

Efeito alelopático de extratos de *Crotalaria* e Milheto em sementes de tomate

Allelopathic effect of *Crotalaria* and Millet extracts in tomato seeds

<https://doi.org/10.32712/2446-4775.2022.1402>

Arruda, Aline Glecia Moreira de¹; Silva, Vanessa Neumann^{1*}.

¹Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Chapecó. Rodovia SC 459 km 02, Fronteira Sul, CEP 89802-112, Chapecó, SC, Brasil.

*Correspondência: vanessa.neumann@uffs.edu.br.

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos de extratos produzidos com diferentes partes de *Crotalaria* e Milheto em diferentes concentrações, na germinação e crescimento de plântulas de tomate. Para elaboração dos extratos foram utilizadas: raízes, folhas e inflorescências, separadamente. As concentrações utilizadas foram: 0, 25, 50 e 100%. As variáveis analisadas foram: germinação (porcentagem e índice de velocidade), comprimento e massa seca de plântulas (raízes e parte aérea). Os resultados foram submetidos a análises de variância, comparação de médias, e de regressão. Os extratos de *Crotalaria* e Milheto, separadamente, exercem efeitos alelopáticos em sementes de tomate. Extratos de raízes e de folhas de *Crotalaria* reduzem a germinação e a massa seca de parte aérea de plântulas de tomate, respectivamente. Não há diferença em relação aos efeitos gerados por extratos de plantas de Milheto elaborados a partir de raízes, folhas ou inflorescências para as variáveis: germinação, comprimento de raízes, e massa seca de plântulas. Há relação direta entre o aumento da concentração dos extratos, independentemente da parte da planta utilizada, e a redução da germinação e do crescimento de plântulas (Extrato de *Crotalaria*) e do índice de velocidade de germinação e do crescimento de plântulas (Extrato de milheto) de tomate.

Palavras-chave: Alelopatia. Germinação. *Crotalaria breviflora*. *Pennisetum americanum*. *Solanum lycopersicum*.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effects of extracts produced with different parts of *Crotalaria* and Millet at different concentrations on germination and growth of tomato seedlings. For the preparation of extracts were used: roots, leaves and inflorescences, separately. The concentrations used were: 0, 25, 50 and 100%. The variables analyzed were: germination (percentage and speed index), seedling length and dry mass (roots and shoots). The results were subjected to analysis of variance, comparison of means, and regression. *Crotalaria* and millet extracts, separately, exert allelopathic effects on tomato seeds. *Crotalaria* root and leaf extracts reduce germination and shoot dry mass of tomato seedlings, respectively. There are no differences regarding the effects generated by extracts of millet plants made from roots, leaves or

inflorescences for the variables germination, root length, and seedling dry mass. There is a direct relationship between the increase in the concentration of extracts, regardless of the part of the plant used, and the reduction in germination and seedling growth (*Crotalaria breviflora* extract) and the germination speed index and seedling growth (millet extract) of tomato.

Keywords: Allelopathy. Germination. *Crotalaria breviflora*. *Pennisetum americanum*. *Solanum lycopersicum*.

Introdução

O uso de métodos menos agressivos ao meio ambiente na agricultura tem sido uma demanda frequente, especialmente nos últimos anos, em função da maior conscientização, de forma geral, da sociedade. O tomate está entre as hortaliças de maior consumo e produção no Brasil, sendo necessária a realização de pesquisas que gerem conhecimento para sistemas de produção mais sustentáveis para essa espécie.

Neste contexto, surgiu o sistema de plantio direto de hortaliças, como uma proposta de produção de alimentos seguros, com menor impacto ambiental. Uma das premissas desse sistema é o uso de plantas de cobertura, que traz inúmeras vantagens, para o solo, e até mesmo para o conforto térmico das plantas cultivadas^[1]. Entretanto, várias espécies utilizadas como plantas de cobertura podem produzir compostos alelopáticos, que podem prejudicar a germinação e o desenvolvimento de plantas cultivadas.

