sobre as plantas ou até mesmo a mistura com outras plantas bioativas de maior poder alelopático

6 CONCLUSÕES

Para as condições locais onde a pesquisa foi realizada, concluiu-se que:

- A análise química laboratorial do extrato de repolho revelou a presença dos seguintes componentes: tetracontano (19,43%), 2 - 2 dimetilhexano (19,22%), 4 – t – butil - 2- (1- metil - 2- nitroetil) ciclohexano (16,48%), nonadecano (13,78%), 3 - metil – hexano (13,53%) e 1-3 dimetil - ciclopentano (12,22%);
- A pulverização com extrato de repolho nas concentrações 50% e 100% proporcionaram redução no tamanho das folhas de alface, sugerindo um efeito alelopático, sendo a concentração 100% mais eficiente na redução do crescimento das plantas. As plantas de alface que foram pulverizadas com extrato de repolho na concentração 100% demonstraram menor altura de plantas e menor peso de matéria fresca da parte aérea;
- Quanto ao aspecto visual, o extrato de repolho na concentração 100% tornou 75% das amostras analisadas moderadamente defeituosas (nota 3), com 6,42 folhas com coloração amarelas e marrons. Já o extrato na concentração 50% proporcionou que 37,5% de plantas de alface apresentassem leves defeitos (nota 4). No tratamento testemunha não foram identificados defeitos aparentes (nota 5);
- Os componentes químicos tetracontano e nonadecano encontrados no extrato aquoso de repolho possuem efeito alelopático sobre plantas de alface;

- Recomenda-se que antes de validar e recomendar os extratos de repolho aos agricultores que cultivam de forma orgânica ou em fase de transição, novos experimentos de pesquisa sejam realizados, testando-se outras concentrações e maior número de aplicações sobre as plantas;
- Sugere-se novas pesquisas relacionadas à atividade alelopática de extrato de repolho sobre plantas cultivadas, necessitando um aprofundamento experimental para determinar a ação benéfica, maléfica, potencializadora ou inibitória dos elementos químicos identificados no extrato.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991.

ALMEIDA, Gustavo D., ZUCOLOTO, Moises, ZETUN, Mariana C., COELHO, Inácio, SOBREIR, Fabrício M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Ver.Fac.Nal.Agr.** Medellin. 61(1):4237-4247. 2008.

ALMEIDA, Luiz F. R. **Composição química e atividade alelopática de extratos foliares de Leonurus sibiricus L. (Lamiaceae)**. 2006. 105 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991.

ALVES, Maria C. S., MEDEIROS FILHO, Sebastião, INNECCO, Renato, TORRES, Salvador B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, nov. 2004.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto, Editora Holos, 2003.

AMARANTE JÚNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Métodos de extração e determinação do herbicida glyphosate: breve revisão. **Química Nova**, São Paulo, v.25, n.3, p. 420-428, 2002.

ARAÚJO, E. O.; ESPÍRITO SANTO, C. L.; SANTANA, C. N. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.5, n.2, p.109-115, 2010.

BEDIN, C.; MENDES, L. B.; TRECENTE, V. C.; SILVA, J. M. S. Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.5, n.10, 2006.

BENTO, C. S. O. **Composição química atividades antioxidante e alelopática da caroba do campo (Jacaranda caroba (Vell.) A. D.C - Bignoanceae)**. 2013. 108 p.

Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

BIANCHI, M. A. **Programa de difusão do manejo integrado de plantas daninhas em soja no Rio Grande do Sul**: 1994/ 95. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. 31 p.

BLANCO, O. H. N. **Herbicida natural, uma dica? E sua receita**. Disponível em: <http://oextensionista.blogspot.com.br/2012/02/herbicida-natural-uma-dica-e-sua.html>. Acesso em 29 julho 2018.

BORELLA, Junior, WANDSCHEER, Alana C. D., BONATTI, Luziana C., PASTORINI, Lindamir H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 260-265, jul./set. 2009.

BOUSSALIS, A. M., FERRARO, E. G., MARTINO, V. S. 1999. Argentine plants as potential source of insecticidal compound. **Journal of Ethno pharmacology** 67: 219-223.

BOZSA, R. C., OLIVER, L.R. Competitive mechanisms of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and soybean (*Glycine max*) during seedling growth. **Weed Science**, Champaign, v.38, n.4-5, p.344-350, 1990.

CANELLA, D. S; LOUZADA, M. L. C; CLARO, R. M; COSTA, J. C; BANDONI, D. H; LEVI, R. B; MARTINS, A. P. B. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultraprocessados no Brasil. **Revista Saúde Pública**. Rio de Janeiro, 2018.

CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**, Lages, Santa Catarina v.1, p.82, 2013.

