

Atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* e *Cymbopogon citratus* sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de sementes e plântulas de *Lactuca sativa*

Diônvera Coelho da Silva¹, Carlos Rogério Mauch¹, Caroline Jácome Costa², Márcio Paim Mariot³, Luciano do Amarante⁴, Angelita Celente Martins⁴

¹Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, Capão Leão, RS, 96050-500, Brasil. ²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Hortaliças, Rodovia BR-060, km 09, Fazenda Tamanduá, DF, 70275-970, Brasil. ³Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Campus Pelotas, Visconde da Graça, Av. Ildefonso Simões Lopes, 2791, Arco-Íris-Pelotas, RS, 96060-290, Brasil. ⁴Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos Bioquímica, Campus Universitário Capão do Leão- Pelotas, RS, 96010-900, Brasil. *Autor para correspondência: dionvera-coelho@hotmail.com

RESUMO: O objetivo deste estudo consiste em avaliar a atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *Achillea millefolium* e *Cymbopogon citratus* Sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de sementes e plântulas de *Lactuca sativa*. Os tratamentos foram: extratos da folha de capim cidrão (CD folha) e extratos de mil-folhas do caule (MF caule), da flor (MF flor), da folha (MF folha) e da raiz (MF raiz) nas concentrações 0; 15; 30; 45, 60 e 75%. Foram avaliados germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e raiz primária, massa fresca e seca total de plântulas. Os extratos de capim cidrão (*C. citratus*) e mil-folhas (*A. millefolium*) flor e folha afetaram negativamente a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de alface em condições de laboratório.

Palavras-chave: Métodos alternativos, aleloquímicos, bioherbicida.

ABSTRACT: Allelopathic activity of different plant parts of *Achillea millefolium* and *Cymbopogon citratus* on the germination and initial development of seeds and seedlings of *Lactuca sativa*. The objective of this study was to evaluate the allelopathic activity of different plant parts of *Achillea millefolium* and *Cymbopogon citratus* on the germination and early development of seeds and seedlings of *Lactuca sativa*. The treatments were: lemongrass leaf extracts (CD leaf), and extracts of yarrow stem (MF stem), flower (MF flower), leaf (MF leaf) and root (MF root) at concentrations 0; 15; 30; 45, 60 and 75%. Were evaluated Germination, first germination count, germination speed index, Shoot length and primary root, fresh total dry mass of seedlings. The extracts of lemongrass (*C. citratus*) and yarrow (*A. millefolium*) flower and leaf adversely affected the germination and initial development of lettuce seedlings under laboratory conditions.

Keywords: Alternative methods, allelochemicals, bioherbicide.

INTRODUÇÃO

O processo de produção agrícola convencional do país baseia-se na utilização de agrotóxicos e adubos químicos (Mariani e Henkes 2015). Deste modo, torna-se cada vez mais pertinente a inserção do conceito de sustentabilidade nas empresas, bem como na vida das pessoas, por meio da necessidade de ajustes na agricultura convencional, a fim de torná-la mais viável e compatível sob o ponto de vista ambiental, social e econômico (Gliesmann 2009). Dentre os tipos de agrotóxicos, os herbicidas são aqueles encontrados com maior frequência fora das áreas de aplicação, geralmente por deriva e percolação, o agravante é que pela

ineficácia, e o baixo custo dos métodos químicos o emprego destes torna-se abusivo e exagerado, o que gera apreensão quanto a contaminação ambiental e humana (Santos et al. 2006).

Uma alternativa aos defensivos agrícolas são os produtos naturais provenientes do metabolismo secundário das plantas (Grisi 2010), por meio da escolha de espécies que diminuam os custos de produção, o uso de agrotóxicos, amenizando assim os impactos que os mesmos causam no ecossistema (Goldfarb et al. 2009). Portanto, entre as estratégias de formação de bioherbicidas ou práticas de manejo que reduzam a utilização de produtos químicos, destacam-se os estudos baseados na

Recebido para publicação em 05/08/2017

Aceito para publicação em 01/11/2021

Data de publicação em 13/12/2021

ISSN 1983-084X

© 2019 Revista Brasileira de Plantas Medicinais/Brazilian Journal of Medicinal Plants.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

alelopatia (Balbinot-Junior 2004). A alelopatia é a produção de um composto por uma planta que ao ser liberado no ambiente, provoca um impacto que pode ser inibidor ou estimulador sobre outros organismos (Gliessman 2009). Estas substâncias estão presentes em todos os órgãos como folhas, flores, frutos, raízes, caules e sementes e são produzidas durante todo o ciclo de vida da planta (Gusman et al. 2008). Os aleloquímicos representam uma fonte de compostos bioativos que podem ser utilizados no manejo de plantas espontâneas, como herbicidas e pesticidas (Mourão Junior e Souza Filho 2010).

Dentre a diversidade de espécies bioativas foram escolhidas duas plantas para avaliação do potencial alelopático neste estudo sendo elas *Achillea millefolium* L. e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. A primeira é conhecida popularmente como mil-folhas, pertencente à família Asteraceae (Gudaityte e Venskutonis 2007). Este gênero possui em torno de 40 espécies geralmente encontradas na Europa, Ásia e algumas na América do Norte (Candan et al. 2003). A planta foi introduzida no Brasil, e adaptou-se bem ao clima, contudo, é exigente em fertilidade, luz e aeração do solo (Lorenzi e Matos 2002). Além dos efeitos terapêuticos, muitos estudos comprovaram o potencial alelopático da planta em diferentes espécies como *Bidens pilosa* L. (picão preto) (Cruz et al. 2000), *Lactuca sativa* L. (Alface) (Haida et al. 2010; Simioni et al. 2015).

