

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA**

FLAVIA BEDIN

**ALELOPATIA DE EXTRATOS DE PLANTAS DE COBERTURA NA GERMINAÇÃO
E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE BETERRABA E CEBOLA**

**CHAPECÓ
2021**

FLAVIA BEDIN

**ALELOPATIA DE EXTRATOS DE PLANTAS DE COBERTURA NA GERMINAÇÃO
E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE BETERRABA E CEBOLA**

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.

Orientador: Prof.^a Dr.^a. Vanessa Neumann Silva

CHAPECÓ

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Bedin, Flavia
ALELOPATIA DE EXTRATOS DE PLANTAS DE COBERTURA NA
GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE BETERRABA E
CEBOLA / Flavia Bedin. -- 2021.
68 f.:il.

Orientadora: Doutora em Fitotecnia Vanessa Neumann
Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2021.

I. Silva, Vanessa Neumann, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

FLAVIA BEDIN

**ALELOPATIA DE EXTRATOS DE PLANTAS DE COBERTURA NA GERMINAÇÃO
E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE BETERRABA E CEBOLA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS);
como requisito parcial para obtenção do grau de
Dacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 22/09/2021

BANCA EXAMINADORA

Vanessa Neumann Silva

Prof.^a Dr.^a Vanessa Neumann Silva – UFFS
Orientadora

Vanessa Neumann Silva

Prof. Dr. Siomar Pedro Tironi – UFFS
Avaliador

Vanessa Neumann Silva

Prof. Dr. André Luiz Radunz – UFFS
Avaliador

AGRADECIMENTOS

É com imensa gratidão e orgulho que concluo mais uma etapa da graduação e da vida. E os meus sinceros agradecimentos começam a Deus pela vida e pela oportunidade que tive de realizar esse sonho de ser Agrônoma.

Agradeço também aos meus pais que nunca deixaram de me amparar nessa longa jornada de estudos e foi a partir deles que pude realizar esse sonho. Vocês são meus maiores exemplos de vida, de como ser uma pessoa boa nesse mundo e para com meus filhos. Pai (Antonio C. Bedin) e mãe (Neiva S. T. Bedin) vocês me inspiram a ser uma pessoa melhor e obrigada pela minha vida. Uma vida é pouco para agradecer tudo que fizeram por mim.

Agradeço imensamente ao meu namorado Matheus Somensi que sempre esteve ao meu lado, diariamente ouvindo minhas angústias e minhas alegrias. Que me motivou a sempre ser uma pessoa melhor, a não deixar que as frustrações me abalassem e por acreditar que eu serei uma excelente profissional.

Gratidão imensa à minha professora orientadora Vanessa Neumann Silva, que me possibilitou o crescimento acadêmico dentro da universidade, desde em participações nos projetos como aluna voluntária, posteriormente com a oportunidade de ser aluna bolsista e também me auxiliar no TCC. Obrigada por todas as ajudas, sugestões, correções, oportunidades, ensinamentos e paciência.

Obrigada também a todos os docentes, que me ajudaram durante toda a trajetória acadêmica, vocês fazem grande diferença na vida de todas as pessoas que passam por vocês, incluo também a UFFS pela oportunidade de cursar a graduação nessa excelente universidade.

Agradecimento em especial também a minha amiga Letícia C. Vieira que foi minha dupla por toda a graduação.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo” (Albert Einstein).

RESUMO

A alelopatia ainda é um assunto recente por mais que esteja documentado e estudado desde muitos anos atrás, isso porque os metabólitos de rota secundária têm efeitos diversos e são produzidos pelas plantas apenas em determinadas circunstâncias. Portanto o objetivo dessa pesquisa foi verificar o efeito potencial alelopático de diferentes extratos aquosos de plantas utilizadas como cobertura, em sistemas de plantio direto de hortaliças, na germinação e crescimento de plântulas de beterraba e cebola. A pesquisa foi realizada em laboratório na Universidade Federal da Fronteira Sul *campus* Chapecó, com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (estágio de desenvolvimento quando as plantas foram colhidas x concentrações dos extratos). Sob sementes de cebola, foram avaliados extratos de plantas de capim sudão, crotalária e milho colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo. Nas sementes de beterraba aplicou-se extratos de plantas de ervilhaca, azevém e centeio colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo. Os extratos foram avaliados nas concentrações de 0, 25, 50 e 100%. As variáveis analisadas em ambos os experimentos foram: índice de velocidade de germinação, primeira contagem, germinação, comprimento de parte aérea e de raiz e massa seca de parte aérea e de raiz de plântulas. Os dados foram submetidos a análise de variância, comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para o fator estágio da planta de cobertura quando colhida e análise de regressão para o fator concentração do extrato. As respostas das sementes avaliadas com a presença dos extratos foram diversas; sendo que de maneira geral, para sementes de cebola Crioula a exposição aos extratos de crotalária e milho resultaram em influência negativa, a exposição aos extratos de capim sudão apresentou resultados variados havendo influência positiva e negativa. As variáveis analisadas das sementes de beterraba Maravilha foram beneficiadas com adição dos extratos de plantas de centeio, houve maior potencial alelopático do extrato de plantas de azevém colhidas em estágio reprodutivo, porém foi possível observar efeito benéfico com adição do extrato de plantas de azevém colhidas em vegetativo; houve também efeito benéfico com extrato de ervilhaca colhida em estágio vegetativo e efeito negativo apenas na máxima concentração do extrato de ervilhaca colhida em estágio reprodutivo.

Palavras-chave: fitotoxidade; qualidade fisiológica; *Allium cepa*; *Beta vulgaris* .

ABSTRACT

Allelopathy is still a recent subject even though it is documented and studied since many years ago, because the metabolites of secondary route have diverse effects and are produced by plants only under certain circumstances. Therefore, the objective of this research was to verify the potential allelopathic effect of different aqueous extracts of plants used as mulch in no-till vegetable production systems on the germination and growth of beet and onion seedlings. The research was conducted in the laboratory of the *Universidade Federal da Fronteira Sul campus Chapecó*, with entirely randomized design in a 2x4 factorial scheme (stage of development when the plants were harvested x concentrations of extracts). On onion seeds, extracts of sudão grass, crotalaria and millet plants harvested in vegetative and reproductive stages were evaluated. On beet seeds, extracts from vetch, ryegrass, and rye plants harvested in vegetative and reproductive stages were applied. The extracts were evaluated at concentrations of 0, 25, 50 and 100%. The variables analyzed in both experiments were: germination speed index, first count, germination, aerial part and root length, and aerial part and root dry mass of seedlings. The data were submitted to variance analysis, comparison of means by Tukey's test ($p < 0.05$) for the cover plant stage when harvested and regression analysis for the extract concentration factor. The response of the seeds evaluated with the presence of the extracts was diverse; in general, for Crioula onion seeds, the exposure to crotalaria and millet extracts resulted in negative influence, while the exposure to sudão grass extracts showed varied results, with positive and negative influence. The analyzed variables of the Maravilha beet seeds were benefited with the addition of the extracts of rye grass plants, there was a greater allelopathic potential of the extract of rye grass plants harvested in reproductive stage, however it was possible to observe a beneficial effect with the addition of the extract of rye grass plants harvested in vegetative stage; there was also a beneficial effect with the extract of vetch harvested in vegetative stage and a negative effect only in the maximum concentration of the extract of vetch harvested in reproductive stage.

Keywords: phytotoxicity; physiological quality; *Allium cepa*; *Beta vulgaris*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Material de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo após ser triturado (A) e acondicionamento das concentrações em balão de Erlenmeyer após a diluição do extrato de plantas de crotalária colhidas em estágio reprodutivo (B e C).....	26
Figura 2. Sementes de cebola Crioula aos seis DAS expostas aos extratos de plantas colhidas em estágio vegetativo, sendo extrato de milho (A), crotalária (B) e campim sudão (C). T0, T1, T2 e T3 representam as concentrações dos extratos 0%, 25%, 50% e 100%, respectivamente.....	30
Figura 3. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cebola, expostas aos extratos de crotalária.....	31
Figura 4. Valores médios de germinação de sementes de cebola, expostas aos extratos de plantas de crotalária colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	32
Figura 5. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de cebola expostas aos extratos de crotalária colhidas em período vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	33
Figura 6. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de cebola expostas aos extratos de plantas de crotalária colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	34
Figura 7. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cebola expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio reprodutivo.....	36
Figura 8. Valores médios de germinação de sementes de cebola, expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	37
Figura 9. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de cebola expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	38
Figura 10. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de cebola expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	39

Figura 11. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cebola expostas aos extratos de plantas de capim sudão.....	40
Figura 12. Valores médios de germinação de sementes de cebola expostas ao extrato de plantas de capim sudão colhidas em estágio vegetativo.....	42
Figura 13. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de cebola submetidas a extrato de capim sudão em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	43
Figura 14. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raiz (B) de plântulas de cebola expostas ao extrato de capim sudão em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	44
Figura 15. Sementes de beterraba Maravilha aos quatro DAS, expostas ao extrato de plantas de centeio colhidos em estágio vegetativo (A), ao extrato de azevém colhido em estágio vegetativo (B) e ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo (C). T0, T1, T2 e T3 representam as concentrações dos extratos 0%, 25%, 50% e 100%, respectivamente.....	45
Figura 16. Valores médios de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de centeio.....	47
Figura 17. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extrato de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	48
Figura 18. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extratos de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	49
Figura 19. Valores médios de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	51
Figura 20. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	51
Figura 21. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo (♦) e reprodutivo (■).....	52

Figura 22. Valores médios do índice de velocidade germinação de sementes de beterraba expostas ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo (■).....	54
Figura 23. Valores médios de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).....	55
Figura 24. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas expostas aos extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).....	56
Figura 25. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cebola expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.....	36
Tabela 2. Valores médios de germinação de sementes de cebola expostas aos extratos de plantas de capim sudão colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.....	42
Tabela 3. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba expostas a extratos de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.....	46
Tabela 4. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.....	50
Tabela 5. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 ALELOPATIA.....	17
2.2 PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS.....	19
2.3 PLANTAS DE COBERTURA.....	20
2.4 BOTÂNICA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CULTIVO DA BETERRABA...21	
2.5 BOTÂNICA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CULTIVO DA CEBOLA.....23	
3 METODOLOGIA.....	25
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
3.2 TRATAMENTOS.....	25
3.3 ELABORAÇÃO DOS EXTRATOS.....	26
3.4 ANÁLISES.....	28
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1 RESULTADOS DO EXPERIMENTO 1.....	30
4.1.1 Teste realizado em sementes de cebola expostas a extratos de crotalária (<i>Crotalaria breviflora</i>).....	31
4.1.2 Teste realizado em sementes de cebola expostas a extratos de milho (<i>Pennisetum americanum</i>).....	35
4.1.3 Teste realizado em sementes de cebola expostas a extratos de capim sudão (<i>Sorghum sudanense</i>).....	40
4.2 RESULTADOS DO EXPERIMENTO 2.....	44
4.2.1 Teste realizado em sementes de beterraba expostas a extratos de centeio (<i>Secale cereale</i>).....	46
4.2.2 Teste realizado em sementes de beterraba expostas a extratos de azevém (<i>Lolium multiflorum</i>).....	50

4.2.3 Teste realizado em sementes de beterraba expostas a extratos de ervilhaca (<i>Vicia sativa</i>).....	53
5 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

Em comunidades vegetais é muito comum que haja interações entre as espécies, podendo ocorrer de maneira positiva, negativa ou até mesmo neutra quando ambas se beneficiam ou ambas se prejudicam com tal interação; porém, é mais comum interações negativas ocasionando prejuízos na emergência/germinação e/ou crescimento de uma planta ou de ambas. É uma das interações negativas ocorre devido à presença de substâncias alelopáticas em algumas plantas, produzidas devido sofrerem algum estresse e como forma de proteção conduz a iniciação de uma rota metabólica secundária (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Rice (1984) pesquisou as maneiras pelas quais as substâncias alelopáticas são liberadas no ambiente e concluiu que são por: volatilização, lixiviação, exsudação radicular e decomposição de resíduos vegetais.

Para demonstrar na prática os efeitos alelopáticos, as pesquisas são conduzidas por meio de aplicação de extratos de uma planta às sementes ou plântulas de outra espécie. São vários os métodos que podem ser seguidos, porém, é fundamental realizar a extração das substâncias, para isso as plantas são trituradas e colocadas em contato com um extrator orgânico: álcool, acetona, éter, clorofórmico ou água. As pesquisas voltadas nessa área, tem ganhado grande espaço em laboratórios e áreas de campo, uma vez que ainda é complexa a caracterização das substâncias e os fatores que levam as plantas à produzi-las (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) é umas das ferramentas da sustentabilidade, pois o mesmo busca reduzir ou eliminar uso de herbicidas, controlando plantas invasoras com as plantas de cobertura, é um sistema que mantém matéria orgânica na área, diminuindo custos com adubações, além de toda a preservação fornecida ao solo. Tal sistema também proporciona regulação térmica, podendo controlar temperaturas extremas, portanto beneficia a germinação e desenvolvimento de culturas como a cebola e beterraba (KIELING, 2007; LIMA; MADEIRA, 2013).

A maioria das espécies olerícolas não produz a quantidade de palhada ou fitomassa suficiente para considerar plantio direto, portanto é necessário incluir plantas de coberturas, que podem ser gramíneas ou leguminosas. Os adubos verdes proporcionam maior ciclagem de nutrientes e mantêm um bom microclima para o crescimento e desenvolvimento das plantas olerícolas, em muitos casos podendo aumentar substancialmente a produtividade das espécies, ou em casos negativos causarem problemas, como falhas na formação do estande de plantas, anomalias em plântulas, dificuldade de realizar as funções metabólicas, etc (KRAMER, 2018). Para os casos negativos uma das causas pode-se citar a alelopatia; no trabalho de Martinelli e Silva (2018) verificaram o efeito alelopático de extrato aquoso de centeio na germinação e crescimento de plântulas de beterraba e cenoura, com relação diretamente proporcional entre o aumento da concentração de extrato aquoso e a redução da germinação, de ambas as espécies.