CASPER, B. B., JACKSON, R. B. Plant competition underground. **Annual Review Ecology and Systematic**, Palo Alto, v.28, p.545-5.

CHAGAS, I. D.; **Os Impactos do Agroquímicos sobre o Meio Ambiente**. 2009. Brasil Escola. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/biologia/os-impactos-agroquimicos-sobre-meio-ambiente.htm>. Acesso em julho 2020.

CHEW, F. S. Biological effects of glucosinolates. In: CUTLER, H.G. (ED.). **Biologically active natural products**: potential use in agriculture. Washington: American Chemical Society, 1988. p.155-181.

CRUZ, D. L. S. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Nota Técnica**. v. 3, n. 1, p. 58-63, 2009.

CUPERTINO, D. M. de S.; MARA-MUSSURY, R. **Avaliação do efeito deterrente de extratos vegetais sobre *Papilio thoas brasiliensis* (Lepidoptera: Papilionidae)** Rothschild & Jordan, 1906. Res. Soc., V. 1, n. 1, La Paz, 2010. Disponível em: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207292942010000100006. Acesso em: 22 de junho 2020.

DE CONTI, D.; FRANCO, E. T. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Casearia sylvestris* SW na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.2-4, p.193-203, 2011.

DEZOTTI, P. C.; HERNANDEZ–TERRONES, M. G., MELO, G. S. Potencial herbicida do extrato metanólico de sementes de mata-barata. **In:** Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 23, Gramado, 2002. Resumos, p. 48.

ELIO, G. W. M; SCHIJLEN, C. H.; VOS, R.; ARJEN, J; TUNEN, V.; BOVY, A. Modification of flavonoid biosynthese in crop plants. **Phyto chemistry**65. Issue 19, 2631 – 2648, 2004.

FARIA, T. M.; GOMES JÚNIOR, F. G.; SÁ, M. E. et al. Efeitos alelopáticos de extratos vegetais na germinação, colonização micorrízica e crescimento inicial de milho, soja e feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.1, p.1625-1633, 2009.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. Ed. Viçosa: Minas Gerais, Universidade Federal de Viçosa, 2013. 421 p.

FORMAGIO, A. S. N.; MASETTO, T. E.; BALDIVIA, D. S.; VIEIRA, M. C.; ZARATE, N. A. H.; PEREIRA, Z. V. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 349-354, 2010.

GALON, L.; MOSSI, A.; REICHERT JUNIOR, F.; REIK, G.; TREICHEL, H.; FORTE, C. Manejo biológico de plantas daninhas: breve revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.15, n.1, p.116-125, 2016.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A.; SOARES, E. R.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n.3, p. 18-38, 2010.

GATTI, A. B.; RONQUIM, C. C; IMATOMI, M.; BERNARDO, V.; OLIVEIRA, A. V.; PEREZ, S.C.J.G.A. Potencial alelopático de folhas de manga e jabolão sob a germinação e emergência de espécies cultivadas e nativas. **In:** 58° Congresso Nacional Botânica, São Paulo, 2007.

GHAYAL, N.A., DHUMAL, K.N. & DESHPANDE, N.R. 2007. Phytotoxic effects of *Cassia uniflora* leaf leachates on germination and seedling growth of radish (*Raphanus sativus*) and mustard (*Brassica juncea*). **Allelopathy Journal**, 19: 361-372.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 17:61-70, 2000.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia:** processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653p.

HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L.A.S.; BASTOS, C.F.; WALLAU, G.L. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p.11-21, 2007.

JÖNSSON, M. **Responses to oilseed rape and cotton volatiles in insect herbivores and parasitoids**. 2005. 205 f. Tese (Doctor Thesis in Crop Science) - Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2005.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A.L. **Cultivo do milho**.4ª. ed. Sete lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2007.

KATO-NOGUCHI, H. Assessment of allelopathic potencial of shoot powder of lemon balm. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 97, p. 419-423, 2003.

KHAN, Z. R.; HASSANALI, A.; OVERHOLT, W.; KHAMIS, T.; HOOPER, A. M.; PICHETT, J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. Control of witchweed *Striga hermonthica* by intercropping with *Desmodium* spp., and the mechanism defined as allelopathic. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 28, n. 9, p. 1871-1885, 2002.

KOMAI, K.; TANG, C. S.; NISHIMOTO, R.K. Chemotypes of *Cyperus rotundus* in Pacific Rim and inhibitory of their essential oils. **Journal Chemical Ecology**, New York, 17(1): 1-11.1991.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150 cm x 200 cm.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3ª. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2000.

LOVATTO, P. B. **As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar**: análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças. 2012. 392f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) – Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas, RS. 2012.

LUCCHESI, A. A.; OLIVEIRA, R.F. Efeito inibitório na germinação, induzido pelo extrato de couve (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala* DC.). **An. Esalq**, Piracicaba, v.45, n.1, p. 167-187, 1988.