Vários estudos já foram realizados, no âmbito de verificar os efeitos alelopáticos de diversas espécies de plantas de cobertura sobre plantas espontâneas, com intuito de se obter novas formas de controle, sem necessidade do uso de herbicidas químicos. Contudo, são poucos estudos realizados nas condições brasileiras a respeito do efeito dos extratos de plantas de cobertura sobre espécies cultivadas, especialmente em relação a hortaliças.

Desta forma, é necessário realizar-se pesquisas a fim de verificar o potencial alelopático das espécies de cobertura em relação a espécies cultivadas, e obter-se conhecimento básico para se planejar o uso dessas espécies em sistemas de plantio direto de hortaliças.

Espécies recomendadas para uso como plantas de cobertura em sistemas de plantio direto, como a *Crotalaria* e o Milheto^[1], podem produzir compostos alelopáticos, afetando a germinação de sementes^[2,3]. Em sementes de hortaliças, de várias espécies, já foram observados efeitos alelopáticos de plantas de cobertura, com redução de 100% na germinação de sementes de tomate, as quais foram expostas a extratos de folhas de *Crotalaria juncea*^[2].

Outro aspecto que merece atenção é a parte da planta em que o composto com possível efeito alelopático é produzido. Podem ocorrer variações dependendo da espécie em questão. Em pesquisa realizada com *Crotalaria juncea* verificou-se que os extratos da parte aérea de plantas exibiram efeitos mais inibitórios do que os extratos da raiz, causando redução de germinação em sementes de alface (planta modelo-bioindicadora) e de plantas daninhas^[4].

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos alelopáticos de extratos aquosos produzidos com diferentes partes de *Crotalaria* e Milheto (separadamente) e em diferentes concentrações, na germinação e crescimento de plântulas de tomate.

Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada em laboratório. Foram utilizadas sementes de tomate da Cultivar Rio Grande. O delineamento adotado, em cada experimento, foi o inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 3x4 (partes da planta x concentrações do extrato), com 4 repetições; utilizaram-se plantas de *crotalaria* e de milho para a elaboração dos extratos.

Para elaboração dos extratos, de milho e *crotalaria*, foram utilizadas partes das plantas: raízes, folhas e inflorescências, separadamente. As plantas foram colhidas na fase de floração e congeladas; 90 dias depois o material foi acondicionado em sacos de papel e levado para secar em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 65°C, até obter-se massa seca com peso estável; após, o material foi picado e triturado em liquidificador, para cada 100 g adicionou-se em 1000 mL de água destilada (solução 10% p/v a frio). A mistura ficou em repouso por um período de 4 horas à temperatura ambiente, no escuro (evitando a fotodegradação)^[6], sendo em seguida filtrada em filtro de pano obtendo-se o extrato de maior concentração (100%) o restante do extrato foi diluído em água destilada para obtenção das concentrações de 50 e 25%. Os extratos foram aplicados no papel de germinação, durante a realização dos testes. Após, foram mensuradas a germinação (primeira e segunda contagem, velocidade) e crescimento de plântulas (comprimento de raízes, de parte aérea, massa seca de raízes e de parte aérea), conforme descrição a seguir. **Teste de germinação:** quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas em caixa plástica gerbox, sobre duas folhas de papel germitest previamente umedecidas com água destilada (controle) ou extrato, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, e submetidas à câmara de germinação regulada a 25°C. As avaliações foram realizadas aos cinco e 14 dias após a semeadura (DAS) de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes^[6]. **Índice de velocidade de germinação (IVG):** foi mensurado o número de sementes germinadas a cada dia e o cálculo por meio da fórmula proposta de Maguire^[7]. **Crescimento de plântulas:** foi mensurado comprimento de raízes e de parte aérea de plântulas, aos sete DAS, retirando-se 20 plântulas por repetição, aleatoriamente, do teste de germinação e mensuradas com régua graduada, sendo os resultados demonstrados em cm^[8]. **Massa seca de plântulas:** as mesmas plântulas utilizadas para medir comprimento foram separadas em raiz e parte aérea, após submetidas à secagem em estufa a 65 graus até obtenção de peso constante, e posteriormente pesadas em balança de precisão de 0,001 g^[8]. Todos os dados obtidos nos experimentos foram submetidos a análise de variância no programa Sisvar e quando esta foi significativa procedeu-se à análise de regressão e comparação de médias por meio do Teste de Tukey ($p < 0,05$), separadamente para cada planta de cobertura.