A segunda planta, *C. citratus*, no Brasil é conhecida como capim-cidreira, capim-limão, capim-santo ou capim-cidrão, e internacionalmente como lemongrass (Leal et al. 2003). É originária da Índia, no Brasil encontra-se difundida na região Sul, especialmente no estado do Paraná (Castro e Ramos, 2003; Gomes e Negrelle 2003). De acordo com Saito (2004) diversas plantas medicinais são promissoras como bioherbicidas, principalmente por possuírem princípio ativo da categoria dos óleos voláteis, entre estas aponta-se para o *C. citratus*. Acerca disso muitos pesquisadores observaram a eficácia da planta em testes alelopáticos, evidenciando seu potencial nesta área de estudos (Piccolo et al. 2007; Melhorança Filho et al. 2012; Alves et al. 2004; Lima et al. 2009).

Deste modo, os estudos experimentais na área de alelopatia contribuem para o entendimento sobre a dinâmica entre as espécies vegetais, e elaboração de estratégias alternativas de produção e manejo de culturas (Souza-Filho et al. 2010). O objetivo deste estudo consiste em avaliar a atividade alelopática de diferentes partes vegetais de *A. millefolium* e *C. citratus* sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de sementes e plântulas de *L. sativa*.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Clima Temperado, Estação Terra Baixas (ETB) e no Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar vinculado ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas.

Local de coleta das plantas bioativas

Para obtenção do material vegetal foram realizadas diversas coletas no horto de plantas medicinais do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense Campus CAVG, Pelotas-RS, entre os meses de dezembro de 2015 a março de 2016 no período da manhã. No momento da coleta as plantas de *A. millefolium* estavam em estágio de desenvolvimento reprodutivo, enquanto as plantas de *C. citratus* estavam em estágio de desenvolvimento vegetativo. Posteriormente as plantas foram identificadas pela Professora Doutora Raquel Lüdtke, certificando que são as espécies registradas no Herbário Pel da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) sob os números de registro 23.162 (*C. citratus*) e 25.957 (*A. millefolium*).

Obtenção do extrato aquoso

O extrato aquoso preparado por infusão foi obtido pesando-se 100 g de material vegetal seco em estufa a 40 °C (Grisi et al. 2010) e adicionando-se em 1000 ml de água destilada. A mistura ficou em repouso por 24 h à temperatura de 20 a 25 °C, no escuro, em seguida, foi submetida à filtração simples, obtendo-se assim, o extrato bruto (100% de concentração). Posteriormente, foi armazenado em vidro âmbar em refrigerador até a diluição nas concentrações 15, 30, 45, 60 e 75%. Para o preparo do extrato aquoso de capim cidrão utilizou-se apenas as folhas, para a mil-folhas, separaram-se as suas partes em folhas, flores, caule e raiz.

Bioensaio em laboratório

Para este estudo foram utilizadas sementes de alface (*L. sativa*), cujas sementes tinham mais de 95% de germinação e foram obtidas do Laboratório Oficial de Análise de Sementes (LASO) da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Os bioensaios realizados com alface foram instalados em delineamento experimental completamente casualizado em esquema bifatorial, com seis repetições. O fator de tratamento A testou diferentes extratos elaborados a partir da folha de capim cidrão (CD folha), do caule (MF caule), da flor (MF flor), folha (MF folha) e raiz de mil-folhas (MF raiz) e, o fator B as concentrações dos mesmos (15, 30, 45, 60 e 75%, além da concentração zero, que representou o controle). Para a realização dos testes de germinação, as sementes de alface foram manti-

das em B.O.D., sob temperatura constante de 20 °C e fotoperíodo de 8 h. O período de duração dos testes foi de sete dias, sendo realizada a contagem diária de plântulas germinadas até o sétimo dia após a semeadura. Obteve-se a primeira contagem de germinação contabilizando-se o número de sementes germinadas até o quarto dia após a instalação do teste. A porcentagem e o Índice de Velocidade de Germinação foram realizados conforme método oficial (Brasil 2009).

Utilizaram-se 50 sementes, as quais foram semeadas sobre leito duplo de papel germitest, em caixas do tipo gerbox, sendo umedecidas com solução do extrato aquoso das diferentes partes (folha, caule, flor e raiz) de *A. millefolium* ou *C. citratus* (folha) nas concentrações de 0 (água destilada), 15, 30, 45, 60 e 75%, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel. Para a avaliação do crescimento inicial, foram selecionadas aleatoriamente 10 plântulas de cada repetição, sendo avaliado as seguintes variáveis: comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca total. O comprimento da raiz e da parte aérea foi obtido utilizando-se régua com graduação em cm, tomando-se a medida a partir ápice. A massa seca total de plântulas foi obtida a partir da massa de 10 amostras, sendo estas as mesmas utilizadas para avaliar o comprimento da raiz e parte aérea. As plântulas foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 70 °C até massa constante (72 h) e a pesagem foi feita em balança analítica de precisão (Aumonde 2012). Os resultados foram expressos em miligramas por plântula.

Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e, a independência dos resíduos por análise gráfica. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). Constatando-se significância estatística, os efeitos do tipo de extrato foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os efeitos da concentração do extrato (%) foram avaliados por modelos de regressão ($p < 0,05$), conforme segue: $y = y_0 + ax$; $y = y_0 + ax + bx^2$, onde: y = variável resposta; y_0 = variável resposta correspondente ao ponto mínimo da curva; a = valor máximo estimado para a variável resposta; b = declividade da curva; x = concentração (%). A seleção do modelo foi baseada no baixo resíduo, baixo p -valor, e alto R^2 e R^2 adj. A presença de correlações entre as variáveis dependentes do estudo foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson.

