

Alelopatia de espécies da família Lamiaceae sobre o desenvolvimento de alface

Lilian Rogéria da Silva¹; Claudia Tatiana Araujo da Cruz-Silva²; Nelvio Augusto Thibes de Barros¹; Maria Madalena de Carvalho Olivetti¹

Resumo: Alelopatia tem sido postulada como uma das vias pelas quais determinadas plantas interferem no desenvolvimento de outras. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito alelopático de extratos aquosos de hortelã (*Mentha* sp), falso-boldo (*Coleus barbatus*), sálvia (*Salvia officinalis*), manjerona (*Origanum majorana*) e alecrim (*Rosmarinus officinalis*) sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface. Os extratos foram obtidos de folhas frescas coletadas no Horto Medicinal da UNIPAR, as quais foram trituradas para a obtenção do extrato bruto, a partir do qual foram feitas diluições, totalizando 6 tratamentos nas seguintes concentrações: 0, 10, 20, 30, 40 e 50%. Após uma semana, observou-se que os extratos de hortelã, sálvia, manjerona e alecrim reduziram a germinação de sementes de alface, ao passo que os extratos de falso-boldo estimularam este processo. O crescimento não seguiu um padrão de resposta, variando conforme a espécie e a concentração. Os extratos das cinco espécies analisadas promovem a formação de plântulas anormais. Conclui-se que os extratos testados apresentam efeito alelopático, sendo os resultados mais evidentes no percentual de germinação e formação de plântulas anormais.

Palavras-chave: Aleloquímicos; extratos aquosos; folhas frescas; germinação, Labiatae.

Allelopathy of Lamiaceae family species on development of lettuce

Abstract: Allelopathy has been postulated as one of the pathways by which certain plants interfere on development of others. This study aimed to evaluate the allelopathic effect of aqueous extracts of mint (*Mentha* sp), false boldo (*Coleus barbatus*), sage (*Salvia officinalis*), marjoram (*Origanum majorana*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on the germination and development of lettuce seeds. The extracts were obtained from fresh leaves collected in UNIPAR's Medicinal Garden, which was ground to obtain the crude extract, from which dilutions were made, with a total of six treatments in the following concentrations: 0, 10, 20, 30, 40 and 50%. After one week, it was observed that extracts of mint, sage, marjoram and rosemary reduced the germination of lettuce seeds, whereas the extracts from false-boldo stimulated this process. The growth did not follow a pattern of response, varying with the species and concentration. The extracts of the five species analyzed promote abnormal seedlings formation. It was conclude that the tested extracts have allelopathic effects, the most obvious results were in the germination and abnormal seedlings formation percentage.

Key words: allelochemicals, aqueous extracts, fresh leaves, germination, Labiatae.

¹Curso de Ciências Biológicas, Universidade Paranaense (UNIPAR). e-mail: lilian_rsilva@yahoo.com.br, madaolivetti@hotmail.com

² Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE. Rua Universitária 2069, 85819-110, Cascavel, Paraná, Brasil. e-mail: claudia_petsmart@hotmail.com.

Introdução

A alelopatia se caracteriza pelo estudo das interações bioquímicas, tanto inibitórias como estimulatórias, entre as plantas, referindo-se a capacidade que estas têm de interferir no desenvolvimento de outras, através de substâncias que são liberadas no ambiente (RICE, 1984).

A alelopatia é reconhecida como um mecanismo ecológico importante em ecossistemas naturais e manejados. É um fenômeno que influencia na sucessão vegetal primária e secundária, englobando todos os estádios sucessionais (REIGOSA; MOREIRAS-SANCHEZ; GONZALEZ, 1999).

As substâncias alelopáticas (aleloquímicos) fazem parte do metabolismo secundário das plantas e podem participar de diversas funções importantes. Encontram-se nas plantas sob a forma de complexos, cujos componentes se completam e reforçam a sua ação sobre o organismo. Quando os efeitos são inibitórios as funções mais prejudicadas são a assimilação de nutrientes, o crescimento, a fotossíntese, a respiração, a síntese de proteínas e a permeabilidade da membrana celular. Os metabólitos secundários são substâncias características de determinadas espécies, gêneros ou famílias, portanto, não pertencem a cada protoplasma (NULTSCH, 2000; SOARES e VIEIRA, 2000).