Resultados e Discussão

A germinação de sementes de tomate foi influenciada pelo tipo de extrato utilizado, com maior efeito alelopático do extrato de raízes de *Crotalaria*, comparativamente ao extrato de folhas (**TABELA 1**). Entretanto, não foram observadas diferenças entre os efeitos de extratos de folhas, raízes e inflorescências de *Crotalaria* para as variáveis comprimento de raízes, e de parte aérea e massa seca de parte aérea de plântulas (**TABELA 1**).

TABELA 1: Valores médios de germinação (G), comprimento de raízes (CR), comprimento de parte aérea (CPA) e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de tomate, em função da exposição das sementes a extratos de diferentes partes de plantas de *Crotalaria*.

Variável	Parte da planta			CV (%)
	Folhas	Inflorescências	Raízes	
G (%)	83,0 a	81,5 ab	80,4 b	2,5
CR (cm)	2,37 a	2,62 a	2,49 a	16,7
CPA (cm)	2,72 a	2,69 a	2,72 a	9,7
MSPA (g)	2,24 b	2,46 a	2,54 a	10,0

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quanto ao efeito isolado do fator concentração de extrato de *Crotalaria*, observou-se redução da germinação e do crescimento de plântulas de tomate em todas as concentrações utilizadas, comparativamente a testemunha, com efeitos alelopáticos mais expressivos na concentração de 100%, com uma redução de aproximadamente 15% (**TABELA 2**).

TABELA 2: Valores médios de germinação (G), comprimento de raízes (CR), comprimento de parte aérea (CPA) e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de tomate, em função da exposição das sementes a extratos de plantas de *Crotalaria* com diferentes concentrações.

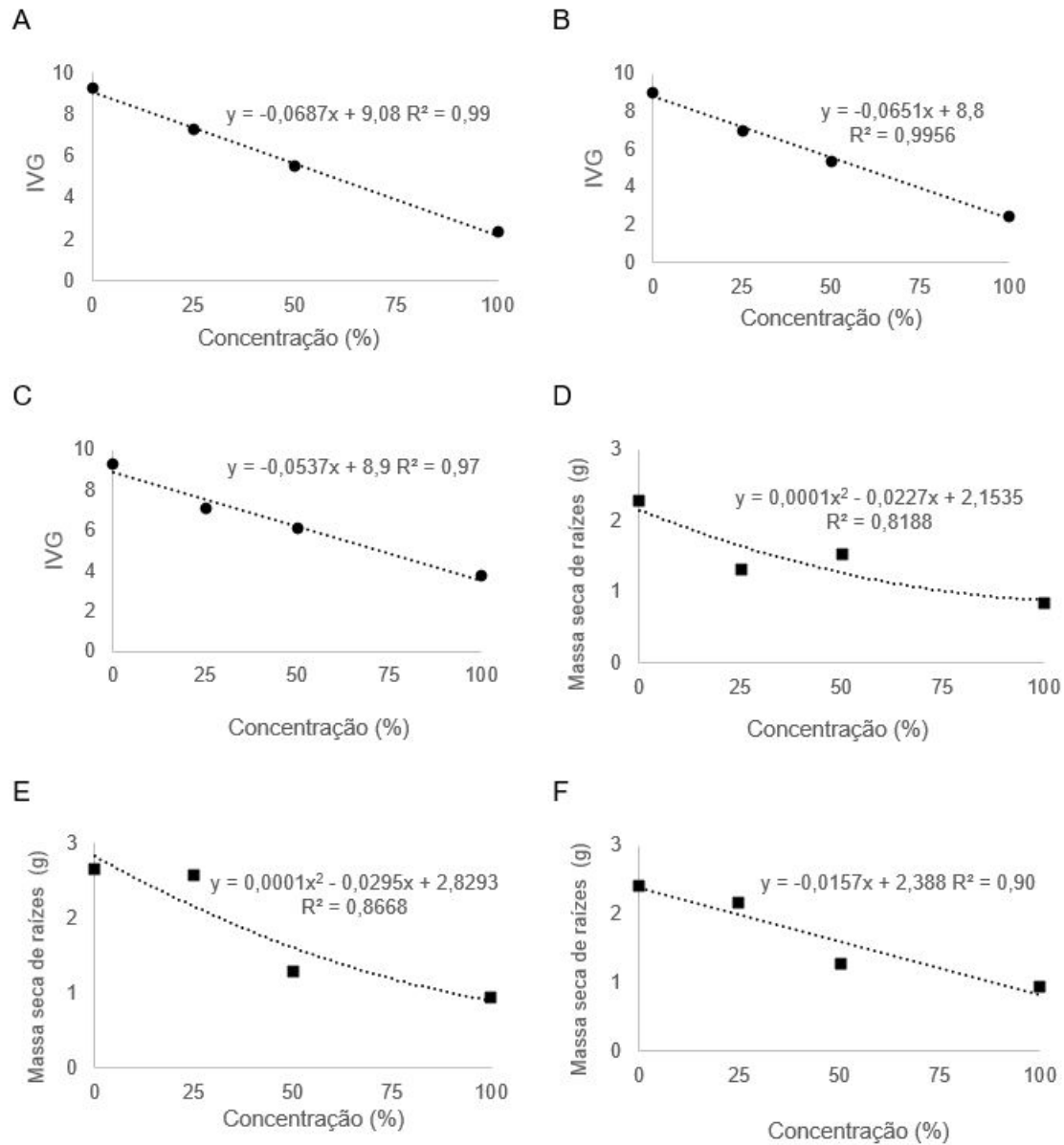
Variável	Concentração do extrato (%)				CV (%)
	0	25	50	100	
G (%)	90,3 a*	83,2 b	77,6 c	75,4 c	2,5
CR (cm)	3,57 a	2,77 b	1,91 c	1,73 c	16,7
CPA (cm)	3,60 a	2,99 b	2,27 c	2,0 c	9,7
MSPA (g)	3,5 a	3,1 b	1,8 b	1,2 c	10,0