RESULTADO E DISCUSSÃO

As pressuposições do modelo matemático foram atendidas e não foi necessária a transformação de dados para todas as variáveis. Para todas as variáveis dependentes ocorreram interações significativas entre os fatores de tratamento tipo de extrato e concentração do extrato (Tabelas 1 e 2; Figuras 1 e 2).

Para primeira contagem da germinação (PC) os menores percentuais foram obtidos para o extrato de capim cidrão (CD) folha nas concentrações de 15 a 75%. O extrato de mil-folhas flor (MF flor) também resultou nos menores valores da germinação na PC, nas concentrações de 30 a 75%. O extrato de MF folha resultou em menor porcentagem de germinação na PC na concentração de 75% (Tabela 1). Os dados da primeira contagem da germinação ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de folha de capim cidrão ($F = 27,3821$; $p < 0,0001$), caule ($F = 71,8374$; $p < 0,0001$), flor ($F = 153,6707$; $p < 0,0001$) e raiz ($F = 73,4539$; $p < 0,0001$) de mil-folhas; e, linear para folha de mil-folhas ($F = 157,4617$; $p = 0,0002$). Os extratos de CD folha, MF flor e MF folha resultaram em decréscimos que ultrapassaram 100% quando comparados a concentração inicial (zero). O extrato de MF caule ocorreu acréscimos a PC nas concentrações de 15 a 30%, para o extrato de MF raiz o maior decréscimo foi de 40% na maior concentração (Figura 1 A).

A germinação obteve seus menores valores com o uso do extrato de CD folha, nas concentrações de 30 a 75%. E com o uso do extrato de MF flor nas concentrações de 60 e 75% (Tabela 1). Os dados do percentual de germinação ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD folha ($F = 50,0802$; $p < 0,0001$) e MF caule ($F = 39,2330$; $p = 0,0071$); e, linear para MF flor ($F = 146,3783$; $p < 0,0001$) e MF folha ($F = 91,7187$; $p < 0,0001$). Para MF raiz não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 1 B). Com a utilização do extrato de CD folha, a germinação reduziu em todas as concentrações, atingindo seu pico na concentração de 60% com o valor de redução de 134%. A partir da concentração de 45% o extrato de MF flor reduziu a germinação acima de 60%, o mesmo ocorreu para o uso do extrato de MF folha, mas apenas para as concentrações 60 e 75%. O extrato de MF caule teve um acréscimo na germinação nas concentrações de 30 e 45% quando comparado ao controle (Figura 1 B).

Quanto ao Índice de velocidade de germinação (IVG), observa-se que o extrato de CD folha resultou nos menores valores de IVG, nas concentrações de 15, 30, 45 e 75%. A utilização do extrato

de MF flor reduziu o IVG nas concentrações de 45 e 75%. O extrato de MF folha também gerou os menores valores de IVG na maior concentração (Tabela 1). Os dados de IVG ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD folha ($F = 33,3557$; $p < 0,0001$), MF flor ($F = 285,9483$; $p < 0,0001$) e MF raiz ($F = 59,3787$; $p < 0,0001$); e, linear para MF caule ($F = 74,8530$; $p < 0,0001$) e MF folha ($F = 495,7159$; $p < 0,0001$) (Figura 1 C). O índice de velocidade de germinação resultou em decréscimos superiores a 100% para o uso do extrato de CD folha e MF folha. O maior decréscimo para o uso do extrato de MF flor foi de 97% nas concentrações de 60% em relação a testemunha. O extrato de MF caule resultou em decréscimos em todas as concentrações, para MF raiz houve um acréscimo para as concentrações de 15 e 30% comparado ao controle (Figura 1 C).

Para o menor comprimento da parte aérea (CPA) o extrato de CD foi mais eficiente nas concentrações de 15, 45 e 75%. O extrato de MF flor resultou nos menores valores de CPA nas concentrações de 30 e 75% (Tabela 2). Os dados de comprimento da parte aérea ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de MF caule ($F = 8,5310$; $p = 0,05$), MF folha ($F = 11,5242$; $p = 0,0391$) e MF raiz ($F = 10,2117$; $p = 0,0016$); e, linear para CD folha ($F = 26,2578$; $p = 0,0001$) e MF flor ($F = 140,4984$; $p < 0,0001$) (Figura 2 A). Os extratos de MF caule e MF raiz resultaram em acréscimos ao CPA em todas as concentrações, enquanto os extratos de CD folha e MF flor reduziram o CPA em

todas concentrações comparado à testemunha. O extrato de MF flor reduziu o CPA apenas para as concentrações de 45 a 75%.

Em relação ao comprimento da raiz (CR) pode-se observar que na concentração de 30% não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos, contudo as concentrações de 45, 60 e 75% obtiveram redução de seus valores pela utilização do extrato de CD folha, para o extrato de MF flor obteve-se uma redução do comprimento da raiz na concentração de 75% (Tabela 2). Os dados de comprimento da raiz ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD folha ($F = 51,3659$; $p < 0,0001$), MF caule ($F = 33,5623$; $p < 0,0001$), MF folha ($F = 32,0562$; $p < 0,0001$) e MF raiz ($F = 9,6810$; $p = 0,002$); e, linear para MF flor ($F = 243,6464$; $p < 0,0001$) (Figura 2 B). Todos os extratos resultaram em decréscimos ao comprimento da raiz quando comparado ao controle, entretanto os extratos de CD e MF raiz proporcionaram os maiores decréscimos com valores acima de 100%.