Os aleloquímicos podem ser liberados dos tecidos vegetais através da volatilização, da exsudação, principalmente pelas raízes, pela lixiviação de compostos orgânicos ou inorgânicos, e pela decomposição de resíduos vegetais liberando substâncias alelopáticas que podem influenciar diretamente espécies adjacentes ou, indiretamente, quando alterados quimicamente durante o processo de decomposição originando produtos secundários que podem ser efetivos (MALHEIROS e PERES, 2001)

Esses compostos podem interferir no crescimento das plantas e a detecção desses efeitos é o ponto de partida para a identificação de espécies alelopáticas. São vários os compostos secundários de plantas medicinais e aromáticas que apresentam propriedade alelopática. As plantas medicinais que possuem como princípio ativo, óleos essenciais, tem-se revelado promissoras no controle de plantas invasoras (CRUZ; NOZAKI; BATISTA, 2000).

Segundo FERREIRA e ÁQUILA (2000) os estudos dos efeitos aleloquímicos sobre a germinação e/ou desenvolvimento da planta são manifestações secundárias de efeitos ocorridos a nível molecular e celular inicialmente. Podem ser alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas. A alelopatia é vista como uma alternativa, com o propósito de se complementar os métodos tradicionais de controle de plantas invasoras, minimizando o uso

de herbicidas, que durante muito tempo era apresentado como única alternativa no controle destas (CARVALHO; FONTANÉTTI; CANÇADO, 2002).

A família Lamiaceae (Labiatae) apresenta cerca de 300 gêneros e aproximadamente 7500 espécies. No Brasil ocorrem 26 gêneros e 350 espécies (SOUSA e LORENZI, 2005). São em geral herbáceas ou arbustivas, suas folhas apresentam um odor intenso, suas flores são bilabiadas caracterizando a família. Alguns gêneros desta família apresentam características medicinais promovendo seu uso na medicina popular, sendo usadas também como condimentos, ornamentais e para extração de óleos (JOLY, 2002).

Alguns de seus representantes foram citados pelo seu potencial alelopático, entre eles a sálvia (*Salvia officinalis* L.) inibiu a germinação e o crescimento da raiz do milho (*Zea mays* L.) (SIMONETO e CRUZ-SILVA, 2010); o hortelã (*Mentha villosa* Becker) inibiu a germinação e o desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa* L.) (PARREIRAS et al., 2011); o falso-boldo inibiu a germinação e o crescimento da parte aérea do trigo (*Triticum aestivum* L.) (NEIS e CRUZ-SILVA, 2013) e reduziu o índice de velocidade de geminação da alface (PELEGRINI e CRUZ-SILVA, 2012).

As sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) são encontradas facilmente e são bastante utilizadas para experimentos relacionados à germinação e alelopatia, por ser uma das espécies mais sensíveis, sendo considerada como planta-teste (FERREIRA e ÁQUILA, 2000).

Neste contexto este trabalho teve como objetivo verificar os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas frescas de cinco espécies da família Lamiaceae: hortelã (*Mentha* sp L.), falso-boldo (*Coleus barbatus* (Andrews) Benth.), sálvia (*Salvia officinalis* L.), manjerona (*Origanum majorana* L.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface.

Material e Métodos

Os extratos aquosos foram obtidos a partir de folhas frescas de cinco espécies da família Lamiaceae: hortelã (*Mentha* sp), boldo (*Coleus barbatus*), sálvia (*Salvia officinalis*), manjerona (*Origanum majorana*) e alecrim (*Rosmarinus officinalis*), coletadas no Horto Medicinal da Universidade Paranaense (UNIPAR), Campus Cascavel.

Para o preparo do extrato foram trituradas 150 g de folhas de cada espécie em liquidificador com 300 mL de água deionizada, obtendo-se o extrato bruto aquoso (50%). A partir deste foram feitas as diluições, totalizando seis tratamentos nas seguintes concentrações: 0, 10, 20, 30, 40 e 50%. Foi obtido o pH das concentrações de cada extrato das espécies para verificar possíveis efeitos deste.

As sementes utilizadas como receptora foram de alface variedade “Grand Rapids”, adquiridas no comércio local. Estas foram acondicionadas em placas de petri (16 cm de diâmetro), com duas folhas de papel filtro, as quais foram adicionadas 20 mL de extrato ou água deionizada (controle), mantidas em temperatura ambiente com boa luminosidade, no laboratório de Botânica e Fisiologia Vegetal da UNIPAR.