Devido à indicação em muitos trabalhos importantes e a atualidade sobre questões em aberto sobre como conduzir um SPDH de forma mais harmônica possível, sem que ocorra prejuízos ao meio ambiente e ao produtor rural, novas pesquisas em torno do estudo sobre alelopatia são de extrema importância para a comunidade acadêmica e para uma melhor recomendação técnica, uma vez também, que há mais estudos voltados para a questão de formulação de bioherbicidas, o estudo de outras ações é relevante para contribuir com informações e experiências novas.

Além do fator alelopatia, a germinação de sementes e o crescimento de plântulas são processos importantes para aumentar a produção agrícola, pois uma boa germinação garante um estande de plantas adequado à área. A qualidade da semente é fator determinante para que isso ocorra, porém, as mesmas ficam expostas a condições bióticas e abióticas diversas como temperatura, umidade, substâncias tóxicas, presença de patógenos, etc. em que o produtor não tem controle sobre (NASCIMENTO *et al.*, 2011). Portanto faz-se necessário realizar pesquisas que simulem essas condições para ter pelo menos mais informações de como prosseguir com a produção em casos adversos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Verificar o efeito potencial alelopático de diferentes extratos de plantas utilizadas como cobertura em sistemas de plantio direto de hortaliças, na germinação e crescimento de plântulas de beterraba e cebola.

1.1.2 Objetivos específicos

Verificar se extratos de plantas de cobertura em estágio vegetativo e reprodutivo possuem efeitos diferentes na germinação de sementes de beterraba e cebola.

Avaliar os efeitos das de extratos de crotalária, milho e capim sudão, na germinação e crescimento de plântulas de cebola.

Avaliar os efeitos de extratos de azevém, centeio e ervilhaca, na germinação e crescimento de plântulas de beterraba.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ALELOPATIA

Segundo Rodrigues (2016) a alelopatia é uma ciência bem antiga e foi notada muito cedo, apesar disto as primeiras pesquisas sobre o assunto ocorreram apenas no século XIX e XX, quando a palavra alelopatia surgiu.

Sempre que várias espécies de plantas estão aglomeradas, gerando uma comunidade, há existência de interações positivas e negativas entre ambas, isso ocorre para a manutenção da proliferação de uma ou de outra espécie do meio. Uma dessas interações encontradas em uma comunidade de plantas é a alelopatia, derivada das palavras gregas *alleton* (mútuo) e *pathos* (prejuízo), definida primeiramente por Molisch em 1937 tanto pelas interações bioquímicas benéficas como as malélicas entre a flora e incluindo microorganismos.

Com o passar dos anos vários autores reclassificaram esse conceito como o caso de Putnam e Duke (1978), que conceituaram como efeitos prejudiciais de uma planta doadora da substância alelopática na germinação e crescimento da planta receptora. Para Rice (1984) é a liberação de qualquer um organismo presente no meio, no qual inibe ou estimula o seu crescimento/desenvolvimento, além de poder ocorrer entre microorganismos, microorganismos + plantas, entre plantas cultivadas, entre plantas cultivadas + plantas daninhas e entre plantas daninhas, ou seja, as interações podem ser infinitas no meio ambiente (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Segundo a Sociedade Internacional de Alelopatia (SAI) o conceito criado em 1996 sobre o assunto pode ser entendido como "a ciência que estuda qualquer processo que envolva metabólitos secundários produzidos pelas plantas, bactérias, algas e fungos que afetam o desenvolvimento e crescimento de sistemas biológicos" (MACIAS *et al.*, 2000).

Ao longo da vida, os vegetais se adaptaram ao meio em qual vivem, criando mecanismos de autodefesa para garantir sua perpetuação, são eles: estruturais, fenológicos e químicos; os estruturais nada mais são do que adaptações morfológicas como espinhos e tricomas; os fenológicos constam em adaptações no ciclo biológico, para não ficarem expostos a quaisquer tipos de estresses; e por fim os químicos são considerados uma defesa induzida e é expressada apenas em

resposta a estresses causados por herbivoria, condições climáticas ou ataque de insetos praga e doenças gerando a formação de compostos secundários. (OLIVEIROS-BASTIDAS, 2008)

Quando são liberadas as substâncias alelopáticas podem causar efeitos diversos, mas principalmente afetam os metabolismos envolvidos na germinação, no crescimento e no desenvolvimento de plantas já estabelecidas, além de afetar os microorganismos presentes no ambiente e no solo (RODRIGUES, 2016).

Além desses processos, Durigan e Almeida (1993) citam que as substâncias alelopáticas influenciam também na assimilação de nutrientes, interferem na fotossíntese, na respiração, síntese de proteínas, a permeabilidade da membrana celular e as atividades enzimáticas.

A liberação desses compostos produzidos em rotas metabólicas secundárias se dá pelas seguintes maneiras: a) Volatilização: geralmente plantas aromáticas liberam dessa maneira, pois liberam compostos voláteis, um exemplo é a planta *Salvia leucocephala* que libera compostos do grupo dos terpenos sendo então nocivas ao desenvolvimento de qualquer outra planta em um raio de até dois metros. b) Lixiviação: nesse caso é geralmente liberado junto as chuvas ou gotículas de orvalho até encontrarem o solo, como exemplo podem ser liberados açúcares, substâncias pécticas, ácido giberélico, aminoácidos, ácidos orgânicos e compostos fenólicos. c) Exsudação radicular: muitas são as substâncias liberadas pelas raízes e até mesmo pelos microorganismos, com isso torna ainda mais difícil a caracterização de compostos alelopáticos, uma vez que há poucos trabalhos que demonstram a caracterização da substância isolada. d) Decomposição de resíduos vegetais: a liberação de compostos alelopáticos nesse caso pode ocorrer pela lixiviação de substâncias presentes nos resíduos, através do rompimento do conteúdo e tecido celular, ou pela própria decomposição feita por microorganismos (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Rice (1984) classificou as substâncias alelopáticas em 14 categorias conforme similaridade como por exemplo os derivados de Acetato: ácidos orgânicos solúveis em água, aldeídos alifáticos e cetonas, lactononas simples insaturadas, ácidos graxos de cadeia longa, naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas. Porém, estudos ainda são necessários para quantificar a exatidão da ação desses compostos e em quais situações elas afetam negativamente outras plantas no ambiente (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

2.2 PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS

A atividade hortícola é umas das mais intensivas em relação aos demais sistemas de produção, pois demanda de muito insumo, mecanização e locomoção de pessoas na área diariamente (LIMA; MADEIRA, 2013). Portanto uma das estratégias que vem sendo utilizada tanto na agricultura familiar como em grandes produtores, é o sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) (FAYAD *et al.*, 2018).

Segundo Madeira (2009) no Brasil o cultivo de hortaliças em SPDH teve início no ano de 1980 em Santa Catarina com a cultura da cebola, desde então vários trabalhos começaram a enfatizar tal sistema.

Assim como todo sistema de cultivo, o SPDH também é norteado por princípios e são eles: revolvimento do solo localizado em sulcos de cultivo e/ou covas de plantio; diversificação de espécies através de rotação de culturas (plantas de cobertura, posterior, olerícolas); e por fim a manutenção da cobertura permanente do solo, afim de evitar degradações ainda maiores (LIMA; MADEIRA, 2013).

De acordo com Tivelli *et al.* (2010) o SPDH pode até resultar em menores custos de produção, pelo menos no quesito água, pois o mesmo proporciona menores perdas de água por evaporação, por escoamento superficial e consequentemente aumenta a eficiência do sistema em utilizar a água preservada nesse solo, e também diminuindo gastos com recuperação de solos devido a processos erosivos intensos.

Vários trabalhos sobre SPDH demonstram bons resultados, como por exemplo em Oliveira *et al.* (2015) sobre cebola aumentaram a produtividade final das culturas com a escolha desse sistema de plantio de hortaliças.

Como principais desafios para a adoção do SPDH, uma vez que tem demonstrado recente abrangência a várias espécies, destacam-se: gestão da produção, devido à exigência de planejamento das espécies que serão utilizadas como adubação verde e posteriormente espécie hortícola que irá ser produzida na área; entendimento das relações solo, água e biodiversidade como maior foco de investimento para a área, visando o mínimo de uso de insumos externos (agrotóxicos e adubos altamente solúveis) e proporcionando uma boa inter-relação entre solo-planta; além do investimento com máquinas adaptadas a tal sistema, uma vez que ainda é necessário o desenvolvimento de algumas para culturas específicas

bem como o conhecimento por parte do agricultor em adquirir e saber o funcionamento do maquinário (MAFRA *et al.*, 2019).

2.3 PLANTAS DE COBERTURA

O uso de adubação verde ou também conhecida como uso de plantas de cobertura é uma técnica já muito utilizada na agricultura de plantio direto e orgânica, essa prática altera as propriedades físicas e químicas do solo, reduzindo o processo erosivo, auxiliam no controle de infestação de insetos praga, atua também como fonte de matéria orgânica e nutrientes para as plantas do cultivo sucessor, porém algumas plantas podem causar efeitos negativos para o estabelecimento desse novo cultivo, pois apresentam substâncias aleloquímicas (BIAŚEWICZ-WOŪNIAK *et al.*, 2015).

Torres *et al.* (2008) avaliaram em diferentes períodos e com diferentes espécies de plantas de cobertura (*Pennisetum americanum*, *Brachiaria brizantha*, *Sorghum bicolor*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea* e *Avena strigosa*) e obtiveram resultados satisfatórios após avaliação de milho (*Pennisetum americanum*) e crotalária (*Crotalaria juncea*), pois os mesmos se sobressaíram em produção de fitomassa seca e acúmulo de nitrogênio no solo, observando-se possíveis espécies para adubação verde.

Em trabalho conduzido no município de Salto do Jacuí (RS), nas safras 2013/2014 foi avaliado os teores de nutrientes acumulados e produção de massa seca de plantas de cobertura de verão, em que foi observado que o feijão-de-porco, a crotalária e o capim sudão produzem mais massa seca do que o feijão-guandu, trigo-mourisco, mucuna-preta e pousio com vegetação espontânea; porém a crotalária oferta maior acúmulo de nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre, cobre, zinco e manganês; o feijão-de-porco apresenta maiores acúmulos de cálcio e potássio e por fim os autores indicam essas plantas como ótimos instrumentos de adubação verde para agricultura mais sustentável (PEREIRA *et al.*, 2017).

No trabalho de Bogatek *et al.* (2006) mostrou-se que cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) apresentaram efeitos alelopáticos causando falha na germinação de sementes de mostarda (*Sinapis alba*) e a mesma foi correlacionada

com aumento da deterioração da membrana pela peroxidação lipídica ter aumentado.

Martínez-Mera *et al.* (2016) estudaram efeitos alelopáticos da crotalária (*Crotalaria juncea* L.) do feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.) e do feijão guadu (*Cajanus cajan* L.) sobre algumas culturas agrônômicas como o sorgo (*Sorghum bicolor*), soja (*Glycine Max*), alface (*Lactuca sativa*) e feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.); o sorgo e a alface sofreram inibição de crescimento do coleótilo e do hipocótilo respectivamente; a maior taxa de inibição de crescimento foi causada pelos extratos de feijão de porco, 49% para o sorgo e 66% para alface. Em contrapartida as culturas do milho, feijão e feijão caupi apresentaram estímulo de crescimento com tais extratos, indicando bons aspectos nutritivos para tais culturas.

É de importância ressaltar que, testes realizados primariamente em laboratório devem ser testados a campo, pois as condições ambientais afetam diretamente na formação e liberação das substâncias alelopáticas (MARTÍNEZ-MERA *et al.*, 2016).

O centeio é umas culturas que apresenta substâncias alelopáticas devido à presença de benzoxazinomas, que podem ter efeito fitotóxico, dentre os vários estudos abordados, no texto de Schulz *et al.*, (2013) indica que essa substância afeta o transcriptoma, o proteoma e os metabolismos essenciais para germinação e crescimento podendo induzir a morte de espécies sensíveis, portanto, uma ótima fonte de estudos na área de bioherbicidas.

Plantas utilizadas como cobertura no período de inverno como a ervilhaca, aveia-preta e o azevém na pesquisa de Paulino *et al.* (2017) mostraram capacidade alelopática para o cultivo do milho no verão, alterando o percentual de plântulas normais e na velocidade de germinação, ainda ressaltando que quanto mais próximo de 100% de extrato da planta de cobertura mais efeito inibitório causa na sementes e nas plântulas de milho; no campo esse estudo constatou que a irrigação com os extratos diminuiu o tamanho das raízes secundárias.

2.4 BOTÂNICA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CULTIVO DA BETERRABA

A Beterraba (*Beta vulgaris*) é pertencente da família *Chenopodiaceae* e apresenta raiz tuberosa de formato globular e tem sabor adocicado; o seu cultivo

pode ser com variedade hortícola para consumo do tubérculo (*B. vulgaris* var. *esculenta*), forrageira (*B. vulgaris* var. *crassa*), como folhosa para nutrição animal (*B. vulgaris* var. *cicla*) e açucareira (*B. vulgaris* var. *altíssima*), porém, no Brasil o que prevalece é o primeiro cultivo (TIVELLI *et al.*, 2011)

Seu cultivo é adaptado a climas mais amenos/frios, sendo que as temperaturas mais adequadas para tal é na faixa de 10 a 20°C, nos meses mais quentes a cultura se torna mais susceptível ao ataque de pragas e doenças, uma vez que não está em seu clima ideal de desenvolvimento tornando-se frágil nessa questão (MATHIAS, 2015). Porém essa informação refuta o que a biotecnologia tem mostrado, como por exemplo, a empresa ISLA produtora de sementes comercializa uma cultivar adaptada ao verão também, a cv Itapuã 202, a única diferença é que a mesma completa seu ciclo mais rapidamente do que se for plantada no inverno (ISLA, 2020).