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para as variáveis, índice de velocidade de germinação e massa seca de raízes de plântulas, observou-se interação entre os fatores parte da planta utilizada para elaborar o extrato e concentração (**FIGURA 1**). De forma geral, à medida que se aumentou a concentração do extrato, houve redução linear da velocidade de germinação de sementes de tomate, assim como do acúmulo de massa seca nas raízes de plântulas, para os três tipos de extratos utilizados (raízes, folhas e inflorescências).

Efeitos alelopáticos de extrato de *Crotalaria*, influenciando negativamente a germinação, foram relatados na literatura para várias espécies como: pimentão, tomate e cebola^[2], alface^[9], milho^[10], entre outras. É possível que, com a maior concentração dos extratos de *Crotalaria*, tenha-se potencializado o efeito de compostos presentes na planta. Em pesquisa realizada com *Crotalaria juncea* constatou-se a presença de um composto consistente com o espectro para hidroxil-norleucina, um aminoácido não proteico fitotóxico, já relatado anteriormente em sementes dessa espécie, o qual pode ser o principal inibidor da germinação de sementes de outras espécies^[11]. A *Crotalaria* é uma espécie interessante para uso como planta de cobertura, contudo, pode apresentar alelopatia sobre espécies cultivadas, e o principal composto implicado nessa resposta é a Delta-Hidroxil Leucina^[12,13].

FIGURA 1: Valores médios de índice de velocidade de germinação (●), e massa seca de raízes (■) de sementes de tomate, em função da exposição a extratos de folhas (A,D), raízes (B,E) e inflorescências (C,F), e massa seca de raízes de plantas de Crotalaria, em diferentes concentrações.



Quanto aos efeitos dos extratos de Milheto, não foram observadas interações entre os fatores, para as variáveis: germinação, comprimento de raízes e massa seca de raízes e de parte aérea de plântulas de tomate. A parte da planta utilizada para preparo do extrato interferiu apenas na variável massa seca de raízes, com maior efeito inibitório do extrato de folhas (**TABELA 3**).