Sete dias após os tratamentos com os extratos aquosos, as sementes de alface foram avaliadas para as seguintes variáveis: Porcentagem de germinação: foram consideradas germinadas todas as sementes que apresentavam tegumento rompido com emissão da raiz com aproximadamente dois mm de comprimento (BORGHETTI e FERREIRA, 2004). Comprimento da parte aérea: região de transição da raiz até a inserção dos cotilédones. Comprimento da raiz: região de transição da parte aérea até o ápice da raiz. Plântulas anormais: consideraram-se todas aquelas que apresentaram necrose na raiz.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos com quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico JMP (“Statistical Analysis System”, SAS Institute Inc. EUA, 1989 – 2000 versão 4.0.0. A comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada através do teste de Student’s a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O pH dos extratos aquosos das folhas, das diferentes espécies da família Lamiaceae analisadas neste trabalho, não apresentaram diferenças distintas entre as concentrações. Os valores de pH variaram entre 5,74 e 7,28, estando dentro da faixa considerada ideal por Larcher (2000) (Tabela 1). De acordo com Cardoso (2004) se não estiver na faixa adequada podem influenciar a germinação de sementes, principalmente em ensaios de laboratório.

Tabela 1 - Valores do pH dos extratos aquosos das espécies avaliadas.

Concentração %	pH Hortelã	pH Sálvia	pH Boldo	pH Manjerona	pH Alecrim
0	6,80	6,64	6,80	5,88	7,28
10	6,54	6,41	6,48	5,86	6,88
20	6,57	6,44	6,20	5,78	6,95
30	6,55	6,45	6,16	5,73	6,99
40	6,56	6,45	6,12	5,74	6,77
50	6,60	6,42	6,09	6,67	6,86

Após sete dias de cultivo, os extratos aquosos obtidos de folhas frescas de hortelã, influenciaram a porcentagem de germinação das sementes de alface, houve inibição estatística

significativa, na ordem de 25, 35, 65, 65 e 100%, para as concentrações de 10, 20, 30, 40 e 50%, respectivamente, quando comparadas ao controle, podendo relacionar que a inibição seguiu um padrão dose-dependente (Tabela 2).

Corroborando com os resultados obtidos, Bonfim et al. (2011) observou que os extratos aquosos de hortelã, nas diferentes concentrações reduziram a germinação e o vigor das sementes plantago (*Plantago major* L.). Maia et al. (2011) verificaram que a emergência de plântulas de alface também é afetada quando cultivada em solo coletado em área cultivada com hortelã (*Mentha x villosa* Huds.).

Tabela 2 – Efeito de extratos aquosos de hortelã (*Mentha* sp L.) sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

Concentração %	G%	CR	CPA	CP	PA%
0	67a	71a	68b	140a	58b
10	50b	46b	79b	125a	41b
20	43b	57a	103a	160a	50b
30	23b	57a	104a	162a	67a
40	23b	45b	60b	105a	74a
50	0c	0c	0c	0b	0c

G: germinação, CR: comprimento da raiz, CPA: comprimento da parte aérea, CP: comprimento da plântula, PA: plântulas anormais. Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diferente do observado, Nariai et al. (2013) verificaram que extratos aquosos de hortelã não influenciaram na porcentagem de germinação das sementes de alface, no entanto, o índice de velocidade de germinação foi afetado negativamente, indicando que os extratos atrasaram o processo germinativo.

O comprimento da raiz foi inibido pelas concentrações de 10, 40 e 50 % do extrato aquoso de hortelã, as quais diferiram ($p=0,05$) do tratamento controle e das concentrações de 20 e 30%. Diferente do padrão de resposta observado, PRZYBYSZ et al. (2011) relatam que quando o extrato aquoso de hortelã é utilizado para rega de plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), estes apresentam diferença significativa, promovendo aumento do peso e do comprimento do tubérculo nas duas concentrações testadas (1 e 5%).