MACÍAS, F. A.; VARELA, R. M.; TORRES, A.; OLIVA, R. M.; MOLINILLO, J. M. G. Bioactive norsesquiterpenes from *Helianthus annuus* with potential allelopathic activity. **Phytochemistry**, 48. 1998.

MAFALDA, M. V. **Rendimento e ação fungitóxica dos extratos de folhas e cascas da *Guazuma ulmifolia***. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais, Palmas, 2017.

MAGALHÃES, A. C. M.; ARAÚJO, M. L.; MELHORANÇA FILHO, A. L. Avaliação do Potencial Alelopático de *Cymbopogon citratus* e *Cyperus rotundus* L. sobre a Germinação e o Desenvolvimento Inicial de Plântulas de *Cordia goeldiana*. In: XXVIII **Anais...** XXVIII Congresso brasileiro das ciências das plantas daninhas na era da biotecnologia. Ano 2012.

MAHMOUD, T. S. **Estudo fitoquímico e atividades biológicas de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae)**. 2010. 246 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química de Araraquara, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/105817>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

MALHEIROS, A.; PERES, M. T. L. P. **Alelopatia**: Interações químicas entre espécies. In: YNES, R. A., CALIXTO, J. B. Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna. Chapecó: Argos. p. 503-523. 2001.

MATTOS, M. L. T.; PERALBA, M. C. R.; DIAS, S. L. P. PRATA, F.; CAMARGO, L. Monitoramento ambiental do glyphosate e do seu metabólito (ácido amino metilfosfônico) na água de lavoura de arroz irrigado. Pesticidas: **Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.12, n. 1, p.145-154, 2002.

MELO RAC; MADEIRA NR; PEIXOTO JR. 2010. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira** 28:23-28.

MIRÓ, C. P.; FERREIRA, A.G. & AQUILA, M. E. A. 1998. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 33(8): 1261-1270.

MYCALE, T. **Métodos de extração e fracionamento de extratos vegetais**. 2016. Disponível em: <http://www.uepg.br/fitofar/dados/tecnicasextrativas.pdf>. Acesso em: 05 de ago. 2018.

NERY, M. C. et al. Potencial alelopático de *Raphanus sativus* L. var. oleiferus. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 23, n. 1, 2013.

NEVES, R. **Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja**. Passo Fundo, 2005. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo.

OHROGGE, J.; BROWSE, J. Lipid Biosynthesis. **The Plant Cell**, vol. 7, p.957-970, 1995.

OLIVEIRA Junior, R. S., CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. 362 p. Guaíba: Agropecuária, 2001.

OLIVEIRA Junior, R. S. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. 1. ed. Curitiba. Ompipax. 2011.

- OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia aferreana* germinação de alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1397-1403, 2012.
- OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P.; MEDEIROS FILHO, S. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p.480-483, 2012.
- OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília: Embrapa, 2018.
- OMAR, A. F. U. **Determinación del potencial alelopático de cultivares de arroz (*Oriza sativa* L.) más frecuentemente empleados em la mesopotamia**. Tesis Magister- Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2012.
- VIDAL, Ribas A. **Interação negativa entre plantas: Inicialismo, Alelopatia e Competição**. UFRGS. Porto Alegre, 2010.
- PEREIRA, W.; MELO, W. F. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008.
- PERIOTTO, F. et al. Efeito alelopático de *Andirahumilis* Mart. Ex Benthna germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasília**, v.18, n.3, p.425-30, 2004.
- PETERSEN, R. C., STEVENS, J. C., GANGULI, M., TANGALOS, E. G., CUMMINGS, J. L., & De Kosky, S. T. (2001). Practice parameter: Early detection of dementia: Mild cognitive impairment (an evidence-based review). **Neurology**, 56(9), 1133–1142.
- PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA, I. A.; OLIVEIRA, R. S.; FARIA, T. C. L. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 1, p. 61-65, 2001.
- PUTMAN, A. R. Weed allelopathy. In: DUKE, S. O. (Ed.) **Weed Physiology**. Boca Raton, CRC, 1987, v.1: Reproduction and ecophysiology.
- RAVEN, P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- REZENDE, G. J. C.; YAMASHITA, O. M.; BATISTÃO, A. C.; ROCHA, V. F.; GERVAZIO, W. Uso de extrato aquoso de repolho como herbicida natural. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 9, n. 2, p. 125-136, 2016.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic, 1984. 422 p.
- RINALDO, D., RODRIGUES, C. M., RODRIGUES, J., SANNOMIYA, M., SANTOS, L. C., VILEGAS, W., 2007. New Flavone from the Leaves of *Neea theifera* (Nyctaginaceae). **Sociedade Brasileira de Química**. 18, 1132-1135.