Em relação ao fator concentração do extrato, foi verificada redução de germinação e crescimento de plântulas de tomate, com maiores efeitos no extrato mais concentrado (**TABELA 4**).

TABELA 3: Valores médios de germinação (G), comprimento de raízes (CR), massa seca de raízes (MSR), e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de tomate, em função da exposição das sementes a extratos de diferentes partes de plantas de milheto.

Variável	Parte da planta			CV (%)
	Folhas	Inflorescências	Raízes	
G (%)	83,2 a*	81,5 a	81,7 a	
CR (cm)	2,73 a	2,64 a	2,77 a	9,9
MSR (g)	1,50 b	1,88 a	1,97 a	20,0
MSPA (g)	2,42 a	2,69 a	2,43 a	17,4

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 4: Valores médios de germinação (G), comprimento de raízes (CR), massa seca de raízes (MSR), e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de tomate, em função da exposição das sementes a extratos de plantas de Milheto com diferentes concentrações.

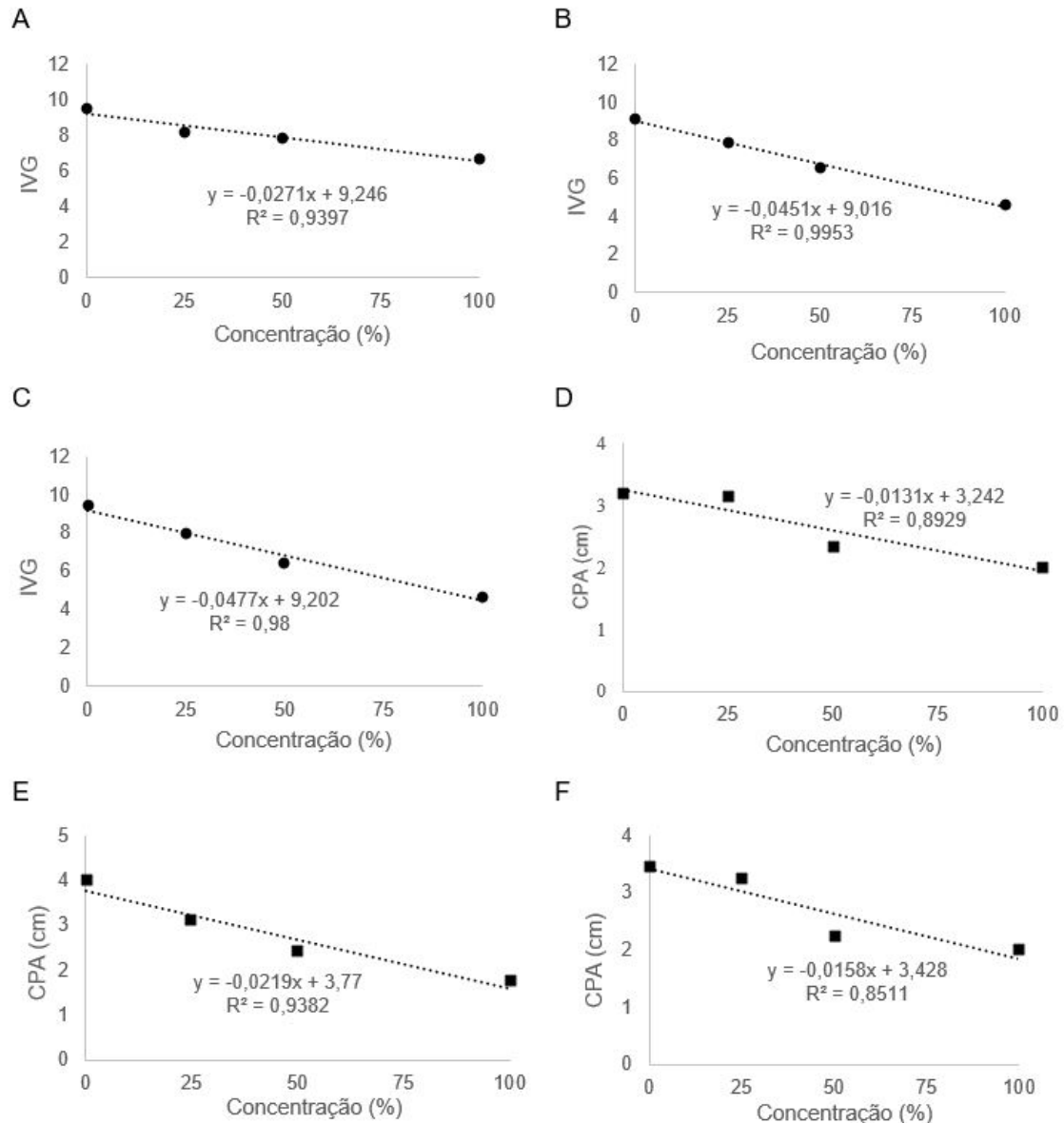
Variável	Concentração do extrato (%)				CV (%)
	0	25	50	100	
G (%)	91,7 a*	83,0 b	78,4 c	75,0 d	3,3
CR (cm)	3,6 a	3,0 b	2,3 c	1,9 d	9,9
MSR (g)	2,4 a	2,1 a	1,7 b	0,9 c	20,0
MSPA (g)	3,3 a	2,8 ab	2,5 b	1,5 c	17,5