Quando analisado o crescimento da parte aérea das plântulas de alface, nota-se um estímulo significativo ($p=0,05$) de 51 e 53% para as concentrações de 20 e 30% respectivamente, quando comparadas ao controle e as concentrações de 10, 40 e 50%. SOBREIRA et al. (2012) também verificaram que os extratos aquosos de folhas de hortelã proporcionaram efeitos benéficos para as variáveis emergência de plântulas e comprimento da

parte aérea de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.), sendo as concentrações 60, 80 e 100% que promoveram melhores médias dessas variáveis.

Pereira e Vidal (2013) encontram resultados semelhantes aos apresentados neste trabalho, o extrato de *Mentha x villosa* inibiu o crescimento radicular e estimulou o comprimento da parte aérea de alface e pimenta. Os autores verificaram que para tomate e rúcula os extratos não apresentaram efeito nestas variáveis.

Em relação ao comprimento da plântula, não houve diferença estatística entre as concentrações, exceto para a concentração de 50%, devido a não germinação das sementes neste tratamento.

Houve uma elevada formação de plântulas anormais, sendo que as concentrações de 30 e 40% do extrato de hortelã aumentaram a formação das mesmas. As sementes que se desenvolveram em plântulas anormais (geralmente raiz queimada) foram consideradas como germinadas, mas não foram avaliadas para as variáveis comprimento da raiz, parte aérea e plântula. Segundo Ferreira e Áquila, 2000; Ferreira, 2004 as substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da raiz um dos sintomas mais comuns. A avaliação da normalidade das plântulas é considerada um instrumento valioso e qualitativo.

Verificou-se que o extrato aquoso de folhas de falso-boldo estimulou significativamente a porcentagem de germinação de alface para as concentrações de 20, 30, 40 e 50%, na ordem de 118, 75, 33 e 69 % respectivamente, quando comparadas ao controle e diferiu também da concentração 10% (Tabela 3).

De forma semelhante ao observado, Iganci et al. (2006) verificaram que extratos de falso-boldo influenciaram no aumento da germinação e causaram uma variação considerável no índice mitótico de cebola (*Allium cepa* L.), apresentando efeito alelopático acelerando o desenvolvimento inicial das plântulas. Ao passo que, Souza et al. (2002) observaram que extratos de falso-boldo na concentração de 2,5% não inibiram a germinação de sementes de alface.

O comprimento da raiz foi inibido na concentração mais alta do extrato (100%), na ordem de 25%, quando comparada ao controle. Rogerio et al. (2009) observaram que extratos de folhas de falso-boldo promoveram inibição do comprimento das raízes de milho, sendo proporcional ao aumento da concentração do extrato. Para o extrato do falso-boldo neste trabalho, a concentração mais alta promoveu inibição do crescimento radicular, entretanto as demais concentrações não apresentaram efeito.

Tabela 3 – Efeito de extratos aquosos de falso-boldo (*Coleus barbatus* (Andrews) Benth.) sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

Concentração %	G%	CR	CPA	CP	PA%
0	33b	56 ^a	6b	11b	7b
10	34b	55 ^a	12a	18a	14b
20	72a	62 ^a	13a	19a	9b
30	58a	50 ^a	11a	16a	7b
40	44a	58 ^a	13a	19a	18a
50	56a	42b	8b	12b	15b

G: germinação, CR: comprimento da raiz, CPA: comprimento da parte aérea, CP: comprimento da plântula, PA: plântulas anormais. Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento da parte aérea foi estimulado significativamente para as concentrações de 10, 20, 30 e 40%, na ordem de 106, 127, 89 e 116 %, respectivamente, quando comparadas ao controle, diferindo também do extrato mais concentrado. O mesmo padrão de resposta foi observado para o comprimento da plântula. Neis e Cruz-Silva (2013) verificaram que a incorporação de folhas frescas de falso-boldo na proporção de 15 e 30g influenciaram positivamente o crescimento da parte aérea de plântulas de trigo em casa de vegetação.

Corroborando com os resultados observados no desenvolvimento de sementes de alface submetidas aos extratos de falso-boldo, Santos et al. (2002) relatam que a ação alelopática de extratos aquosos não tem sido somente inibitória, pois tem ocorrido também relatos de ação estimuladora de uma planta sobre a germinação ou crescimento de outra. Kitou e Yoshida (1997) estudaram efeitos de resíduos de café no crescimento de diversas plantas e verificaram que nas plantas de feijão, soja e alface houve aumento significativo na taxa de crescimento. Essa característica de promoção da germinação e/ou crescimento pode ser observada neste trabalho quando se avaliou o efeito alelopático dos extratos aquosos obtidos a partir de folhas de falso-boldo, os quais se mostraram estimuladores da germinação, comprimento parte aérea e total da plântula, além do número de plântulas anormais ter sido baixo em relação às sementes desenvolvidas nos extratos produzidos pelas demais espécies.