Como principal característica organoléptica, a sua cor púrpura na raiz tuberosa, no pecíolo e nas nervuras das folhas é resultado do acúmulo do pigmento betalaína, podendo ser usado na indústria como corante natural (MATHIAS, 2015).

O principal produto dessa planta comercializado e consumido no país é a raiz tuberosa, porém, é nas folhas onde se encontra a fração mais nutritiva, ou seja, onde há maior presença de cálcio, ferro, sódio, potássio e vitaminas A, B e C (MATHIAS, 2015).

A variedade de mesa é a mais comercializada no Brasil e é propagada por sementes, que geralmente encontram-se em glomérulos, gerando mais de uma planta por este. As mesmas podem ser semeadas em canteiro em nível fixo em sistema de plantio direto ou convencional, ou em badejas para posterior transplante. A profundidade de semeadura ideal é de 1 a 2 cm, sendo que se feito em canteiro deve-se realizar o desbaste (TIVELLI *et al.*, 2011).

Dados da publicação do CEPEA – ESALQ/USP na revista de Horticultura Brasil de 2018, a comercialização em Ceasas de beterraba está concentrada nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e Goiás correspondendo a 87% desse destino, sendo que é um principais polos de comércio de frutas e verduras e nível nacional.

Segundo estimativas elaboradas a partir de ABCSEM; LPSA/IBGE; Camargo (2011); CONAB; Agrianual, (2017); CNA/CEPEA, no Brasil a cultura da beterraba atinge uma área de 10.938 ha, com uma produtividade de 20,0 t/ha, totalizando uma

produção de 218.765 toneladas por safra, e uma movimentação de 54,82 milhões de dólares no mercado nacional pago a produtores (CNA, 2017).

Essa hortaliça encontra-se entre as 17 espécies mais propagadas por sementes no país, movimentando um valor de aproximadamente 5,40 milhões de dólares nesse setor de vendas, ainda no setor econômico o cultivo da beterraba movimenta com uso de defensivos um total de 4,39 milhões de dólares (CNA, 2017).

Dentre todos os *inputs e outputs* que a cultura tem, é de suma importância mencionar o percentual de perdas da mesma, segundo estimativas da *Markestrat*, as perdas podem chegar a 20% e ocorrem principalmente devido seu consumo ser *in natura* e portanto necessita de vários aspectos visuais para atender a demanda do consumidor; enfim, o principal motivo de descarte do produto antes mesmo de sair da unidade produtiva no campo e das unidades de classificação de padrão de alimentos (CNA, 2017).

Em Santa Catarina a produção não é tão significativa quanto nos demais estados já citados, não aparecendo na Síntese Anual da Agricultura do estado. Mesmo assim no estado os maiores produtores são: Urubici, Antônio Carlos e Águas Mornas e os mesmos contribuem para a comercialização deste produto ao Ceasa/SC (COSTA, 2014).

2.5 BOTÂNICA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CULTIVO DA CEBOLA

A Cebola (*Allium cepa* L.), pertencente à família Alliaceae, e é originária da região do Afeganistão, Irã e de uma parcela do sul da antiga União Soviética (COSTA *et al.*, 2002).

Segundo dados da EPAGRI (2020), em Santa Catarina os maiores produtores de cebola são os municípios de Ituporanga, Tabuleiro, Joaçaba e Rio do Sul e na safra 2019/20 o estado atingiu uma área plantada de 18.182 ha, produziu uma quantidade de 532.092 t e com rendimento média de 29.264,77 kg/ha, média maior desde a safra de 2012/13.

Segundo a Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina Epagri/Cepea (2019), o estado é o maior produtor de cebola do Brasil, com uma produção de 26,62% do total produzido no país em 2017 e em 2018 aumentou para 30,38% da produção total.

Essa cultura apresenta características nutracêuticas devido a presença de substâncias antioxidantes como a quercetina e tióis, que apresentam funções de efeito na redução de inflações, prevenção a câncer e doenças vasculares; além disso, a quercetina flavonóide pode ser utilizada como suplementação para pessoas que apresentam doenças como hipertensão e sarcoidose. A cebola também é fonte de vitaminas B1 (tiamina) e B2 (riboflavina) principalmente, porém, apresenta baixos teores de açúcares e proteínas (GONÇALVES *et al.*, 2015, BOOTS *et al.*, 2008).

Para seu cultivo é importante saber o fotoperíodo e a temperatura, pois são os fatores ambientais que influenciam no seu desempenho. O primeiro fator é limitante para a bulbificação, ou seja, só ocorrerá quando a duração do dia for igual ou superior a um mínimo exigido pela planta, o segundo fator é limitante para todo o ciclo da cultura, mas principalmente para a fase reprodutiva (COSTA *et al.*, 2002).

Em relação ao SPDH da cebola, pode ser realizado de duas formas: com plantio direto que nada mais é do que produzir as mudas em canteiros e transplantá-las em sulcos por maquinário adaptado que conduz sobre a cobertura morta (*mulching*); a segunda maneira é com a semeadura direta, que também é feita com maquinário com sistema pneumático que é faz a abertura dos sulcos para receber as sementes em seguida adaptado ao SPDH, o mesmo semeia as sementes diretamente nos sulcos (KURTZ *et al.*, 2013).

FAYAD *et al.* (2018) enfatiza que o espaçamento entre linhas utilizado no SPDH de cebola "varia de 25 a 35 cm, sendo em média de 30cm, com densidade de semeadura de 18 sementes por metro linear, visando ao estabelecimento de 10 a 14 plantas por metro linear, o que proporcionará uma densidade populacional de, aproximadamente, 400 mil plantas por hectare".

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no laboratório de sementes e grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus Chapecó*.

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A pesquisa foi dividida em dois experimentos e para ambos foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 4 (estágio de desenvolvimento quando as plantas foram colhidas x concentrações dos extratos), com cinco repetições cada tratamento. Cada repetição com 50 sementes dispostas em caixas plásticas (gerbox) acondicionadas em papel próprio para teste de germinação (*germitest*).

Foram realizados seis ensaios, com estudo de três espécies de coberturas: crotalária (*Crotalaria breviflora*) milheto (*Pennisetum americanum*) e capim sudão (*Sorghum sudanense*) tendo a cebola Crioula como espécie alvo; e três espécies de cobertura: de centeio (*Secale cereale*), azevém (*Lolium multiflorum*) e ervilhaca (*Vicia sativa*) com a beterraba Maravilha como espécie alvo.

3.2 TRATAMENTOS

Os tratamentos foram separados em dois experimentos:

a) **Experimento 1:** foi realizado três ensaios avaliando o efeito de extratos aquosos de plantas inteiras (parte aérea e raiz), nas concentrações de 0, 25, 50 e 100% de plantas crotalária (*Crotalaria breviflora*) milheto (*Pennisetum americanum*) e capim sudão (*Sorghum sudanense*), colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, na germinação e crescimento de plântulas de cebola cultivar Crioula

b) **Experimento 2:** foi realizado três ensaios avaliando o efeito de extratos aquosos de plantas inteiras (parte aérea e raiz), nas concentrações de 0, 25, 50 e 100% de centeio (*Secale cereale*), azevém (*Lolium multiflorum*) e ervilhaca (*Vicia sativa*), colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, na germinação e crescimento de plântulas de beterraba cultivar Maravilha.

Os experimentos foram analisados de maneira comparativa entre os extratos de plantas de cobertura colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo e entre as concentrações de cada extrato.

3.3 ELABORAÇÃO DOS EXTRATOS

Para a obtenção dos extratos, as plantas de coberturas foram cultivadas em área agrícola, localizada no município de Ipumirim – SC, latitude 27° 04' 38" Sul e longitude 52° 08' 08" Oeste e semeadas de acordo com a época de semeadura indicada para a região e com espaçamento indicado para cada cultura, sendo que as espécies de verão (crotalária, milho e capim sudão) foram semeadas dia 07/01/2020 e as de inverno (centeio, ervilhaca e azevém) dia 03/05/2020 em uma área de 4m² para cada. Após atingirem estágios vegetativos aos 40 DAS e reprodutivos 65 DAS foram coletadas 15 plantas; ambas foram guardadas em sacolas plásticas e colocadas em congelador para posterior elaboração dos extratos de planta inteira (parte aérea e raiz) em laboratório.

Para a elaboração dos extratos a metodologia utilizada foi baseada em Mohammadi, Noroozi e Nosratti (2016). Primeiramente foi descongelado o material vegetal em temperatura ambiente num período de 24 horas, para então pesar 100g de planta fresca, que foi submetida à secagem em estufa de circulação de ar forçado com temperatura de 65°C por um período também de 24 horas; após essa etapa, o material foi triturado e adicionado 1L de água destilada em um becker; posteriormente mantido repouso por 24 horas; por fim realizou-se a filtragem e diluição das concentrações. A concentração 100% corresponde a sem diluição, já as demais foram diluídas com 750 mL de água destilada para 25% e 500 mL para 50%. Ambas foram diluídas de 250 mL de extrato com concentração de 100%.

A Figura 1 demonstra exemplos de como os extratos foram mantidos depois do processador de trituração dos materiais. Observa-se que para manter as propriedades dos extratos protegidas da luminosidade, os balões Erlenmeyer foram recobertos com papel alumínio.

Figura 1. Material de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo após ser triturado (A) e acondicionamento das concentrações em balão de Erlenmeyer após a diluição do extrato de plantas de crotalária colhidas em estágio reprodutivo (B e C).

A

B

Fonte: Autora

Fonte: Autora

C

Fonte: Autora

3.4 ANÁLISES

Teste de germinação: Realizado de acordo com a metodologia da Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009); cinco repetições de 50 sementes dispostas em caixas plásticas do tipo gerbox e sobre papel *germitest* umedecido 2,5 vezes o seu peso seco com as soluções dos extratos e submetidas em câmara de germinação regulada a 20°C. A avaliação do teste foi realizada de acordo com as especificidades de cada espécie estabelecidas na metodologia de Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009) 4º e 14º DAS (dias após a sementeira) e no 6º e 12º DAS para a beterraba e para a cebola, respectivamente.

Índice de Velocidade de germinação: Nessa análise foi contabilizado diariamente a porcentagem de sementes germinadas; o cálculo da velocidade foi realizado com a fórmula de Maguire (1962).

Comprimento de parte aérea e de raízes de plântulas: Ao final do teste de germinação, foi realizado o procedimento de medição do comprimento da plântula; para cebola no 12º DAS e para beterraba no 14º DAS, para medir foi retiradas aleatoriamente 20 plântulas normais de cada repetição, medidas com régua graduada, expressando-se os resultados em cm (NAKAGAWA, 1999).

Massa seca de plântulas: Após a determinação de comprimento, as plântulas foram separadas em parte aérea e raízes, e colocadas em embalagens distintas (sacos de papel) e encaminhadas para secagem em estufa de ar forçado regulada a 65°C por 72 horas; posteriormente realizada a pesagem e a determinação da massa seca, expressa em grama (NAKAGAWA, 1999). A capacidade da semente de reverter as suas substâncias de reserva em massa é muito importante para determinar o vigor das plântulas e conseqüentemente, ter plantas mais desenvolvidas e vigorosas no percorrer do seu ciclo.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Ao fim do experimento, os dados gerados foram computados e analisados no programa estatístico SISVAR, versão 5.6; Realizadas as análises de: variância, comparação de médias, pelo teste de Tukey com nível de significância de 5% para o

fator estágio das plantas quando colhidas (vegetativo e reprodutivo) e análise de regressão para o fator concentração dos extratos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS DO EXPERIMENTO 1

Primeiramente é importante destacar que em todos os experimentos com sementes de cebola Crioula não houve plântulas normais para realizar a primeira contagem, portanto todas as médias se igualaram a zero. Segundo o RAS apenas ocorre contagem de plântulas normais se as mesmas “alcançaram o estágio em que todas as estruturas essenciais podem ser precisamente verificadas”, as regras também indicam que para *Allium cepa* a primeira contagem ocorre aos seis DAS (BRASIL, 2009). A figura 2 mostra a situação em que as sementes de cebola se encontraram aos seis DAS durante a pesquisa.

Figura 2. Sementes de cebola Crioula aos seis DAS expostas aos extratos de plantas colhidas em estágio vegetativo, sendo extrato de milho (A), crotalaria (B) e campim sudão (C). T0, T1, T2 e T3 representam as concentrações dos extratos 0%, 25%, 50% e 100%, respectivamente.