Quando utilizou-se o extrato de capim cidrão folha a massa fresca foi menor nas concentrações de 15 a 75%. O extrato de MF flor reduziu a massa fresca nas concentrações de 60 e 75% (Tabela 2). Os dados da massa fresca ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD folha ($F = 104,8892$; $p < 0,0001$), MF folha ($F = 4,7798$; $p = 0,0248$) e MF raiz ($F = 6,2057$; $p = 0,0109$); e, linear para MF flor ($F = 210,5975$; $p < 0,0001$). Para MF caule não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 2 C). A massa fresca apresen-

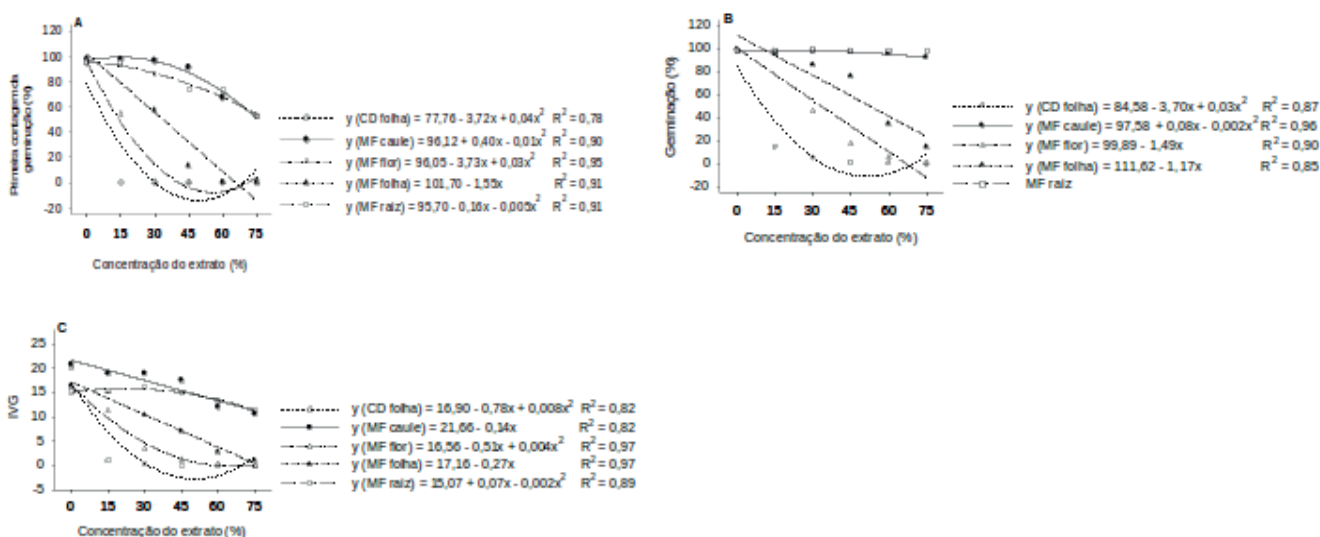


FIGURA 1: Primeira contagem da germinação (%) (A), germinação (%) (B) e índice de velocidade de germinação (IVG) (C) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim cidrão - CD (*Cymbopogon citratus*), e caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

tou decréscimos em todas as concentrações para os extratos de CD e MF flor, para os extratos de MF folha e MF raiz obteve-se acréscimos a massa fresca quando comparado à testemunha.

A massa seca nas concentrações de 15 a 60% foi reduzida significativamente com o uso do extrato de capim cidrão folha (Tabela 2). Os dados da massa seca ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial quadrático para os extratos de CD folha ($F = 367,1885$; $p = 0,0003$), MF flor ($F = 13,1465$; $p = 0,0328$) e MF folha ($F = 26,6333$; $p = 0,0123$); e, linear para MF caule ($F = 17,4438$; $p = 0,014$). Para MF raiz não foi possível

ajustar modelos de regressão (Figura 2 D). A massa seca apresentou decréscimos apenas para as concentrações de 60 e 75% para os extratos de MF flor e MF folha. O uso do extrato de CD folha gerou decréscimos a massa seca em todas as concentrações comparado à testemunha. O extrato de MF caule resultou em acréscimos a massa seca em todas as concentrações sendo o maior valor foi de 8% na concentração de 75%.

Tendo em vista os resultados obtidos para a primeira contagem da germinação, germinação e índice de velocidade de germinação, percebe-se que os tratamentos que interferiram negativamente

TABELA 1: Primeira contagem da germinação (%), germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim cidrão - CD (*Cymbopogon citratus*), e caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17