Diferente do encontrado neste trabalho, Gusman, Vieira e Vestena (2012) observaram que extratos aquosos de folhas secas de falso-boldo inibiram a porcentagem de germinação, o crescimento da raiz e parte aérea das hortaliças testadas, entre elas a alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids), além do repolho (*Brassica oleracea* L. cv. capitata), brócolis (*Brassica oleracea* L. cv. italica), couve (*Brassica pekinensis* L.), mostarda (*Brassica campestris* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) e rúcula (*Eruca sativa* L.). A redução foi proporcional ao aumento das concentrações dos extratos utilizados.

Pellegrini e Cruz-Silva (2012) testando formas de preparo de extratos aquosos de folhas de falso-boldo, coletadas ao longo das estações do ano verificaram que o desenvolvimento das plântulas de alface foi afetado pela forma de preparo e concentração dos extratos, havendo estímulo do crescimento da parte aérea, enquanto que para o crescimento das raízes houve variação da resposta em função da sazonalidade da coleta, da forma de obtenção e das concentrações testadas dos extratos.

A formação de plântulas anormais foi menor nas sementes de alface submetidas aos extratos de falso-boldo. A concentração de 40% aumentou a formação das mesmas em 142%, quando comparada ao controle.

A germinação das sementes de alface semeadas em extrato aquoso de folhas de sálvia foi inibida na concentração de 30% quando comparada ao controle e as demais concentrações (Tabela 4). Diferente do encontrado neste estudo, Dalmolin, Persel e Cruz-Silva (2012) verificaram que extratos obtidos de folhas secas de sálvia reduziram a germinação e demais parâmetros germinativos de sementes de picão (*Bidens pilosa* L.) submetidas a extratos com concentrações bem menores as testadas nesta pesquisa. Da mesma forma, Souza et al. (2002) observaram que extratos aquosos 2,5% inibiram a germinação de alface. Porém, ressalta-se que os autores utilizaram folhas secas.

Tabela 4 – Efeito de extratos aquosos de sálvia (*Salvia officinalis* L.) sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

Concentração %	G%	CR	CPA	CP	PA%
0	54a	91a	88b	180a	42b
10	51a	62b	113a	176a	43b
20	48a	55b	100b	156a	39b
30	32b	41b	96a	135b	54b
40	55a	47b	90a	137b	52b
50	45a	42b	42c	85b	59a

G: germinação, CR: comprimento da raiz, CPA: comprimento da parte aérea, CP: comprimento da plântula, PA: plântulas anormais. Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao comprimento da raiz, o extrato de sálvia inibiu de forma estatística significativa para todas as concentrações na ordem de 31, 39, 55, 48 e 54%, nas concentrações de 10, 20, 30, 40 e 50%, respectivamente, quando comparadas ao controle. Inibição do crescimento da raiz também foi observado em plântulas submetidas a extrato aquoso de folhas de Sálvia por Simoneto e Cruz-Silva (2010). Estes autores verificaram que o extrato preparado a 30% inibiu o crescimento da raiz de milho (*Zea mays* L.) e girassol (*Helianthus*

annus L.), ao passo que para o tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) a concentração a 7,5 % do extrato ocasionou redução no crescimento desta variável.

O comprimento da parte aérea das sementes de alface foi estimulado pela concentração de 10% do extrato de sálvia e inibida na concentração de 100% quando comparadas ao controle e as demais concentrações. Houve inibição em relação ao comprimento total da plântula, na ordem de 25, 23 e 52%, para as concentrações de 30, 40 e 50%, respectivamente.