RIZZARDI et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.4, p.707-714, 2001.

RIZZARDI, M. A.; NEVES, R.; LAMB, T.D.; JOHANN, L. B. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. *Oleifera*) na supressão de picão preto (*Bidens* sp) e soja. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.239-248, 2008.

RODRIGUES, A. P. D. C.; LAURA, V. A.; PEREIRA, S. R.; DEISS, C. Alelopatia de duas espécies de braquiária em sementes de três espécies de estilosantes. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1758-1763, 2012.

RODRIGUES, B. N., PASSINI, T., FERREIRA, A. G. 1999. Research on allelopathy in Brazil. In: NARWAL, S. S. (ed.) Allelopathy update. **New Hampshire: Science Publishers**. p. 307-323

RODRIGUES, N. C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de São João Del Rei, UFSJ, Sete Lagos, MG. 2016.

SANTOS, R. V.; SILVA, G. H.; Ó, K. D. S; VITAL, A. F. M; FARIAS JR, J. A. Atributos do solo-paisagem em áreas degradadas com malva branca. **Revista verde**, Mossoró-RN, v.8, n.3p. 263-269 jul -set, 2013.

SANTOS, H. A. A.; SILVA, E. D.; DUBBRSTEIN, D.; DIAS, J. R. M.; LEITE, H. M. F.; MOTA, L. H. S. O. Enraizamento de estacas de cafeeiro imersas em extrato de tiririca. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Anais...** Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, CE. 2011.

SANTOS, J. C. F.; SOUZA, I. F.; MENDES, A. N. G.; MORAIS, A. R.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; MARINHO, J. T. S. Efeito de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru de mancha. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.783-790, 2002.

SANTOS, P. L. dos. Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2562-2576, 2013.

SCHÄFFER, N. O. **Os Alemães no Rio Grande do Sul**: dos números iniciais aos censos demográficos. In: Os Alemães no Sul do Brasil. Canoas: Editora da ULBRA, 2004.

SCHIEDECK, G. **Aproveitamento de plantas bioativas**: estratégia e alternativa para a agricultura familiar. 2008. Disponível em: http://www.cpact.embrapa.br/imprensa/aritogs/2008/aGustavo_bioativ.pdf. Acesso em: 04 de julho 2020.

SCHNEIDER, T. C.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Potencial alelopático do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) sobre o desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) **Revista Thêma et Scientia**. v. 2, n. 1, p. 151-156, 2012.

SCHOTT, P. C. **Benefícios Potenciais de Plantas Daninhas:** uma perspectiva de educação ambiental. Monografia de especialização, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS. 2010.

SCHUMANN, A. W.; LITTLE, K. M.; ECCLES. Suppression of seed germination and early seedling growth by plantation harvest residues. **South African Journal of plant and Soil**, Pretoria, v. 12, n. 4, p. 170-172, 1995.

SILVA, J. A. G. et al. Alelopatia da canola sobre o desenvolvimento e produtividade da soja. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.4, p. 428-437, 2011.

SILVA, Z. L. Alelopatia e defesa em plantas. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 258-259, 1978.

SOARES, G. L. G. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. Grand Rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.190-197, 2000.

SOUZA, C. L. M.; SILVA, W. L. P.; GUERRA, A. M. N. M.; CARDOSO, M. C. R.; TORRES, S. B. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. **Revista Verde**, Mossoró, v.2, n.2, p.96-100, 2007.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C. A. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, vol.24, no.4, Viçosa, 2006.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K. Efeito estimulante do óleo essencial de eucalipto na germinação e crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.30, n.63. 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 719 p. 2004.

TORRES, P.X.E. **Actividad alelopática del extracto em cloroformo de *Henriettella trachyphylla*, en acetato de etilo de *Miconia coronata* (Melastomataceae), y lábio transformación de (R) - carvona por *Aspergillus* spp.** Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.

TUKEY JÚNIOR, H. B. Implications of allelopathy in agricultural plant science. **Botanical Review**, Bronx, v. 35, n. 1, p. 1-16, 1969.

VARGAS L; ROMANES. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. Bento Gonçalves: EMBRAPA/ CNPQV, 2004. 652 p.

APÊNDICE 1 – Médias mensais das temperaturas mínimas e máximas e precipitação pluvial total mensal durante o período da pesquisa. Santana do Livramento, 2018.

Médias mensais das temperaturas mínimas e máximas e precipitação pluvial mensal durante o período da pesquisa			
	Abr	Mai	Jun
Média temperatura mínima (°C)	14,4	12,1	8,2
Média temperatura máxima (°C)	24,3	19,8	17,5
Precipitação pluvial (mm)	272,8	84,6	40,8

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia INMET (2018).