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para as variáveis, índice de velocidade de germinação e comprimento de parte aérea de plântulas, constatou-se interações entre os fatores. Para os três tipos de extratos avaliados, verificou-se redução linear do valor médio em função do aumento da concentração (**FIGURA 2**).

As respostas de redução de germinação e crescimento de plântulas observadas em função das maiores concentrações do extrato de milheto podem ter relação com a composição do extrato. É possível que sejam maiores as proporções de compostos fenólicos com efeito alelopático nos extratos mais concentrados. Em pesquisa realizada com plantas de milheto foram encontrados 10 tipos de compostos fenólicos; dentre as substâncias detectadas nos extratos estavam a Catequina e a Epicatequina, que foram considerados os principais flavonoides extraíveis do milheto, e o ácido ferúlico, o principal composto fenólico ligado ao milheto^[14]. O ácido ferúlico é relatado na literatura como um composto inibidor de germinação e crescimento de plântulas. Em sementes de milho durante a germinação foi observada a redução da atividade de enzimas hidrolíticas, e por consequência redução do crescimento das raízes de plântulas, refletindo assim o mecanismo de ação desse composto como um inibidor natural^[15].

FIGURA 2: Valores médios de índice de velocidade de germinação (IVG), e comprimento de parte aérea de plântulas (CPA) de tomate, em função da exposição de sementes a extratos de folhas (A, D), raízes (B, E) e inflorescências (C, F), e massa seca de raízes de plantas de Milheto, em diferentes concentrações.



Conclusão

Os extratos aquosos de Crotalaria e Milheto, separadamente, exercem efeitos alelopáticos na germinação e crescimento de plântulas de tomate. Extrato de raízes e de folhas de Crotalaria reduzem a germinação e a massa seca de parte aérea de plântulas de tomate, respectivamente.

Não há diferenças em relação aos efeitos alelopáticos gerados por extratos de plantas de Milheto elaborados a partir de raízes, folhas ou inflorescências para as variáveis: germinação, comprimento de raízes, e massa seca de plântulas. Há relação direta entre o aumento da concentração do extrato de Milheto, independentemente da parte da planta utilizada, e a redução da germinação e do crescimento de plântulas

(Extrato de *Crotalaria*) e do índice de velocidade de germinação e do crescimento de plântulas (Extrato de milho) de tomate.