Quando analisada a variável formação de plântulas anormais, verifica-se que esta apresentou estímulo significativo na ordem de 38% para a concentração de 50%, quando comparadas ao controle. Viecelli e Cruz-Silva (2009) testando a ação de extratos aquosos de sálvia, coletadas em diferentes épocas, no desenvolvimento da alface, observaram que a concentração mais alta testada (30%) do extrato promoveu a formação de plântulas anormais. Entretanto os autores enfatizam que as raízes mostraram-se mais sensíveis quanto à inibição pelos extratos obtidos quando se compara os resultados obtidos para o comprimento da parte aérea, fato este também observado neste estudo.

A porcentagem de germinação reduziu de forma estatística significativa para todas as concentrações de extratos de folhas de manjerona, na ordem de 27, 32, 54, 40 e 55%, para as concentrações de 10, 20, 30, 40 e 50% respectivamente, quando comparadas ao controle, podendo relacionar que a inibição seguiu um padrão dose-dependente (Tabela 5).

Tabela 5 – Efeito de extratos aquosos de manjerona (*Origanum majorana* L.) sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

Concentração %	G%	CR	CPA	CP	PA%
0	59a	91a	72b	132b	66b
10	43b	62b	140a	233b	96a
20	40b	55b	97b	167b	88a
30	27b	41b	94b	136b	81a
40	35b	47b	145a	221a	90a
50	26b	42b	106a	173b	66b

G: germinação, CR: comprimento da raiz, CPA: comprimento da parte aérea, CP: comprimento da plântula, PA: plântulas anormais. Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Seguindo o mesmo padrão observado para o extrato na variável germinação, Alves (2009) verificou que extratos de manjerona utilizando diclorometano como solvente extrator, inibiram a germinação de sementes de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), quando preparados utilizando raiz, caule ou folhas. A concentração de 200 ppm induziu 100% de inibição da germinação, para qualquer parte da planta foi utilizada.

Diferente do observado neste trabalho, entretanto utilizando concentrações de óleo essencial de espécie do mesmo gênero, Altindal e Altindal (2011) verificaram que todas as concentrações testadas (250 a 2000 ppm) de óleo essencial de orégano de vaso (*Origanum onites* L.) estimularam a germinação de sementes de feijão caupi (*Vigna nissensis* L.)

Em relação ao comprimento da raiz não houve diferença entre os tratamentos. O comprimento da parte aérea apresentou estímulo significativo para as concentrações de 10, 40 e 50%, na ordem de 94, 101 e 47%, respectivamente. O extrato de manjerona na concentração de 40% estimulou o comprimento total das plântulas de alface, na ordem de 67%, quando comparadas ao controle.

Alves et al. (2004) relataram para uma espécie do mesmo gênero, que o óleo essencial da alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) apresentou efeito inibitório sobre o comprimento da raiz de alface. Houve um decréscimo no crescimento radicular à medida que se aumentou a concentração do óleo, e somente na concentração de 1,0% o efeito inibitório causou a morte da plântula.

Houve um aumento significativo para a formação de plântulas anormais, na ordem de para as concentrações de 10, 20, 30 e 40%, quando comparadas ao controle e a concentração mais alta (50%). Neste contexto Soares et al., 2002 relatam que estudos realizados com extratos aquosos de espécies de leguminosas demonstraram forte efeito inibidor do desenvolvimento radicular em plântulas de alface, que foi acompanhado por alterações morfológicas conspícuas nas raízes, tais como engrossamento, escurecimento e ausência da zona de absorção e coifa.

A porcentagem de germinação de sementes de alface foi inibida a partir da concentração de 20% dos extratos produzidos pelas folhas de alecrim, na ordem de 62, 82, 87 e 77%, para as concentrações de 20, 30, 40 e 50% respectivamente, quando comparadas ao controle (Tabela 6).

Para as variáveis comprimento da raiz, da parte aérea e total da plântula, os extratos preparados na concentração de 40% inibiram o crescimento, diferindo dos demais tratamentos, pois as plântulas germinadas foram consideradas anormais não sendo avaliadas para esta característica por estarem com as raízes queimadas e mal formadas.

Araujo et al. (2013) verificaram que o extrato etanólico e as frações hexânica e diclorometano de alecrim inibiram o crescimento da raiz da cebola (*Allium cepa* L.) em todas as concentrações, sendo que a fração diclorometano promoveu uma inibição maior que 80,0%, na concentração de 200 mg/mL. Em relação ao hipocótilo da cebola, os efeitos foram heterogêneos. Os efeitos inibitórios, para o crescimento da raiz e do hipocótilo das sementes

de alface, mostraram-se mais expressivos que o efeito estimulatório, quando as sementes foram tratadas com o extrato etanólico e as frações.