A

T0

T1

T2

T3

Fonte: Autora

B

T0

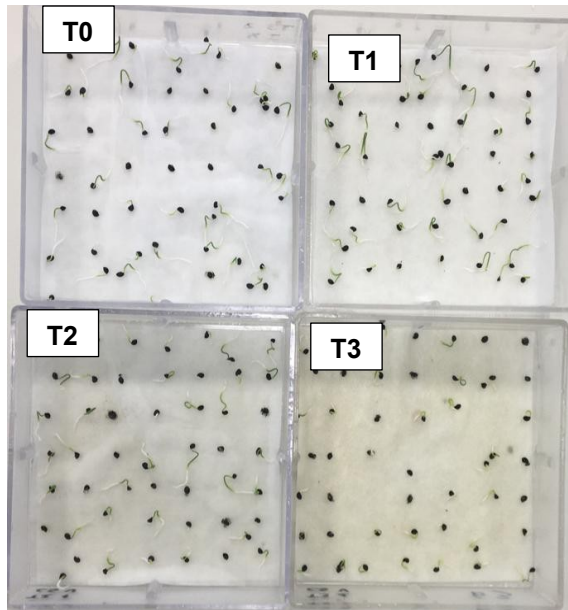
T1

T2

T3

Fonte: Autora

C

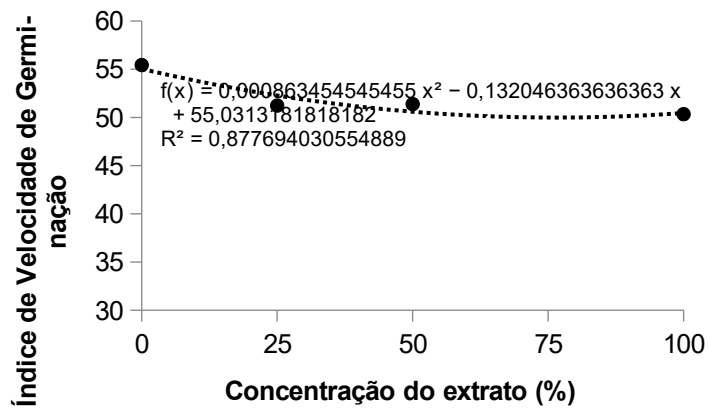


Fonte: Autora

4.1.1 Teste realizado em sementes de cebola expostas a extratos de crotalária (*Crotalaria breviflora*)

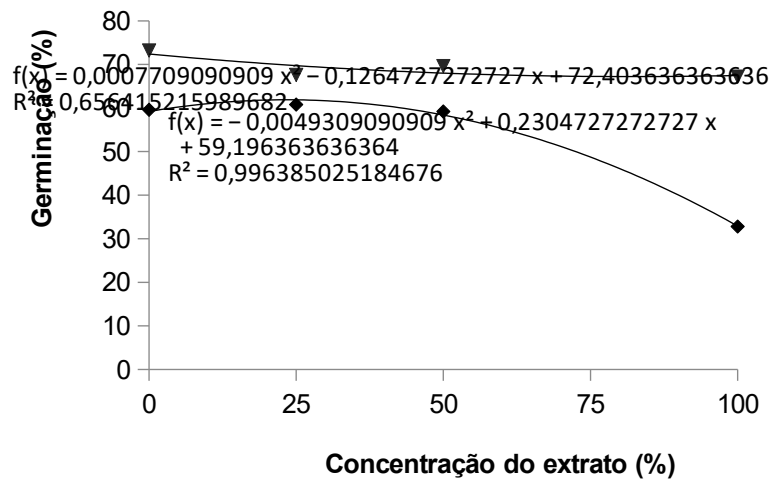
Para índice de velocidade de germinação, na comparação entre extratos de plantas colhidas em período vegetativo e reprodutivo, não houve diferença entre ambos, porém, observou-se efeito da concentração; o extrato de plantas de crotalária, independentemente do estágio das plantas quando colhidas, causou redução da velocidade de germinação de sementes de cebola e a concentração de 73% segundo a equação, resultou na menor média de IVG (Figura 3).

Figura 3. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cebola, expostas aos extratos vegetativos + reprodutivos (●) de crotalária



Para a variável germinação observou-se efeito alelopático prejudicial as sementes de cebola com extrato de plantas colhidas em período vegetativo, reduzindo-se a germinação de 60% na testemunha para 32% no extrato mais concentrado (100%); apenas na concentração de 23,5%, segundo a equação, obteve-se germinação superior a testemunha; já para o extrato de plantas colhidas em período reprodutivo os efeitos foram menores, com a concentração de 79% resultando na menor média de germinação, conforme pode ser observado na figura 4;

Figura 4. Valores médios de germinação de sementes de cebola, expostas aos extratos de plantas de crotalária colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).



Scartezini (2020) também visualizou queda de germinação em sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*), de 47,4% e 77,1% aos sete e 14 DAS, respectivamente; no trabalho de Cruz *et al.* (2021), a germinação de *Chenopodium quinoa* também

foi afetada por extrato aquoso do *Crotalaria juncea* (em estágio vegetativo) com uma diminuição de 65% na máxima concentração (100%).

Quanto ao crescimento de plântulas, observou-se diferenças entre os extratos de plantas colhidas em período vegetativo e reprodutivo e em relação a concentração dos extratos. Para comprimento de parte aérea de plântulas de cebola, observou-se redução do crescimento em função do aumento da concentração dos extratos, com pequeno aumento apenas nas concentrações de 25% e 50% dos extratos de plantas em período vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Figura 5A).

Quanto ao crescimento de raízes, observou-se que o comprimento foi afetado drasticamente, com redução linear, diretamente proporcional ao aumento da concentração dos extratos. Para o extrato de plantas de crotalária colhida em estágio vegetativo o decréscimo foi de 63%, reduzindo-se de 1,9 cm na testemunha para 0,71cm na concentração máxima de 100%; já quando as sementes foram expostas ao extrato de plantas colhidas em estágio reprodutivo, a redução foi de 39%, comparando-se os valores obtidos na testemunha,(1,67 cm) e na concentração de 100% (1,2 cm), conforme a figura 5B.

Figura 5. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de cebola expostas aos extratos de crotalária colhidas em período vegetativo (◆) e reprodutivo (■).

A

B

A variação em relação ao efeito do extrato em função do estágio de desenvolvimento da planta pode estar associada aos mecanismos de produção das substâncias alelopáticas; estas são metabolizadas a partir de rota metabólica secundária devido a algum estresse sofrido pela planta, além de ser produzidas em determinadas partes da planta como apenas nas folhas, nas raízes, etc.; no trabalho de Simonetti *et al.* (2019) o extrato de semente de *Crotalaria ochroleuca* interferiu no IVG de sementes de soja e os extratos de radícula e de parte aérea não interferiram.

Reduções lineares na germinação de sementes e crescimento de plântulas em função de extratos de Crotalária também foram observadas no trabalho de Pies *et al.* (2017) em cevada; no trabalho citado o aumento das concentrações proporcionou diminuição do crescimento tanto da parte aérea quanto das raízes. É possível verificar o crescimento inicial de raízes como uma das fases mais sensíveis às substâncias alelopáticas; no trabalho de Vargas *et al.* (2018) as radículas de alface tiveram desempenho reduzido com a palhada de plantas de cobertura estudadas e dentre elas, três espécies de crotalária em estágio reprodutivo influenciaram nessa variável (*C. juncea*, *C. ochroleuca* e *C. spectabilis*).

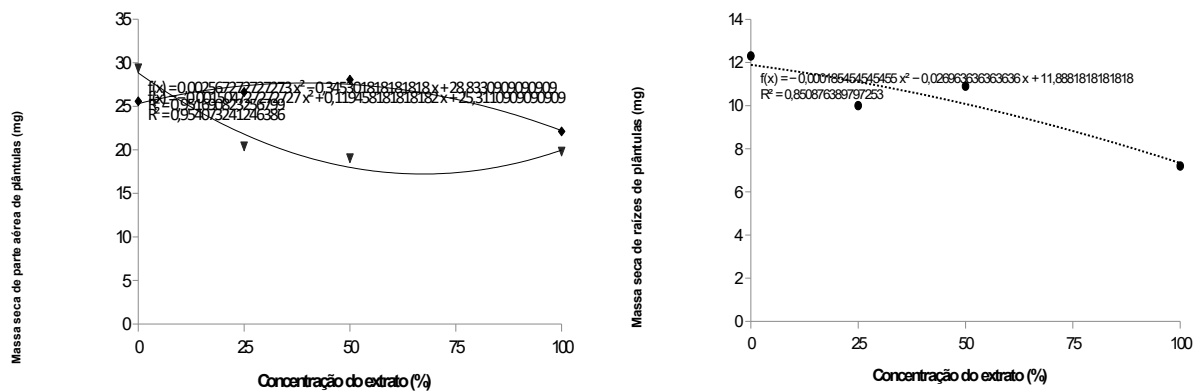
Para massa seca de plântulas, observou-se efeitos dos diferentes extratos apenas para massa seca de parte aérea; o extrato de crotalária colhidas em estágio reprodutivo causou maiores reduções com a dose 66% resultando na menor média, comparativamente ao extrato de plantas em estágio vegetativo que teve a dose de 40% com maior média (Figura 6A).

Quanto a massa seca de raízes, não houve diferença entre os extratos; é possível perceber que todas as médias dos tratamentos ficaram abaixo da testemunha numa proporção de 41% menor no peso biomassa acumulada na concentração máxima dos extratos; a concentração de 67,5% resultou na menor média para essa variável (Figura 6B).

Figura 6. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de cebola expostas aos extratos de plantas de crotalária colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■) e extratos vegetativos + reprodutivos (●).

A

B



Tanto para MSPA quanto para MSR o extrato aquoso interfere na biomassa das plântulas de cebola, assim como aconteceu para CPA e CR, efeito também visualizado no trabalho de Taveira *et al.* (2013) com sementes de cebola submetidas a extratos de folhas frescas de plantas das espécies *Erythroxylum*.

As substâncias presentes na crotalária que podem ter efeitos alelopáticos sobre outras espécies são geralmente alcalóides, um exemplo é a pirrolizidina, porém, é complexo estimar e caracterizar a substância nas partes constituintes da planta, uma vez que são substâncias produzidas em condições adversas à planta (MELO *et al.*, 2018).

4.1.2 Teste realizado em sementes de cebola expostas a extratos de milheto (*Pennisetum americanum*)

Para a variável índice de velocidade de germinação houve diferença estatística entre os extratos. As médias de IVG referente ao extrato de plantas de milheto colhidas em estágio vegetativo foram superiores em todas as concentrações em comparação com o extrato de plantas de milheto colhidas em estágio reprodutivo, conforme mostra a tabela 1, indicando maior efeito alelopático do milheto quando a planta está em período reprodutivo. Efeito também observado no trabalho de Camana (2017), os extratos das folhas de chia colhidas de plantas em período reprodutivo, influenciaram a germinação e a velocidade de germinação de sementes de nabo forrageiro.

Tabela 1. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cebola expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.

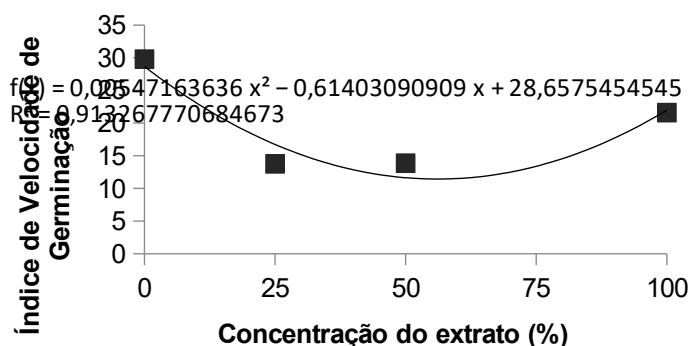
Estágio de desenvolvimento do milho	Concentração do extrato (%)			
	0	25	50	100
	IVG			
Vegetativo	49,76 a*	50,08 a	48,79 a	50,76 a
Reprodutivo	29,77 b	13,76 b	13,86 b	21,6 b
CV (%)	6,63			

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

Assim como observado nos resultados para o extrato de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo, no trabalho de Carvalho *et al.* (2014), extrato de palhada de milho não interferiu na germinação e crescimento de plântulas de alface; em contrapartida, na pesquisa de Faria *et al.* (2009) os extratos de folhas de milho diminuíram a germinação e a velocidade de germinação de sementes de feijão.

O índice de velocidade de germinação variou entre as concentrações apenas para o extrato de plantas de milho colhidas em estágio reprodutivo, a concentração de 55,8% proporcionou a menor média, porém, todas as concentrações resultaram em IVG inferior à testemunha, caracterizando influência negativa desse extrato (Figura 7).

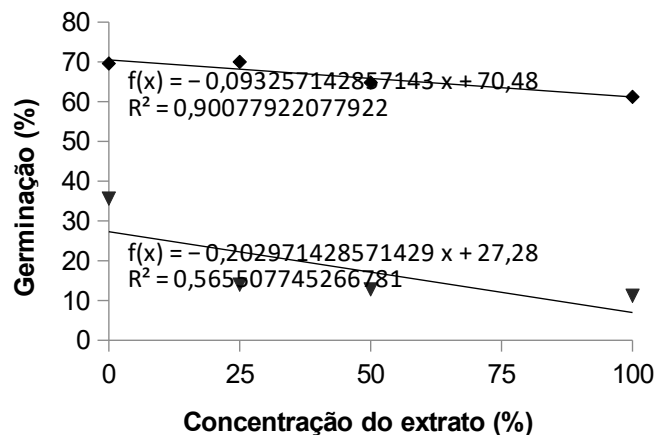
Figura 7. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cebola expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio reprodutivo.



As espécies olerícolas semeadas em plantio direto podem sofrer diversas interferências das plantas de cobertura. Resultados semelhantes foram verificados por Theisen (2019), com a utilização de silagem de milho, para a cobertura verde, que reduziu linearmente na medida em que aumenta a concentração do extrato a G e o IVG das espécies analisadas (alface, tomate, cebolinha todo ano, repolho e salsa).