Referências

1. Madeira NR, Lima CEP, Castro e Melo RA, Fontenelle MR, Silva J, Michereff Filho M *et al.* **Cultivo do tomateiro em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)**. Brasília: Embrapa. Circular técnica número 168. 2019. 30p. Disponível em: [<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201211/1/CT-168-22-08-2019-1.pdf>].
2. Skinner EM, Diaz-Peres JC, Phatak SC, Schomberg HH, Vencill W. Allelopathic effects of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) on germination of vegetables and weeds. **HortScience**. 2012; 47(1): 138-142. [<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.1.138>].
3. Radouane L, Rhim T. Allelopathic interaction of pepper (*Capsicum annuum*) and pearl millet (*Pennisetum glaucum*) intercropped. **Int J Environ**. 2014; 3(1): 32-40. [<https://doi.org/10.3126/ije.v3i1.9940>].
4. Bundit A, Ostlie M, Prom-U-Thai C. Sunn hemp (*Crotalaria juncea*) weed suppression and allelopathy at different timings. **Biocontrol Sci Technol**. 2021; 31(7): 694-674. [<https://doi.org/10.1080/09583157.2021.1881446>].
5. Carvalho MAC, Yamashita OM, Silva AF. Cultivares de alface em diferentes ambientes de cultivo e adubos orgânicos no Norte Mato-grossense. **Rev Multitemas**. 2014; 45: 47-59. [<https://www.multitemas.ucdb.br/multitemas/article/view/232>].
6. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. 2009. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 395p. [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf].
7. Maguire JD. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Sci**. 1962; 2: 176-177. [<https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>].
8. Nakagawa J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: Krzyzanowski FC, Vieira RD, França Neto JB. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES.1999. p.2.1-2.24.
9. Nunes JVD, Melo D, Nobrega LHP, Loures NTP, Sosa DEF. Atividade alelopática de extratos de plantas de cobertura sobre soja, pepino e alface. **Rev Caatinga**. 2014; 27(1): 122 -130. [https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2990/pdf_94].
10. Cruz-Silva CTA, Matiazzi EB, Pacheco PF, Nobrega LHP. Allelopathy of *Crotalaria juncea* L. aqueous extracts on germination and initial development of maize. **Idesia**. 2015; 33: 27-32. [<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000100003>].
11. Javaid MM, Bhan M, Johnson JV, Rathinasabapathi B, Chase C. Biological and chemical characterizations of allelopathic potential of diverse accessions of the cover crop Sunn Hemp. **J Am Soc Hortic Sci**. 2021; 140(6): 532-541. [<https://doi.org/10.21273/JASHS.140.6.532>].
12. Besançon BT, Wasacz MH, Heckman JR. Weed Suppression, Nitrogen Availability, and Cabbage Production Following Sunn Hemp or Sorghum-sudangrass. **Horttechnology**. 2021; 31(4): 439-447. [<https://doi.org/10.21273/HORTTECH04811-21>].
13. Pilbeam DJ, Bell EA. A reappraisal of the free amino acids in seeds of *Crotalaria juncea* (Leguminosae). **Phytochemistry**. 1979; 18(2): 320-321. [[https://doi.org/10.1016/0031-9422\(79\)80081-3](https://doi.org/10.1016/0031-9422(79)80081-3)].

14. Xiang J, Apeah-Bah FB, Ndolo VU, Katundu MC, Beta T. Profile of phenolic compounds and antioxidant activity of finger millet varieties. **Food Chem.** 2019; 275(1): 361-368. [<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.120>].

15. Devi SR, Prasad MNR. Effect of ferulic acid on growth and hydrolytic enzyme activities of germinating maize seeds. **J Chem Ecol.** 1992; 17(11): 1981-1190. [<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00981921.pdf>].

Histórico do artigo | Submissão: 05/01/2022 | **Aceite:** 12/03/2022 | **Publicação:**

Conflito de interesses: O presente artigo não apresenta conflitos de interesse.

Como citar este artigo: Arruda AGM, Silva VN. Efeito alelopático de extratos de Crotalaria e Milheto em sementes de tomate. **Rev Fitos.** Rio de Janeiro. 2022; Ahead of print. e-ISSN 2446.4775. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/1402>>. Acesso em: dd/mm/aaaa.

Licença CC BY 4.0: Você está livre para copiar e redistribuir o material em qualquer meio; adaptar, transformar e construir sobre este material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente, desde que respeitado o seguinte termo: dar crédito apropriado e indicar se alterações foram feitas. Você não pode atribuir termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam outros autores de realizar aquilo que esta licença permite.