Tipo de extrato	Concentração do extrato (%)											
	0		15		30		45		60		75	
	Primeira contagem da germinação (%)											
CD folha	94,67±3,21	a ^{1/}	0,00±0,00	c	0,00±0,00	c	0,00±0,00	d	0,00±0,00	b	0,00±0,00	b
MF caule	96,67±2,08	a	97,33±1,53	a	96,33±0,58	a	91,00±2,64	a	67,00±12,77	a	52,33±5,78	a
MF flor	95,67±1,53	a	54,33±10,11	b	0,67±1,15	c	0,00±0,00	d	0,00±0,00	b	0,00±0,00	b
MF folha	98,00±1,00	a	93,33±2,08	a	57,00±9,54	b	13,00±4,36	c	0,00±0,00	b	0,00±0,00	b
MF raiz	95,00±1,00	a	94,33±0,58	a	85,67±3,79	a	73,33±2,08	b	72,67±7,02	a	52,33±5,86	a
C.V. (%)	8,6											
Germinação (%)												
CD folha	97,33±3,05	a	14,67±8,33	b	5,00±3,00	d	0,33±0,58	d	0,33±0,58	c	0,00±0,00	c
MF caule	98,00±1,00	a	97,67±1,15	a	98,00±1,73	ab	97,67±2,31	a	95,33±0,58	a	92,00±4,36	a
MF flor	97,33±1,15	a	96,67±3,05	a	45,67±6,03	c	17,33±6,11	c	5,33±3,05	c	1,00±1,73	c
MF folha	99,33±1,15	a	95,33±1,15	a	86,00±7,21	b	76,00±5,29	b	34,67±18,15	b	14,67±3,05	b
MF raiz	97,67±1,53	a	97,67±0,58	a	99,00±0,00	a	98,67±1,15	a	98,67±1,53	a	98,00±1,00	a
C.V. (%)	7,1											
IVG												
CD folha	20,15±1,44	a	1,10±0,65	d	0,45±0,26	e	0,00±0,00	d	0,00±0,00	c	0,00±0,00	b
MF caule	20,76±2,51	a	18,90±0,51	a	18,95±0,94	a	17,53±0,92	a	12,05±0,85	a	10,59±0,61	a
MF flor	15,99±0,21	b	11,32±1,04	c	3,46±0,49	d	1,26±0,44	d	0,39±0,22	bc	0,07±0,12	b
MF folha	16,42±0,06	b	15,10±0,50	b	10,35±0,80	c	7,08±0,83	c	2,82±1,60	b	1,03±0,23	b
MF raiz	15,18±0,32	b	15,38±0,27	b	16,07±0,61	b	15,01±0,63	b	13,36±0,92	a	11,46±0,65	a
C.V. (%)	8,4											

^{1/} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

nestas variáveis foram os extratos de CD folha, MF flor e MF folha. Diferentemente do que se espera, o extrato de CD folha não reduziu os valores de PC, G e IVG na maior concentração utilizada, porém teve maior efeito do que os outros extratos utilizados nas menores concentrações testadas. O que se torna interessante visto que procura-se otimizar o uso da planta. Semelhante aos resultados deste trabalho, Sousa et al. (2010); Teodorovicz e Silva (2012) verificaram o potencial alelopático do capim cidrão na germinação de alface. Fortes et al. (2009) também obtiveram resultados eficientes para a inibição da germinação o qual interferiu no tempo médio e na velocidade média da germinação de picão preto e soja (*Glycine max* (L) Merrill), por meio do uso do extrato aquoso frio e quente das plantas de capim cidrão e sabugueiro. O efeito alelopático do capim cidrão pode ser explicado, pela composição química da planta, cujos metabólitos secundários (citról, geraniol e diterpenos), exercem funções ecológicas hábeis para inibir a germinação, geralmente apresentam toxicidade elevada sendo dose dependente (Simões 2002).

Em relação ao uso dos extratos de mil-folhas, não foi encontrado na literatura nenhum trabalho que tenha testado o efeito alelopático das diferentes partes da planta, porém este estudo verificou um forte potencial inibitório da germinação, PC e IVG quando utilizou-se os extratos da inflorescência e da folha da planta. De acordo com Corrêa e Scheffer (1994) tem-se uma variação do teor de óleos essenciais com a parte da planta da qual se faz a extração. Corroborando com isso Maciel (2003), que afirma que o maior rendimento em óleo encontra-se majoritariamente nas inflorescências, e posteriormente nas folhas.

Alguns estudos assim como este, evi-

denciam o potencial da espécie para ser utilizada como bioherbicida, entre eles Haida et al. (2010) demonstraram que o extrato de infusão de mil-folhas causou forte inibição da germinação nas concentrações mais altas (30 e 50%). Simioni et al. (2015) verificaram a redução de 10% da germinação das sementes de alface com o uso do extrato verde, em contrapartida o extrato seco promoveu redução na germinação acima de 70% em comparação à testemunha na concentração de 15%.

Em relação ao desenvolvimento inicial da alface verificou-se um retardo no mesmo, principalmente pelo uso dos extratos de CD e MF flor. O extrato de CD reduziu o comprimento da parte aérea e o comprimento da raiz à medida que a concentração do extrato aumentou. Contrariamente a este estudo Melhorança Filho et al. (2012) e Alves (2004) não observaram efeitos alelopáticos significativos de capim cidrão sobre as sementes de alface para o desenvolvimento do hipocótilo. De acordo com Melhorança Filho et al. (2012) os extratos de capim cidrão possuem uma característica particular na atuação do desenvolvimento da radícula da alface, visto que as moléculas existentes na planta indicam que ela dificulta a assimilação de água e nutrientes das espécies alvo, interferindo no sistema radicular pela atividade destas substâncias na espécie. Alves et al. (2004) verificaram que por meio do uso do óleo essencial de capim cidrão, obteve-se deterioração dos tecidos e morte das plântulas de alface nas concentrações de 0,1 e 1%, mostrando efeito fitotóxico para o crescimento da raiz. Para Craveiro (1981) e Matos (2000) possivelmente a inibição da germinação e do crescimento da raiz da plântula de alface deve-se aos componentes majoritários do óleo essencial da planta como o timol, e especialmente o citronelal