Para germinação houve diferença entre os extratos de milho e novamente as médias foram superiores do extrato de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo, comparativamente às plantas colhidas em estágio reprodutivo, conforme a figura 8. Em ambos os extratos houve diferença entre as concentrações e obteve-se redução linear conforme aumenta a concentração do extrato (Figura 8); a redução mais drástica foi de 68%, comparativamente a testemunha, para o extrato de plantas de milho colhidas em estágio reprodutivo (Figura 8).

Figura 8. Valores médios de germinação de sementes de cebola, expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (▼).



Assim como nesse trabalho, Oliveira (2019) observou efeitos alelopáticos de extrato de capim carrapicho, com efeito supressivo em sementes de pepino, interferindo a germinação e o crescimento de plântulas.

Quanto ao crescimento de plântulas de cebola, observou-se diferenças entre os extratos de plantas de milho colhidas em período vegetativo e reprodutivo. Tanto para o comprimento de parte aérea quanto para o comprimento de raízes o primeiro extrato citado causou menores efeitos alelopáticos em comparação ao segundo extrato, conforme a figura 9.

Quanto ao efeito de concentração dos extratos, para crescimento de plântulas, as duas variáveis (CPA e CR) foram afetadas negativamente, para ambos os extratos; na medida em que aumenta a concentração diminui a média dos comprimentos. Para comprimento de parte aérea houve redução de 22% e 30% nas concentrações máximas (100%) em relação à testemunha para extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Figura 9A).

Para comprimento de raízes houve redução de 61,7% e 26% nas concentrações máximas (100%) em relação à testemunha, para extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Figura 9B).

Figura 9. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de cebola expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).

A

B

Em um estudo realizado por Faria *et al.* (2009), o extrato de folhas de milho diminuiu o crescimento de plântulas de soja.

Quanto a massa seca de plântulas houve diferença entre os extratos de milho; extrato de plantas colhidas em estágio vegetativo causou menores efeitos alelopáticos em comparação com o extrato de plantas colhidas em estágio reprodutivo (Figura 10).

Para massa seca de parte aérea de plântulas de cebola as concentrações de 72% e 74% apresentaram as menores médias para o extrato de plantas de milho colhidas em período vegetativo e reprodutivo, respectivamente; ambos os extratos interferiram negativamente como mostra as médias das concentrações da figura 10A, em relação à testemunha.

Para massa seca de raízes de plântulas de cebola, para o extrato de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo, observou-se que até a concentração de 33% houve acréscimo de biomassa, porém, nas demais concentrações houve decréscimo (Figura 10B). Não obteve-se resultados para massa seca de raízes com extrato de plantas de milho colhidas em estágio reprodutivo devido ao baixo número de sementes germinadas e também ao tamanho menor das plântulas normais avaliadas com esse extrato.

Figura 10. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de cebola expostas aos extratos de plantas de milho colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).

A

B

Assim como nesse trabalho, Grisi *et al.* (2011) verificaram que plântulas de cebola e alface também sofreram fortes influências de extratos de *Sapindus saponária*, com redução da formação de plântulas normais, quando as sementes foram expostas a extratos a concentração maior ou igual 5%; ainda o efeito linear negativo também foi observado para comprimento de parte aérea e para o

comprimento de radículas o efeito do extrato foi deletério a partir da concentração de 7,09%.

A partir dos resultados do comportamento de sementes de cebola com adição de extrato de plantas de milho, percebe-se que o extrato de plantas colhidas em período reprodutivo causou reduções mais drásticas, comparativamente ao extrato de plantas colhidas em período vegetativo, nas variáveis analisadas demonstrando maior potencial alelopático contra as sementes de cebola utilizadas.

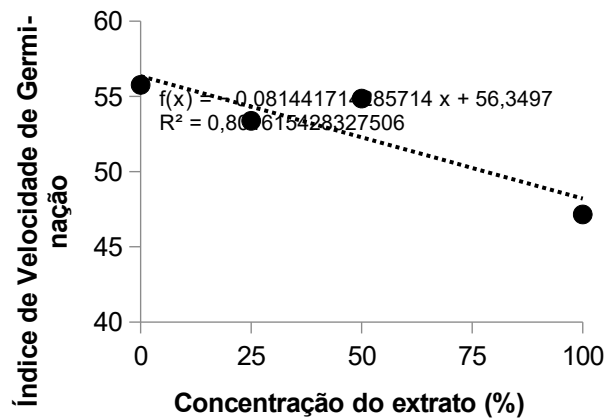
As substâncias alelopáticas podem ser encontradas em diversas partes da planta, principalmente nas raízes e folhas (FERGUSON *et al.*, 2003). Porém, nesse caso as plantas colhidas em estágio reprodutivo apresentaram maiores influências negativas, podendo ser devido a presença das flores ou pode ter sido durante esse estágio o período de estresse sofrido pela planta.

As plantas podem responder de forma diferente aos extratos aplicados, bem como as plantas avaliadas como portadoras de substância alelopática nem sempre podem ter sofrido algum estresse que levou a produção de tais substâncias; no trabalho de Asoia (2019) o extrato de folhas de milho estimulou a germinação de sementes de feijão, o crescimento e a produção de biomassa fresca de plântulas de trapoerada.

4.1.3 Teste realizado em sementes de cebola expostas a extratos de capim sudão (*Sorghum sudanense*).

O índice de velocidade de germinação de sementes de cebola sofreu influência dos extratos, sem efeitos do estágio de colheita da planta, porém, com efeitos de concentração do extrato (Figura 11), com redução linear a medida que se aumentou a concentração.

Figura 11. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cebola expostas aos e extratos vegetativos + reprodutivos (●) de plantas de capim sudão.



Espécies do gênero *Sorghum*, principalmente o sorgo forrageiro, podem apresentar uma substância chamada de sorgoleone, uma hidroquinona de cadeia longa que pode inibir a germinação ou a velocidade de germinação, além do crescimento de outras espécies, pois tem potencial inibitório da respiração mitocondrial e também inibe o transporte de elétrons ao fotossistema II (TREZZI, 2002); é possível que no capim sudão ocorra a presença dessa substância e essa seja responsável pelos efeitos alelopáticos.

Quanto a porcentagem de germinação, observou-se diferenças entre os extratos apenas na concentração 100%, com queda na germinação das sementes expostas ao extrato de plantas de capim sudão colhidas em estágio vegetativo (Tabela 2).

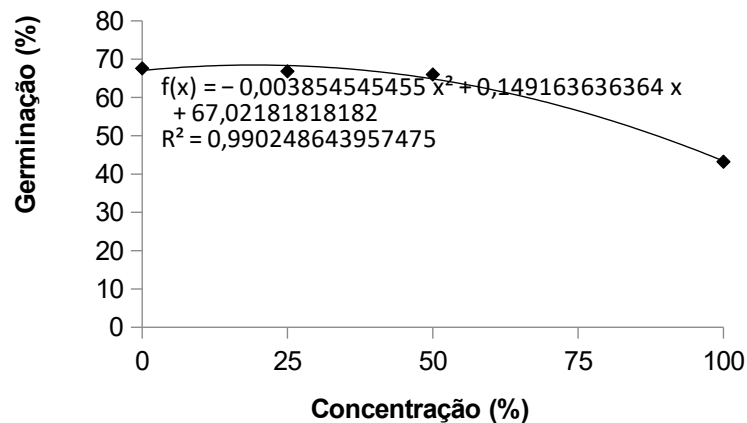
Tabela 2. Valores médios de germinação de sementes de cebola expostas aos extratos de plantas de capim sudão colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.

Estágio de desenvolvimento do capim sudão	Concentração do extrato (%)			
	0	25	50	100
	G (%)			
Vegetativo	67,6 a*	66,8 a	66,0 a	43,2 b
Reprodutivo	66,0 a	64,8 a	62,4 a	68,0 a
CV (%)	4,92			

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

Quanto ao efeito de concentração dos extratos, observou-se diferenças apenas para o extrato de capim sudão colhido em estágio vegetativo (Figura 11); no tratamento com extrato bruto (100%) a germinação diminuiu 36% em comparação à testemunha (Figura 12).

Figura 12. Valores médios de germinação de sementes de cebola expostas ao extrato de plantas de capim sudão colhidas em estágio vegetativo.



No estudo de Marchi *et al.* (2008) extratos aquosos da parte aérea de um híbrido de *Sorghum* proporcionaram influência negativa na germinação de sementes de tomate, alface e caruru, com plantas colhidas até 10 dias após semeadura, ou seja, em estágio vegetativo, assim como na presente pesquisa.

Para comprimento de plântulas de cebola houve variação entre as médias dos extratos e o extrato das plantas colhidas em estágio vegetativo proporcionou médias maiores até a concentração de 50% e o extrato de plantas colhidas em estágio reprodutivo teve médias superiores na concentração de 100%, conforme a figura 13.

Houve também diferença entre as concentrações e o comprimento de parte aérea (CPA) e de raízes (CR) de plântulas de cebola foram linearmente afetados na medida em que o extrato de plantas de capim sudão colhidas em estágio vegetativo fica mais concentrado. Para CPA as médias relacionadas ao extrato de capim sudão colhido em período reprodutivo são ligeiramente crescente em relação a testemunha, com a concentração de 59% apresentando a maior média; já para CR todas as médias dos tratamentos ficaram abaixo da média da testemunha e a concentração de 58% resultou na menor média (Figura 13).

Figura 13. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de cebola submetidas a extrato de capim sudão em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).

A

B

Extrato aquoso de rizoma de *Sorghum halepense* também demonstrou efeito alelopático sobre o crescimento inicial de plântulas de trigo (inibindo crescimento de raiz e parte aérea), bem como diminui o acúmulo de biomassa (ACCIARES; ASENJO, 2003). Doses altas como 80 a 100g de rizoma de *S. halepense* para 2kg de solo demonstrou efeito inibitório na germinação e crescimento de plântulas de caruru e picão-preto (SÁNCHEZ *et al.*, 2020); a aplicação de extratos de planta inteira da mesma espécie citada, também afetou a germinação e crescimento de plântulas de feijão (MIRRY *et al.*, 2020).

Para massa seca de parte aérea não houve diferença entre as médias dos extratos de plantas de capim sudão colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, porém, houve diferença entre as concentrações e a partir da concentração de 45% houve maior decréscimo das médias, demonstrando efeito negativo dos extratos, conforme a figura 14A.

Diferente de MSPA, a massa seca de raízes teve diferença entre os extratos e quando as plantas colhidas em estágio vegetativo as médias até a concentração de 50% foram superiores; na concentração máxima (100%) houve acréscimo da média para o extrato de plantas colhidas em estágio reprodutivo. Foi possível observar uma curva ascendente em relação ao extrato de plantas colhidas em estágio reprodutivo, porém, a concentração de 31% resultou na menor média; para

o extrato de plantas colhidas em estágio vegetativo a curva das médias é decrescente, porém com a concentração de 26% apresentando a maior média (Figura 14B).

Figura 14. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de cebola expostas ao extrato de capim sudão em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■) e extratos vegetativos + reprodutivos (●).

A

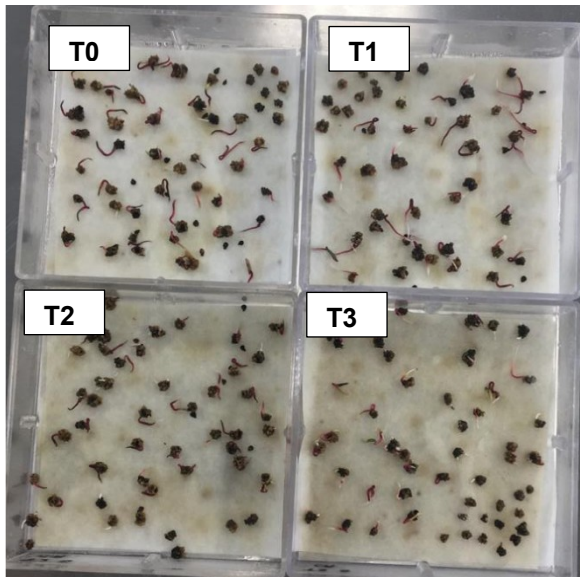
B

4.2 RESULTADOS DO EXPERIMENTO 2

Da mesma forma que ocorreu com as sementes de cebola, as sementes de beterraba não apresentaram crescimento até a primeira contagem aos quatro DAS que pudesse ser contabilizado plântulas normais como pode ser visto na figura 15 para diferentes extratos de plantas testados. Como não houve plântulas normais não foi contabilizada germinação nessa contagem, pois segundo as Regras para Análise de sementes considera-se que: *“germinação de sementes em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo”* (BRASIL, 2009).

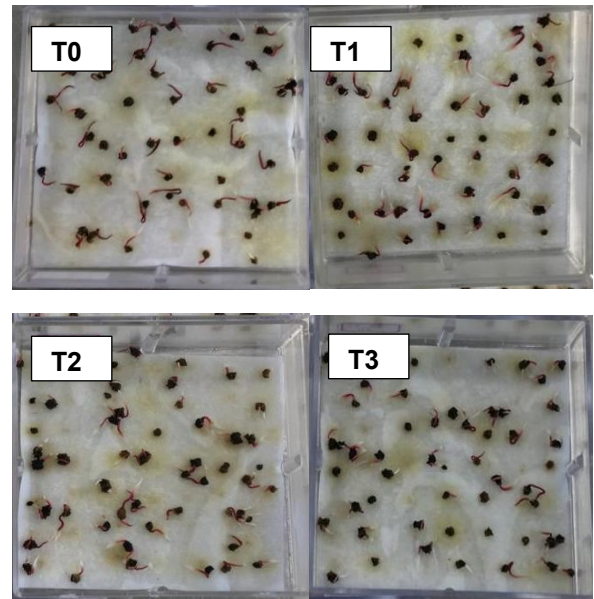
Figura 15. Sementes de beterraba Maravilha aos quatro DAS, expostas ao extrato de plantas de centeio colhidos em estágio vegetativo (A), ao extrato de azevém colhido em estágio vegetativo (B) e ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo (C). T0, T1, T2 e T3 representam as concentrações dos extratos 0%, 25%, 50% e 100%, respectivamente.

A



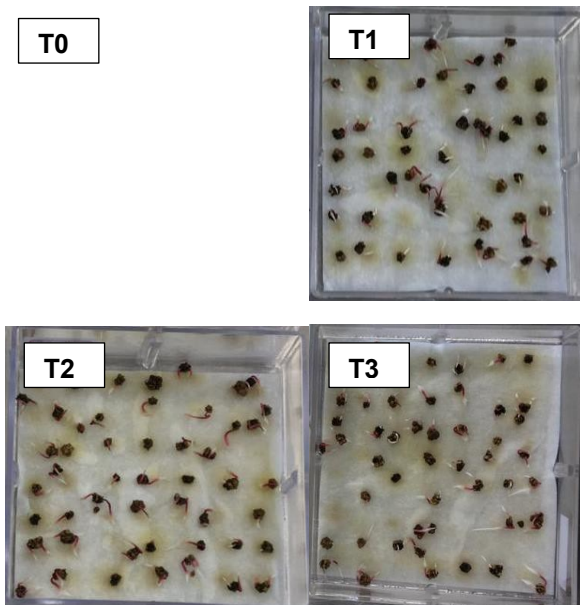
Fonte: Autora

B



Fonte: Autora

C



Fonte: Autora

4.2.1 Teste realizado em sementes de beterraba expostas a extratos de centeio (*Secale cereale*).

Não houve diferença estatística entre os dois extratos de plantas de centeio (colhidos em período vegetativo e reprodutivo) e nem entre as concentrações dos mesmos para o índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba (Tabela 3).

Assim como há influências positivas e negativas dos extratos, há também a neutralidade, como observado para IVG na tabela 3, Bettoni *et al.* (2012) estudando a influência de extratos de plantas de cobertura, incluindo o centeio, aplicados via irrigação em mudas de uva não observaram diferença estatística do extrato sobre as variáveis analisadas.

Tabela 3. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba expostas a extratos de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.

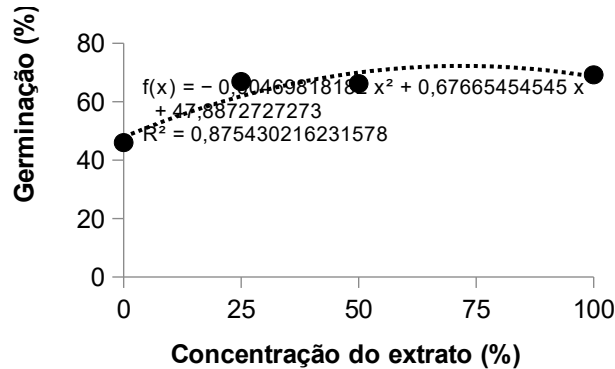
Estágio de desenvolvimento do centeio	Concentração do extrato (%)			
	0	25	50	100
IVG				
Vegetativo	72,37 a*	73,08 a	72,36 a	71,66 a
Reprodutivo	73,44 a	70,12 a	72,27 a	67,6 a
CV (%)	5,00			

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

Não houve diferença entre os extratos de plantas de centeio na germinação de sementes de beterraba, porém, houve diferença entre as concentrações dos

extratos, as médias dos tratamentos ficaram superiores à testemunha e a concentração de 72% correspondeu a maior média de germinação.

Figura 16. Valores médios de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos vegetativos + reprodutivos (●) de plantas de centeio.



Os extratos avaliados nesta pesquisa com centeio não apresentaram caráter inibitório de germinação e velocidade de germinação, assim como observado por Silva *et al.* (2018), extratos de *Tectona grandis* não influenciaram nessas variáveis para sementes de alface.

O efeito positivo na germinação também foi observado por Rodrigues *et al.* (2012), avaliando sementes de *Stylosanthes macrocephala* com adição de extratos de *Brachiaria brizantha*.

Para o comprimento de plântulas de beterraba houve diferença entre os extratos de centeio; para CPA as médias foram superiores com o extrato de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo a partir da concentração de 50% e apenas na concentração de 100% para CR, conforme figura 17.

O comprimento das plântulas de beterraba foi favorecido com adição do extrato de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo, a concentração de 71% resultou na maior média do comprimento de parte aérea e observou-se aumento das médias a partir do aumento da concentração para o comprimento de raízes; com a adição dos extratos de plantas de centeio colhidas em estágio reprodutivo a concentração de 19,5% resultou na maior média de comprimento de parte aérea e a concentração de 45% obteve a maior média de comprimento de raízes de plântulas de beterraba (Figura 17).

As influências positivas geradas pelos extratos pode ser atribuída ao fato de que além das substâncias alelopáticas, os extratos podem conter hormônios com

auxinas e giberelinas responsáveis pela divisão e alongamento celular, portanto atuando como reguladores de crescimento (CAMARGO *et al.*, 2005).

Figura 17. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extrato de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).

A

B

Assim como neste trabalho, Oliveira *et al.* (2018) avaliaram extrato aquoso de capim cidreira (*Cymbopogon citratus*) em sementes de rúcula, e não observaram influencia negativa do extrato; os autores caracterizam pouca severidade redução de 18,35% na germinação, por exemplo, os mesmos também identificaram as concentrações de 25 e 50% estimularam o crescimento e acumulação de biomassa de plântulas de rúcula.

Na presente pesquisa, o acúmulo de biomassa em plântulas de beterraba foi favorecida pela adição de extratos de centeio em relação à testemunha. A massa seca de parte aérea de plântulas de beterraba não apresentou diferença estatística entre os extratos de centeio, porém, houve diferença para massa seca de raízes e o extrato de plantas colhidas em estágio vegetativo apresentou médias superiores ao extrato de plantas colhidas em estágio reprodutivo (Figura 18).

Houve diferença entre as concentrações de ambos os extratos e para massa seca de parte aérea a concentração de 71% resultou na maior média (Figura 18A). Para os extratos de plantas colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo as

concentrações de 72% e 63% resultaram nas maiores médias de massa seca de raízes de plântulas de beterraba (Figura 18B).

Figura 18. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extratos de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■) e extratos vegetativos + reprodutivos (●).

A

B

O favorecimento da adição de extratos para as variáveis analisadas também foi encontrada no trabalho de Berggrav (2019); com adição de extratos de *Cinnamomum zeylanicum* em sementes de pepino houve estímulo de crescimento e acumulação de biomassa de raízes de plântulas.

Assim como há diferenças entre os efeitos dos extratos das plantas colhidas em estágios de desenvolvimento distintos, cultivares da mesma espécie também podem apresentar comportamentos distintos com adição de extratos de plantas; no estudo de Martinelli e Silva (2018), por exemplo, a exposição das sementes ao extrato de centeio colhidos em fase reprodutiva resultou em influência negativa para germinação para ambas cultivares de beterraba avaliadas, porém, teve influencia positiva para CR de ambas, outras variáveis como MSPA também foram influenciadas, sendo que até a concentração de 25% a influencia foi positiva e o extrato de centeio mais concentrado influenciou negativamente para a cultivar Early

Wonder, também não obteve diferença estatística para IVG assim como nesse trabalho.

4.2.2 Teste realizado em sementes de beterraba expostas a extratos de azevém (*Lolium multiflorum*).

Não houve diferença estatística para índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba entre os extratos e entre as concentrações dos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.

Estágio de desenvolvimento do azevém	Concentração do extrato (%)			
	0	25	50	100
	IVG			
Vegetativo	66,11 a*	69,62 a	68,58 a	69,90 a
Reprodutivo	70,48 a	72,22 a	72,59 a	72,71 a
CV (%)	5,08			

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

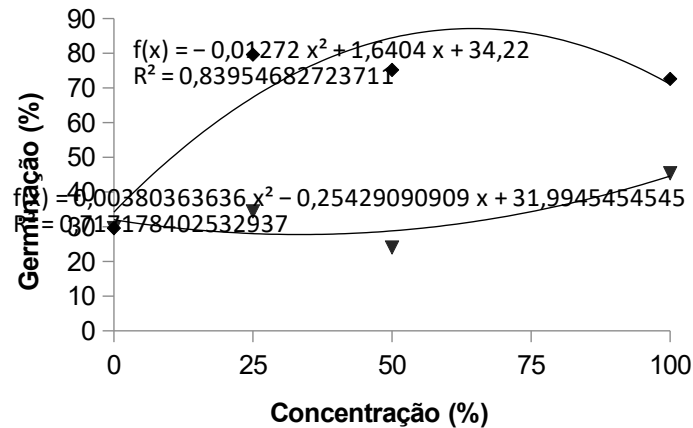
No trabalho de Silva e Saraiva (2018) o IVG de sementes de beterraba também não sofreram influência dos extratos de serapilheira de eucalipto.

Em contrapartida, houve diferença entre as médias dos extratos para a germinação de sementes de beterraba, a maior germinação ocorreu para as sementes expostas ao extrato de plantas de azevém colhidas em período vegetativo (Figura 19).

Houve também diferença entre as concentrações para ambos os extratos como pode ser visualizado na figura 19 as concentrações de 64% corresponde a maior média de germinação para as sementes expostas ao extrato de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo, porém para o extrato de plantas colhidas

em período reprodutivo a concentração de 33,5% corresponde a menor média entre os tratamentos.

Figura 19. Valores médios de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).



Foi possível analisar que nesta pesquisa os extratos de plantas de azevém não interferiram nas variáveis analisadas, demonstrando não haver efeito alelopático.

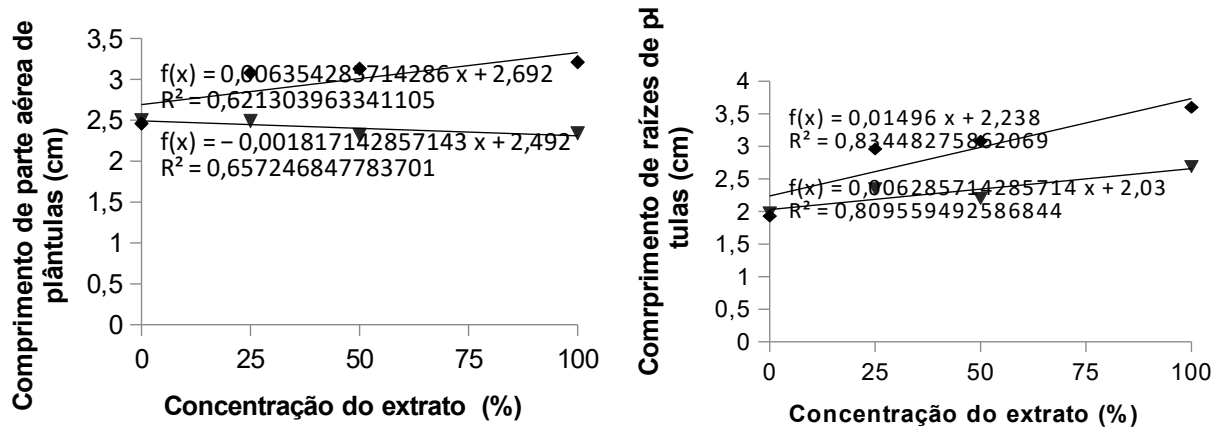
Para comprimento de plântulas de beterraba houve diferença entre os extratos de azevém e tanto para comprimento de parte aérea quanto de raízes; as maiores médias foram com adição de extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo, conforme a figura 20.

Ambas as variáveis de crescimento de plântulas (CPA e CR) foram influenciadas positivamente com adição de extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, como mostra a figura 20 as médias aumentam linearmente na medida que aumenta a concentração do extrato.

Figura 20. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).

A

B



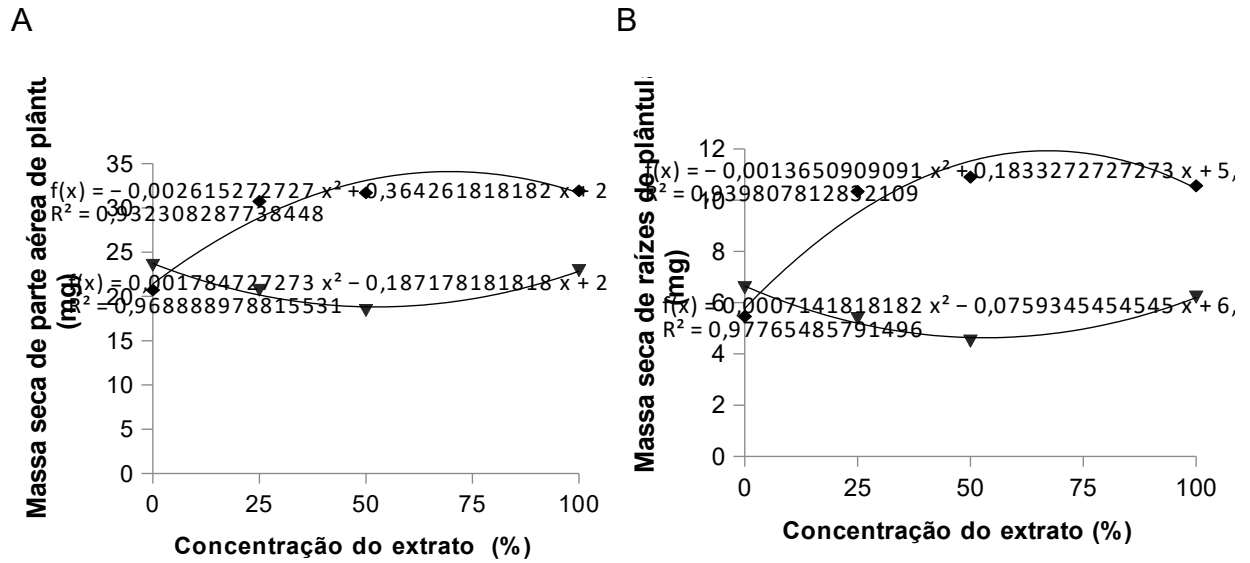
Vários trabalhos também encontraram efeitos positivos com adições de extratos aquosos em sementes; Tadaieski *et al.* (2021) observaram estímulo de crescimento de radícula de plântulas de soja com adição de extrato de folhas de *Kalanchoe laetivirens*. Weisner (2018) também observou maior comprimento de parte aérea de plântulas de milho na concentração de 1% de extrato de azevém.