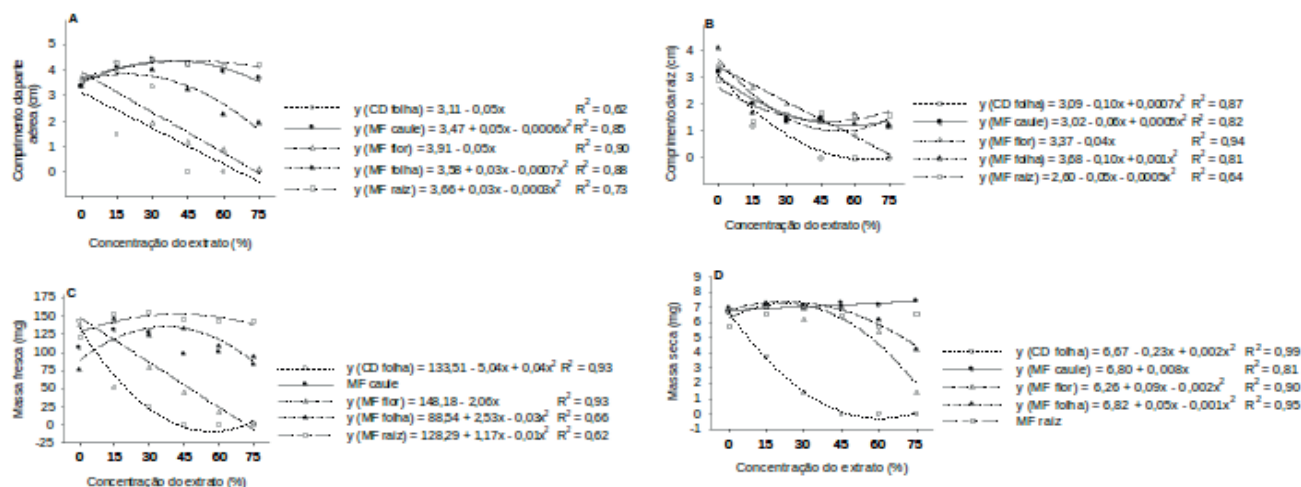


FIGURA 2: Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) (cm) e massa fresca (C) e seca (D) (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim cidrão - CD (*Cymbopogon citratus*), e caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPel/RS, 2016/17.

que é um monoterpene encontrado em maior concentração no óleo.

Neste sentido, Sousa et al. (2010) verificaram que a utilização de extratos aquosos de capim-limão reduziu o crescimento de raízes de alface; por meio de análises citogenéticas observaram que os mesmos desencadearam efeito citotóxico e genotóxico, reduzindo de forma significativa o índice mitótico e aumentando o número de aberrações cromossômicas.

Quanto ao uso dos extratos de mil-folhas, verificou-se efeito inibitório do CPA apenas para o extrato da flor; possivelmente esta parte da planta tenha em sua composição química maior quantidade de moléculas com efeitos inibitórios. Os extratos

do caule e da raiz da planta provocaram estímulos no comprimento da parte aérea. No estudo de Gaziri e Carvalho (2009) também ocorreu estímulo ao número de folhas de tiririca com o uso do extrato de mil-folhas. Os pesquisadores sugerem o uso da flor ou a coleta da planta em outra época do ano para a obtenção de resultados diferentes.

Para a redução do comprimento da raiz todas as partes da mil-folhas foram eficientes. Em relação a isso, Suzuki et al. (2008) e Maraschin-Silva e Áquila (2005) reconhecem que as raízes são os órgãos mais sensíveis à ação dos extratos e suas frações, sendo a parte receptora dos aleloquímicos nas plantas. O efeito inibitório no crescimento das raízes primárias, seria um indicativo da fitotoxici-

TABELA 2: Comprimento da parte aérea e raiz (cm) e massa fresca e seca (mg) de plântulas de alface submetidas a diferentes concentrações dos extratos de folhas de capim cidrão - CD (*Cymbopogon citratus*), e caule, flor, folha e raiz de mil-folhas - MF (*Achillea millefolium*). UFPEL/RS, 2016/17