Assim como para comprimento de plântulas, para massa seca de plântulas (de parte aérea e raízes) também houve diferenças entre os extratos e novamente as maiores médias foram das plântulas expostas ao extrato de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo (Figura 21).

Houve também diferença entre as concentrações e para massa seca de parte aérea as concentrações de 70% resultou na maior média e 52% resultou na menor média para os extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Figura 21A). E para massa seca de raízes as concentrações de 65% resultou na maior média e 54% resultou na menor média para os extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Figura 21B).

Assim como demonstra a figura 21 o extrato de plantas de azevém colhidas em estágio reprodutivo não apresentou médias maiores que a testemunha, porém, ficaram muito próximas, não caracterizando influência negativa para biomassa de plântulas de beterraba.

Figura 21. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).



Incremento de massa seca de plântulas também foi observado no trabalho de Erasmo *et al.* (2011), com a incorporação de biomassa de *Crotalaria spectabilis* no solo em casa de vegetação com sementes de alface, além de que os extratos de plantas de cobertura verde (*C. ensiformis*, *C. spectabilis*, *M. aterrima* e *S. bicolor*) não demonstraram efeito alelopático no comprimento de plântulas de alface

4.2.3 Teste realizado em sementes de beterraba expostas a extratos de ervilhaca (*Vicia sativa*).

As médias de índice de velocidade de germinação não diferiram entre o extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, conforme a tabela 5.

Tabela 5. Valores médios de índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo.

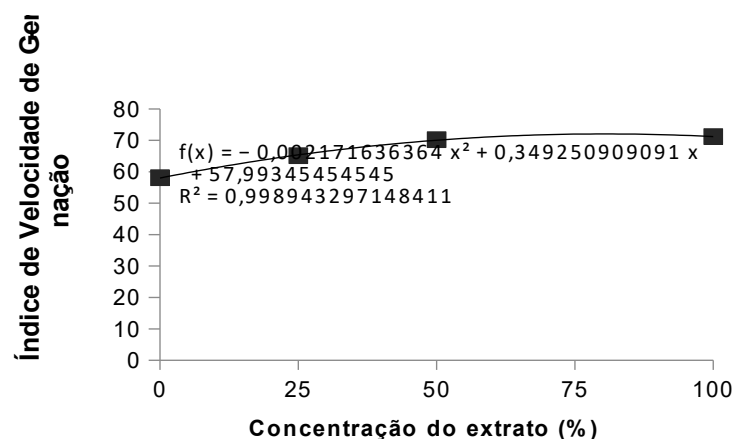
Estágio de desenvolvimento da ervilhaca	Concentração do extrato (%)			
	0	25	50	100
	IVG			
Vegetativo	69,23 a*	67,59 a	70,89 a	70,28 a
Reprodutivo	58,09 b	65,11 a	70,22 a	71,17 a
CV (%)	5,08			

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

Assim como nesta pesquisa, Nóbrega *et al.* (2009) identificaram que extratos de plantas de cobertura antecedendo o cultivo da soja, incluindo a ervilhaca, não houve interferência nas variáveis analisadas, demonstrando não haver substâncias alelopáticas ou há presença em níveis mais baixos aos que possam causar algum efeito negativo. Mostasse (2020) também não identificou influencia alelopática de extratos de folhas de aveia-branca sobre a germinação de milho.

Apenas para o extrato de plantas de ervilhaca colhidas em período reprodutivo resultou em diferença significativa entre as concentrações de índice de velocidade de germinação de sementes de beterraba e a concentração de 79% apresentou maior média, vale destacar que todas as concentrações beneficiaram a velocidade de germinação em comparação com a testemunha (Figura 22).

Figura 22. Valores médios do índice de velocidade germinação de sementes de beterraba expostas ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo (■).

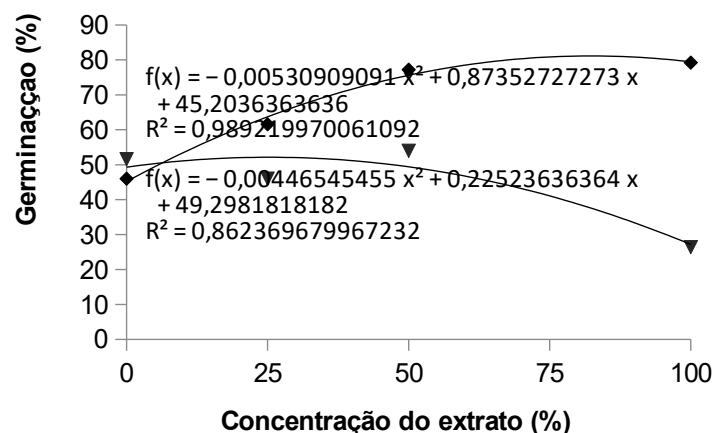


Para porcentagem de germinação houve diferença entre as médias dos extratos de ervilhaca e as médias com adição de extrato de plantas de ervilhaca colhidas em período vegetativo ficaram superiores às colhidas em período reprodutivo (Figura 23).

Houve também diferença estatística entre as concentrações de ambos os extratos de ervilhaca e a concentração de 82% resultou na maior média em relação ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo, ainda de acordo com a figura 23, a adição desse extrato beneficiou a germinação com aumento de 72% da germinação na concentração máxima (100%) em relação a testemunha.

Em relação à germinação das sementes expostas ao extrato de ervilhaca colhida em período reprodutivo houve diminuição mais acentuada da média apenas para a dose de 100% e 25% correspondeu a maior média para esse extrato, conforme figura 23.

Figura 23. Valores médios de germinação de sementes de beterraba expostas aos extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).



Efeitos negativos também foram observados por Medeiros e Lucchesi (1993), com adição de extrato de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo, as plântulas de alface apresentaram raízes primárias sem pelos absorventes, houve pouca germinação, radícula escurecida, aumento do diâmetro do hipocótilo, atrofia da raiz primária, etc.

Assim como para a germinação, para comprimento de parte aérea de plântulas de beterraba o extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo proporcionou maiores médias em relação ao outro extrato. Para comprimento de raízes o extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio

reprodutivo resultou nas maiores médias até a concentração de 100% em relação ao outro extrato de ervilhaca. (Figura 24).

As médias do comprimento de parte aérea de plântulas de beterraba houve influência positiva com a concentração de 71% resultando na maior média em relação ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo, em relação ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo a concentração de 48% resultou na maior média (Figura 24A).

Para comprimento de raízes houve influência positiva linear de acordo com o aumento da concentração do extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo, com aumento de 53% na dose máxima (100%) em relação a testemunha, em relação ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo a concentração de 32% resultou na maior média (Figura 24B).

Figura 24. Valores médios de comprimento de parte aérea (A) e comprimento de raízes (B) de plântulas expostas aos extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).

A

B

O favorecimento da adição de extratos em sementes visto nesta pesquisa, foi similar ao da pesquisa de Silva *et al.* (2021), os quais observaram que as variáveis analisadas para sementes de gergelim foram favorecidas pelas maiores concentrações de *Crassiphycus birdiae*; os autores ainda relacionaram a presença

de citocinina que pode estimular a divisão celular. Pelegrini e Cruz-Silva (2012) identificaram benefício da adição de extratos de falso-boldo para crescimento de plântulas de alface.

Para massa seca de parte aérea e de raízes de plântulas de beterraba houve diferença entre os extratos e as médias em relação ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo foram superiores comparado com o extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo, conforme figura 25.

Também foi possível perceber conforme mostra a figura 25A a massa seca de parte aérea foi beneficiada com a adição do extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo e a concentração de 64% resultou na maior média, em contrapartida houve influência negativa com adição do extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo de forma linear na medida em que aumenta a concentração do extrato.

Para massa seca de raízes também houve benefício com adição do extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo e a concentração de 68% resultou na maior média e a concentração de 41% resultou na maior média em relação ao extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo, conforme a figura 25B.

Figura 25. Valores médios de massa seca de parte aérea (A) e massa seca de raízes (B) de plântulas de beterraba expostas aos extratos de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo (◆) e reprodutivo (■).

A

B

Como observado para as variáveis G, CR e MSPA houve maior influência negativa do extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo apenas na concentração máxima (100%), Reginatto *et al.* (2020) identificaram que plantas de ervilhaca peluda (*Vicia villosa*) em estágio reprodutivo produzem algumas substâncias alelopáticas como: ácido benzoico (pode interferir a absorção de nutrientes, redução do grupo sulfidril e conseqüentemente peroxidação lipídica) ácido p-cumárico (reduz a condutividade da água, aumento de níveis de ácido abscísico reduz transpiração, ácido p-hidroxibenzoico, ácido fenilacético e ácido propiônico 3 (4-hidroxifenil).

5 CONCLUSÕES

A fase de desenvolvimento da maioria das espécies de cobertura interfere no potencial alelopático dos extratos aquosos.

A exposição das sementes de cebola Crioula aos extratos de crotalária (plantas colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo) resultou em influência negativa para todas as variáveis analisadas, demonstrando potencial alelopático da espécie de cobertura. Mesmo efeito observado com extratos de milho, sendo que os efeitos mais prejudiciais foram com adição de extrato de plantas de milho colhidas em estágio reprodutivo. Para a exposição aos extratos de capim sudão os resultados foram mais variados, resultou em efeitos negativos e positivos de ambos os extratos.

Em relação às respostas as concentrações dos extratos de crotalária, no geral das variáveis analisadas houve decréscimo linear negativa em relação ao extrato de plantas colhidas em estágio vegetativo e a concentração de 78% resultou nas menores médias em relação ao extrato de plantas colhidas em estágio reprodutivo. Para os extratos de milho as concentrações de 85,5% e 86 resultaram nas menores médias para os extratos de plantas colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo respectivamente. Em relação às variáveis que obtiveram diferença estatística, os extratos de capim sudão colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, no geral as concentrações de 86% e 58,5% respectivamente, resultaram nas menores médias.

As variáveis analisadas das sementes de beterraba Maravilha foram beneficiadas ou não sofreram influência com adição dos extratos de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo. Houve maior potencial alelopático do extrato de plantas de aveia colhidas em estágio reprodutivo, porém foi possível observar efeito benéfico com adição do extrato de plantas de aveia colhidas em vegetativo. Houve também efeito benéfico com adição de extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo e efeito negativo apenas na máxima concentração do extrato de plantas de ervilhaca colhidas em estágio reprodutivo.

Em relação às variáveis que obtiveram diferença estatística com adição de extratos de plantas de centeio colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, no geral

as concentrações de 77% e 54% resultaram nas maiores médias. Para os extratos de plantas de azevém colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, no geral as concentrações de 80% e 60% resultaram nas maiores e menores respectivamente. Para as variáveis com significância com adição de extratos de ervilhaca colhidas em estágio vegetativo e reprodutivo, no geral as concentrações de 77% e 45% resultaram nas maiores médias.

REFERÊNCIAS

ACCIARESI, H. A.; ASENJO, C. A. Efecto alelopático de *Sorghum halepense* (L.) Pers. sobre el crecimiento de la plántula y la biomasa aérea y radical de *Triticum aestivum* (L.). **Ecología Austral**, La Plata, v. 13, n. 1, p. 49-61, jun. 2003.

ASOIA, E. C. POTENCIAL ALELOPÁTICO DO MILHETO SOBRE SISTEMAS AGRÍCOLAS. **Unicesumar**, Maringá, p. 1-18, 2019.

BETTONI, J. C. *et al.* Potencial alelopático de plantas de cobertura verde de inverno sobre o crescimento do porta-enxerto VR043-43. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 59, n. 1, p. 136-141, fev. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2012000100019>.

BERGGRAV, N. **EXTRATOS DE *Cinnamomum zeylanicum* EM SEMENTES E PLÂNTULAS DE HORTALIÇAS**. 2019. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2019.

BIAŞEWICZ-WOŪNIAK, M. *et al.* Effect of cover crops on emergence and growth of carrot (*Daucus carota* L.) in no-plow and traditional tillage. **Acta Agrobotanica**, [s.l.], v. 68, n. 1, p. 63-73, 2015. Polish Botanical Society. <http://dx.doi.org/10.5586/aa.2014.053>.

BOGATEK, R. *et al.* Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth. **Biologia Plantarum**, [s.l.], v. 50, n. 1, p. 156-158, mar. 2006. Institute of Experimental Botany. <http://dx.doi.org/10.1007/s10535-005-0094-6>.

BOOTS, A. W. *et al.* Health effects of quercetin: from antioxidant to nutraceutical. From antioxidant to nutraceutical. **European Journal Of Pharmacology**, [s.l.], v. 585, n. 2-3, p. 325-337, maio 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejphar.2008.03.008>

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395p (a).

CAMANA, A. **POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE CHIA (*Salvia hispanica* L.) NO DESENVOLVIMENTO DE AVEIA PRETA, AZEVÉM E NABO FORRAGEIRO**. 2017. 29 f. TCC (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

CAMARGO, P. R. de *et al.* **Manual de Fisiologia Vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 640 p.

CARVALHO, W. P. de *et al.* ALELOPATIA DE EXTRATOS DE ADUBOS VERDES SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE ALFACE. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 1-11, jun. 2014.

CNA. **Mapeamento e Quantificação da Cadeia Produtiva das Hortaliças**. Brasília: Se, 2017. 80 p. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/bibliotecas/livro_final3_mapeamento_e_quantificacao_da_cadeia_de_hortalicas_08.pdf.

COSTA, M. E. B. **CULTIVO DE BETERRABA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS**. 2014. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de

Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/123493/Ma%c3%adra%20Elena%20Borges%20Costa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> .

COSTA, N. D. *et al.* **Coleção Plantar**: cebola. Brasília: Embrapa, 2002. 109 p.

CRUZ, A. C. da R. *et al.* Avaliação do efeito alelopático de diferentes dosagens de extratos vegetais de *Crotalaria Juncea*/ Evaluation of the allelopathic effect of different dosages of vegetable extracts from *Crotalaria Juncea*. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 40869-40881, 20 abr. 2021. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n4-513>.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. L. S. **Noções de alelopatia**. Jaboticabal: Editora da FUNEP, 1993. 23 p.

EPAGRI. **Acompanhamento de safras**. 2020. Disponível em: <<https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/produtos/acompanhamento-de-safras/>> .

EPAGRI/CEPA. **SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA 2018 - 2019**. Florianópolis: Epagri, 2019. 200 p.

ERASMO, E. A. L. *et al.* Efeito de extratos de adubos verdes sobre *Lactuca sativa* e *Digitaria horizontalis*. **Bragantia**, [S.L.], v. 70, n. 3, p. 529-557, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052011000300007>.

FAYAD, J. A. *et al.* **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)**: o cultivo da cebola. Florianópolis: Epagri, 2018. 78 p. Disponível em: <http://publicacoes.epagri.sc.gov.br/index.php/BD/issue/viewFile/71/89>.

FARIA, T. M. *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**, [S.L.], v. 33, n. 6, p. 1625-1633, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832009000600011>.

FERGUSON, J. J. *et al.* **Allelopathy: how plants suppress other plants**. Florida: Ed. da University of Florida. 2003.

GRISI, P.U. *et al.* Efeito alelopático do fruto de *Sapindus saponaria* na germinação e na morfologia de plântulas daninhas e de hortaliças. **Planta Daninha**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 311-322, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582011000200009>.

GONÇALVES, P. A. de S. *et al.* **O valor nutracêutico da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2015. 4 p.

ISLA. **Beterraba Itapuã 202**. 2020. Disponível em: <<https://isla.com.br/produto/beterraba-itapua-202/70>> .

KIELING, A. dos S. **Plantas de cobertura em sistema de plantio direto de tomate: efeitos sobre plantas espontâneas, atributos do solo e a produtividade de frutos em um processo de transição agroecológica**. 2007. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

KRAMER, M. **PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE RABANETE EM FUNÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA EM ANTECEDÊNCIA À SEMEADURA**. 2018. 47 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Morrinhos, 2018. Disponível em: [http://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/325/1/DISSERTA%
%c3%87%
%c3%83O_OLERICULTURA_MARCOS%20KRAMER.pdf](http://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/325/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_OLERICULTURA_MARCOS%20KRAMER.pdf).

KURTZ, C. *et al.* **Sistema de produção para a cebola**: Santa Catarina. Florianópolis: Epagri/ciram, 2013. 106 p. Disponível em: http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/cebola/acervo/sistema_producao_cebola_sc.pdf

LIMA, C.E.P; MADEIRA N.R. **Sistema de Plantio Direto em Hortaliças (SPDH)**. Embrapa Hortaliças Sistemas de produção, Brasília, jul. 2013. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2251611/sistema-de-plantio-direto-em-hortalicas-spdh>>.

MACIAS, F.A *et al.* Plant biocommunicators: application of allelopathic studies. In: J.C. Luijendijk. **2000 years of 39 natural products research past, present and future**. 2000.

MADEIRA N.R. 2009. Avanços tecnológicos no cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto. *Horticultura Brasileira* 27.

MAFRA, Á. L. *et al.* INICIANDO O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS: adequações do solo e práticas de cultivo. In: FAYAD, Jamil Abdalla *et al.* **SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE HORTALIÇAS**: método de transição para um novo modo de produção. Método de transição para um novo modo de produção. 2. ed. Florianópolis: Epagri, 2019. p. 227-226.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MARCHI, G. *et al.* Effect of age of a sorghum-sudangrass hybrid on its allelopathic action. **Planta Daninha**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 707-716, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582008000400001>.

MARTÍNEZ-MERA, E. *et al.* Efectos alelopáticos de extractos acuosos de las leguminosas crotalaria [Crotalaria júncea (L.) Tropic Sun], canavalia [Canavalia ensiformis (L.)] y gandul [Cajanus cajan (L.) 'Lázaro'] en el desarrollo de los cultivos. **J. Agric**, Porto Rico, p. 71-82, jan. 2016.

MARTINELLI, V.; SILVA, V. N. EFEITO ALELOPÁTICO DE CENTEIO NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE BETERRABA. **Agrarian Academy**, [s.l.], v. 5, n. 9, p. 195-203, 31 jul. 2018. Centro Científico Conhecer. http://dx.doi.org/10.18677/agrarian_academy_2018a20.

MATHIAS, J. **Beterraba**. 2015. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EFC1373708-4529,00.html>.

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

MELO, T. S. *et al.* **EFEITO ALELOPÁTICO DE CROTALARIA JUNCEA SOBRE CAPIM AMARGOSO**. 2018. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1095382/1/GermaniConcencoThaisJipe2018cpao.pdf>.

MIRRY, R. M. *et al.* Allopathic effect of (*Tagetes erecta* L.) and (*Sorghum halepense*) on Growth and Productivity of *Phaseolus vulgaris* L. **Eco. Env. & Cons.**, [S.L.], v. 26, p. 33-39, 2020.

MOHAMMADI, G.R; NOROOZI, N; NOSRATTI, I. Germination and seedling growth of corn (*Zea mays*) and some weed species in response to treatment with common vetch (*Vicia sativa*) and rye (*Secale cereale*) extracts. **Philippine Journal of Crop Science**, v, 42, p 83-87, 2016.

MOSTASSE, V. M. Potencial alelopático da aveia-branca sobre o crescimento inicial do milho e picão-preto. 13f. 2020. Unicesumar - Universidade Cesumar: Maringá 2020.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1 -24.

NASCIMENTO, W. M. *et al.* **QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE E ESTABELECIMENTO DE PLANTAS DE HORTALIÇAS NO CAMPO**. 2011.

Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/911285/4/palestra17CursoSementesHortalias11.pdf>.

NÓBREGA, L. H. P. *et al.* Germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja (*Glycine max* L. Merrill) sob cobertura vegetal. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 461-465, 25 jun. 2009. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v31i3.320>.

OLIVEIRA, A. da S. **EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE CAPIM CARRAPICHO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PEPINO**. 2019. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2019.

OLIVEIRA, R. A. de *et al.* **Produção de matéria seca de plantas de cobertura de inverno e rendimento de cebola ao longo de cinco anos sob Sistema Plantio Direto Agroecológico**. 2015. Disponível em:

<http://revistas.abaagroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/19927/13264>.

OLIVEIRA, S. G. de *et al.* EFEITO ALELOPÁTICO DO CAPIM CIDREIRA SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE RÚCULA. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 11, n. 7, p. 1-17, jun. 2018.

OLIVEIROS-BASTIDAS A.J. El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales. **Química Viva**. v.7,n.1, p. 1:1-34, 2008.

PAULINO, R. *et al.* Potencial alelopático de ervilhaca, aveia preta e azevém na germinação e crescimento inicial de sementes de milho. **Revista Thema**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 33-43, 6 dez. 2017. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.33-43.739>

- PEREIRA, A. P. *et al.* Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. **Revista de Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 40, n. 4, p. 799-807, dez. 2017. Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal. <http://dx.doi.org/10.19084/rca17065>.
- PELEGRINI, L. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A.. Variação sazonal na alelopátia de extratos aquosos de *Coleus barbatus* (A.) Benth. sobre a germinação e o desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 376-382, mar. 2012.
- PIES, W. *et al.* EFEITO ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE *Crotalaria juncea* NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CEVADA. **Agrarian Academy**, Goiânia, v. 4, n. 8, p. 120-129, 30 dez. 2017. Centro Científico Conhecer. http://dx.doi.org/10.18677/agrarian_academy_2017b13.
- PIRES, N. de M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopátia. In: OLIVEIRA JUNIOR, Rubem Silvério de; CONSTANTIN, Jamil; INQUE, Miriam Hiroko. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 95-124.
- PUTNAM, A R; DUKE, W B. Allelopathy in Agroecosystems. **Annual Review Of Phytopathology**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 431-451, set. 1978. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.py.16.090178.002243>
- REGINATTO, M. *et al.* Allelopathic potential from cover crops aqueous extract on weeds and maize. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 10, p. 1-22, 9 out. 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8579>
- RICE, E.L., **Allelopathy**. 2a edição. New York, EUA: Academic Press, 1984. 422p.
- RODRIGUES, A. P. D'A. Contreiras *et al.* Alelopátia de duas espécies de braquiária em sementes de três espécies de estilósantes. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 42, n. 10, p. 1758-1763, out. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782012001000007>
- RODRIGUES, N. C. **Alelopátia no manejo de plantas daninhas**. 2016. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João Del-rei, Sete Alagoas, 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>
- SÁNCHEZ, L. A. *et al.* ALLELOPATHIC EFFECTS OF RESIDUES OF *SORGHUM HALEPENSE* (L.) ON TWO DICOT WEEDS IN LABORATORY CONDITION. **Revista Ambiental**, [S.L.], v. 1, p. 1-9, 2020.
- SCARTEZINI, L. O. **EFEITO ALELOPÁTICO DO EXTRATO AQUOSO DE CROTALÁRIA (*Crotalaria spectabilis* Roth, FAMÍLIA FABACEAE) SOBRE PLANTAS DANINHAS E CULTIVADAS, EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**. 2020. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2020.
- SCHULZ, M. *et al.* Benzoxazinoids in Rye Allelopathy - From Discovery to Application in Sustainable Weed Control and Organic Farming. **Journal Of Chemical Ecology**, [s.l.], v. 39, n. 2, p. 154-174, fev. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10886-013-0235-x>.

SILVA, M. C. da *et al.* Allelopathic Effects of *Tectona grandis* L.F. in the Germination and Initial Development of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal Of Agricultural Science**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 382-387, 15 dez. 2018. Canadian Center of Science and Education. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v11n1p382>.

SILVA, R. R. da; SARAIVA, T. S. Efeitos Alelopáticos de Extrato de Aquoso de Serrapilheira de um Clone do Eucalipto (GERDAU GG100). **Revista Agroveterinária, Negócios e Tecnologias**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 42-56, jun. 2018.

SILVA, T. P. de P. *et al.* INFLUÊNCIA DO EXTRATO DE *CRASSIPHYCUS BIRDIAE* NA QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE GERGELIM / INFLUENCE CRASSIPHYCUS BIRDIAE EXTRACT ON THE HEALTH PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SESAME SEEDS. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 28250-28269, mar. 2021. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n3-510>.

SIMONETTI, A. P. M. M. *et al.* ALELOPATIA DA *CROTALÁRIA OCHROLEUCA* SOBRE A CULTURA DA SOJA. **Revista Técnico-Científica do Crea-Pr**, [S.L.], p. 1-13, mar. 2019.

TADAIESKI, H. T. *et al.* Potencial alelopático do extrato aquoso de *Kalanchoe laetivirens* sobre a germinação e crescimento de sementes de Soja. **Revista de Casos e Consultoria**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-10, 17 jun. 2021.

TAVEIRA, L. K. P. D. *et al.* Allelopathy in five species of *Erythroxylum* - doi: 10.4025/actasciagron.v35i3.16016. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 325-331, 11 jul. 2013. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16016>.

THEISEN, V. **ALELOPATIA DE RESÍDUOS DE SILAGEM SOBRE HORTALIÇAS**. 2019. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2019.

TIVELLI, S. W. *et al.* ADUBAÇÃO VERDE E PLANTIO DIRETO EM HORTALIÇAS. **Pesquisa e Tecnologia**, SI, v. 7, n. 1, p. 1-8, jul. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luis_Felipe_Purquerio/publication/267766002_Adubacao_verde_e_plantio_direto_em_hortalicas_Green_manuring_and_no_tillage_for_vegetables_crops/links/593ee286aca272876d9bdc99/Adubacao-verde-e-plantio-direto-em-hortalicas-Green-manuring-and-no-tillage-for-vegetables-crops.pdf.

TIVELLI, S. W. **Beterraba**: do plantio à comercialização. Campinas: Iac, 2011. 45 p.

TORRES, J. L. R. *et al.* Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 43, n. 3, p. 421-428, mar. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2008000300018>

TREZZI, M. M. **Avaliação do potencial alelopático de genótipos de sorgo**. 2002. 132 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

VARGAS, L.A. *et al.* Allelopathic potential of Cover Crops in Control of Shrubby False Buttonweed (*Spermacoce verticillata*). **Planta Daninha**, [S.L.], v. 36, 10 jul. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582018360100052>.

WEISNER, D. POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATO DE AVEIA, AZEVÉM E NABO FORRAGEIRO NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE MILHO. 2018. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018.