Tipo de extrato	Concentração do extrato (%)											
	0		15		30		45		60		75	
	Comprimento da parte aérea (cm)											
CD folha	3,38±0,17	a ^{uv}	1,45±0,51	b	3,32±0,55	b	0,00±0,00	d	0,00±0,00	c	0,00±0,00	c
MF caule	3,33±0,13	a	4,24±0,23	a	4,40±0,53	a	4,21±0,54	a	3,91±0,40	a	3,65±0,43	a
MF flor	3,66±0,01	a	3,91±0,28	a	1,90±0,08	c	1,15±0,12	c	0,86±0,42	bc	0,09±0,16	c
MF folha	3,35±0,20	a	4,10±0,29	a	3,99±0,29	ab	3,20±0,09	b	2,23±1,03	b	1,91±0,32	b
MF raiz	3,53±0,12	a	4,25±0,20	a	4,34±0,29	a	4,23±0,11	a	4,14±0,14	a	4,20±0,03	a
C.V. (%)	11,7											
Comprimento da raiz (cm)												
CD folha	3,29±0,22	ab	1,19±0,51	c	1,51±0,09	a	0,00±0,00	b	0,00±0,00	c	0,00±0,00	c
MF caule	3,20±0,31	ab	2,01±0,22	ab	1,35±0,02	a	1,46±0,23	a	1,57±0,27	a	1,15±0,16	b
MF flor	3,45±0,41	ab	2,63±0,26	a	1,98±0,38	a	1,60±0,41	a	0,85±0,23	b	0,08±0,14	c
MF folha	4,08±0,62	a	1,65±0,06	bc	1,48±0,07	a	1,41±0,12	a	1,25±0,15	ab	1,24±0,19	ab
MF raiz	2,91±0,10	b	1,35±0,23	bc	1,61±0,40	a	1,66±0,04	a	1,53±0,28	a	1,58±0,17	a
C.V. (%)	15,9											
Massa fresca (mg)												
CD folha	142,55±13,46	a	51,07±22,63	b	24,83±13,77	c	0,00±0,00	c	0,00±0,00	b	0,00±0,00	c
MF caule	106,37±17,22	ab	130,65±43,78	a	127,02±24,67	a	97,17±37,45	ab	99,97±25,35	a	82,58±7,36	b
MF flor	137,30±11,72	a	142,48±4,29	a	79,65±5,99	b	44,87±8,02	bc	17,77±10,03	b	2,17±3,75	c
MF folha	75,65±20,63	b	145,88±26,99	a	123,23±11,46	a	132,30±25,17	a	108,44±23,62	a	93,60±31,60	b
MF raiz	121,93±3,97	a	152,12±4,11	a	155,93±15,39	a	144,92±8,64	a	143,57±5,50	a	143,02±1,91	a
C.V. (%)	19,4											
Massa seca (mg)												
CD folha	6,65±0,05	a	3,75±1,21	b	1,35±1,02	b	0,00±0,00	b	0,00±0,00	b	0,00±0,00	c
MF caule	6,68±0,37	a	7,00±0,56	a	7,10±0,40	a	7,27±0,08	a	7,13±0,30	a	7,40±0,28	a
MF flor	6,60±0,82	a	6,97±0,51	a	6,18±0,16	a	6,83±0,48	a	5,34±1,03	a	1,41±2,44	bc
MF folha	6,95±0,17	a	7,25±0,22	a	6,92±0,16	a	7,03±0,98	a	6,17±2,14	a	4,22±0,92	ab
MF raiz	5,75±0,70	a	6,60±0,51	a	7,00±0,09	a	6,42±0,35	a	5,75±0,70	a	6,60±0,51	a
C.V. (%)	14,7											

^{uv} Médias (± desvio padrão) acompanhadas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) comparando o tipo de extrato. C.V.: coeficiente de variação.

dade de extratos vegetais e está ligado à prematura lignificação das paredes celulares. Para Alves e Santos (2002) e Dailiri et al. (2011) a exposição direta da raiz primária por um maior período de tempo a ação do extrato, influencia a redução do comprimento da raiz em relação ao hipocótilo.

Haida et al. (2010) verificaram o decréscimo no comprimento da raiz e da parte aérea, à medida que se aumentou a concentração dos extratos aquosos de mil-folhas, com exceção para a concentração de 10% com o uso do extrato triturado. O extrato de CD foi o mais eficiente para a redução da massa fresca e seca em todas as concentrações. O extrato de MF flor reduziu a massa seca apenas nas concentrações de 60 e 75%, porém afetou a massa fresca em todas as concentrações. O extrato de MF folha aumentou a massa fresca em todas as concentrações e reduziu a massa seca apenas nas concentrações de 60 e 75%. Os extratos de MF caule e MF raiz resultaram em acréscimos para estas variáveis. Estes resultados tornam-se esperados, visto que neste estudo percebeu-se um maior efeito alelopático negativo nas variáveis testadas com CD e MF flor. Possivelmente estas partes da planta apresentam constituintes químicos com maior efeito bioherbicida o que gera reduções significativas na germinação e no desenvolvimento inicial das plantas alvo. Diante dos resultados deste trabalho sugere-se a necessidade de estudos complementares para a identificação dos compostos presentes nos extratos que causaram inibição das variáveis relacionadas a germinação e ao desenvolvimento inicial do crescimento, além da realização de testes bioquímicos que avaliem o metabolismo antioxidativo de plântulas expostas a ação destes extratos.

CONCLUSÃO

Conclui-se que houve ação alelopática negativa dos extratos de capim cidrão (*C. citratus*) folha e mil-folhas (*A. millefolium*) flor na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de alface em condições de laboratório. Houve efeito alelopático negativo na primeira contagem da germinação, no índice de velocidade de germinação e na germinação com o uso do extrato de mil-folhas folha.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Capes pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

- Alves MCS, Filho SM, Inneco R, Torres SB (2004) Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesq Agropec Bras* 39 (11): 1083-1086. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100005>
- Alves SM, Santos LS (2002) Natureza química dos agentes alelopáticos. In: Souza Filho, APS, Alves SM. Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais. 1.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 25-47.
- Aumonde TZ (2012) Ação de extratos vegetais no desempenho de sementes e plântulas de alface e arroz vermelho. 2012. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, Brasil.
- Balbinot-Júnior AA (2004) Manejo das plantas daninhas pela alelopatia. *Agropec Catarinense* 17(1): 61-4.
- BRASIL (2009) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 399p.
- Candan F, Unlu M, Tepe B, Daferera D, Polissiou M, Sökmen A, Akpulat AH (2003) Antioxidante and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* afan. (Asteraceae). *J Ethnopharmacol* 87:215-20. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00149-1](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00149-1)
- Castro LO, Ramos RLD (2003) Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais: *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. capim-cidrão, *Cymbopogon martinii* (Rox.) J.F. Watson, palma-rosa, *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, citronela, *Elyonurus candidus* (Trin.) Hack, capim-limão, *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, vetiver. Porto Alegre: FEPAGRO, 23p.
- Corrêa Jr, Scheffer MC (1994) Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 162p.
- Craveiro AA (1981) Óleos de plantas do Nordeste. 1.ed. Fortaleza: Edições UFC, 210p.
- Cruz MES, Nozaki MH, Batista MA (2000) Plantas medicinais e Alelopatia. *Biotechnol Cienc Desenvol* 15: 28-34.
- Dailiri MS, Mazloom P, Toudar S, Abolfathi H (2011) Inhibitive effects of barley on germination and growth of seedling thorn-apple. *Am Eurasian J Agric Environ Sci* 10(6):10000-10005.
- Fortes AMT, Mauli MM, Rosa DM, Piccolo G, Marques DM, Refosco RMC (2009) Efeito alelopático de sabugueiro e capim-limão na germinação de picão preto e soja. *Acta Sci-Agron* 31:241-246. <https://doi.org/10.1590/S1807-86212009000200009>
- Gaziri LRB, Carvalho RIN (2009) Efeito alelopático de Carqueja, Confrei e Mil-folhas sobre o desenvolvimento da Tiririca. *Rev Acad Ciênc Agrár Ambient* 7: 33-40.
- Gliessmann S (2009) Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Ed, Universidade/UFRGS, 653p.
- Goldfarb M, Pimentel LW, Pime NW (2009) Alelopatia: relações nos agroecossistemas. *Tecnol Ciênc Agropecu* 3:23-28.
- Gomes, EC, Negrelle, RRB (2003) *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf: Aspectos botânicos e ecológicos. *Visao Academ* 4:137-144. <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v4i2.534>
- Grisi PU (2010) Potencial alelopático de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae). Dissertação (Mestrado em ecologia e Recursos Naturais), Centro de Ciências

- Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, Brasil.
- Gudaityte O, Venskutonis PR (2007) Chemotypes of *Achillea millefolium* transferred from 14 different locations in Lithuania to the controlled environment. *Biochem System Ecol* 35:582-592. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2007.03.016>
- Gusman GS, Bittencourt AHC, Vestena S (2008) Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. *Acta Sci-Biol Sci* 30:119-125, 2008.
- Haida KS, Coelho SRM, Haas-Costa J, Viecei CA, Alekcevetich JC, Barth EF (2010) Efeito Alelopático de *Achillea Millefolium* L. sobre Sementes de *Lactuca Sativa*. *Rev em Agronegocio e Meio Ambient* 3:101-109. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2010v3n1p101-109>
- Leal TCAB, Freitas SP, Silva JF, Carvalho AGC (2003) Produção de biomassa e óleo essencial em plantas de capim cidreira [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf] em diferentes idades. *Rev Bras Plantas Med* 5: 61-64.
- Lima GP, Fortes AMT, Muali MM, Rosa DM (2009) Alelopatia de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e sabugueiro (*Sambucus australis*) na germinação e desenvolvimento inicial de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*). *Exatas Terra Cien Agron Eng* 15:121-127.
- Lorenzi H, Matos, FJA (2002) Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 576p.
- Maciel MCM (2003) Rendimento em óleo essencial de *Achillea millefolium* cultivada em São José dos Pinhais-PR. In: Encontro Sul-Brasileiro de Plantas Medicinais, 1, Curitiba: Graffiti, p. 96-106.
- Maraschin-Silva F, Aquila MEA (2005) Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. *Iheringia. Série Botânica* 60:92-98.
- Mariani MC, Henkes, JA (2015) Agricultura Orgânica x Agricultura Convencional Soluções para Minimizar o uso de Insumos Industrializados. *Rev Gest Sust Ambient* 3:315-338. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v3e22014315-338>
- Matos FJA (2000) Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 2.ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 346p.
- Melhorança Filho AL, Araújo ML, Silva JEN, Júnior PPO, Silva MF (2012) Avaliação do potencial alelopático de capim-santo (*Cymbopogon citratus* (dc) stapf.) sobre o desenvolvimento inicial de alface (*Lactuca sativa* L.). *Ensaio e Ciência: Ciênc Biol, Agrar Saude* 16(2): 21-20.
- Mourão Júnior M, Souza Filho APS (2010) Diferenças no padrão da atividade alelopática em espécies da família Leguminosae. *Planta Daninha* 28:939-951. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000500002>
- Piccolo G, Rosa DM, Marques DS, Mauli MM, Fortes AMT (2007) Efeito alelopático de capim limão e sabugueiro sobre a germinação de guanxuma. *Semina: Cienc Agrar* 28(3):381-386.
- Saito LM (2004) As plantas praguicidas: alternativa para o controle de pragas da agricultura. *Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente*. 4p.
- Santos MV, Freitas FCL, Ferreira FA, Viana RG, Tuffi Santos LD, Fonseca DM (2006) Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. *Planta Daninha* 24(2):391-398. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000200024>
- Simioni PF, Teixeira SO, Cardoso MA, Silva IV, Yamashita OM (2015) Efeito alelopático do extrato verde e seco de *Achillea millefolium* L. na germinação de sementes de alface. *Cad Agroecol* 10(3).
- Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR (2002) Farmacognosia: da planta ao medicamento. 4.ed. Porto Alegre: UFRGS, 821p.
- Sousa SM, Silva PS, Viccini LF (2010) Cytogenotoxicity of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (lemon grass) aqueous extracts in vegetal test systems. *Anais Acad Bras Cienc* 82(2):305-311. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652010000200006>
- Souza-Filho APS, Guilhon GMSP, Santos LS (2010) Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório – revisão crítica. *Planta Daninha* 28(3):689-697. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300026>
- Suzuki LS, Zonetti PC, Ferrarese-Filho O (2008) Effects of ferulic acid in growth and lignification of conventional and glyphosate-resistant soybean. *Allelopathy J* 21(1):155-163.
- Teodorovicz F, Silva CAT (2012) Efeito alelopático do capim cidreira na germinação e desenvolvimento das plântulas de alface. *J Agron Sci* 1(1):155-165.