Tabela 6 – Efeito de extratos aquosos de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.)

Concentração %	G%	CR	CPA	CP	PA%
0	40a	33a	43a	77a	62b
10	37b	37a	35a	73a	36c
20	15b	60a	50a	110a	96a
30	7b	50a	56a	106a	78b
40	5b	0b	0b	0b	100a
50	9b	35a	40a	75a	89a

G: germinação, CR: comprimento da raiz, CPA: comprimento da parte aérea, CP: comprimento da plântula, PA: plântulas anormais. Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As concentrações dos extratos de alecrim de 20, 40 e 50% aumentaram a formação de plântulas anormais, na ordem de 54, 98 e 43%, respectivamente; e uma inibição para a concentração de 10% em 42%, quando comparadas ao controle. O alecrim (*Rosmarinus officinalis*) é citado por possuir o ácido clorogênico, que é considerado como um aleloquímico (CRUZ; NOZAKI; BATISTA, 2000).

Souza e Furtado (2002) afirmam que sintomas visuais de fitotoxicidade e vigor da planta de alface ocorrem em consequência da densidade e das concentrações dos tratamentos aplicados. O que pode ser observado neste trabalho, onde geralmente as concentrações mais elevadas produziram plântulas anormais.

Pesquisadores relatam efeito alelopático apresentado por espécies da família Lamiaceae, objetivo de estudo neste trabalho, entre eles cita-se os trabalhos realizados com extratos de melissa (*Melissa officinalis* L.), o qual inibiu a germinação e o crescimento da raiz e parte aérea das espécies alface, crista de galo (*Amaranthus caudatus* L.), milhã (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., agrião de jardim (*Lepidium sativum* L.), rabo de gato (*Phleum pratense* L.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) (KATO-NOGUCHI, 2001; KATO-NOGUCHI, 2003). Extratos alcoólicos de folhas de espanta-pulga (*Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling) e *Hesperozygis rhododon* Epling inibiram a germinação de sementes de alface (POSER et al., 1996). Infusão a quente e frio de hissopo (*Hyssopus officinalis* L.) inibindo variáveis avaliadas em três espécies (DRAGOEVA; NANOVA; KALCHEVA, 2010). Com base nas referências encontradas e nas espécies testadas neste trabalho verifica-se que as espécies da família Lamiaceae apresentam potencial alelopático.

Conclusão

Os extratos aquosos de folhas de hortelã, alecrim, manjerona e sálvia apresentam efeito inibitório na germinação de sementes de alface, enquanto os extratos de boldo estimularam a germinação. O crescimento não seguiu um padrão de resposta, variando conforme a espécie e a concentração. As diferentes concentrações dos extratos das cinco espécies analisadas promovem a formação de plântulas anormais.

Referências

- ALTINDAL, D.; ALTINDAL, N. The effects of sage volatile oil (*Salvia officinalis*) and Turkish oregano volatile oil (*Origanum onites*) on stored cowpea (*Vigna nissensis* L.) seed. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n.20, p. 5017-5020, 2011.
- ALVES, S.C.M.; MEDEIROS FILHO, S.; INNECCO, R.; TORRES, S.B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n 11, p. 1083-1086, 2004.
- ALVES, J. N. **Caracterização química dos extratos em diclorometano de *Origanum majorana* L. na inibição de *Panicum maximum***. 2009. 94 f. Dissertação– Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Química, 2009.
- ARAÚJO, S.G.; PINTO, M.E.A.; SILVA, N.L.; SANTOS, F.J.L.; CASTRO, A.H.F.; LIMA, L.A.R.S. Atividades antioxidante e alelopática do extrato e frações obtidos de *Rosmarinus officinalis*. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, Londrina, v.2, n.1, p. 35-43, 2013.
- BONFIM, F.P.G.; HONÓRIO, I.C.G.; CASALI, V.W.D.; FONSECA, M.C.M.; MANTOVANI-ALVARENGA, E.; ANDRADE, F.M.C.; PEREIRA, A.J.; GONÇALVES, M.G. Potencial alelopático de extratos aquosos de *Melissa officinalis* L. e *Mentha x villosa* L. na germinação e vigor de sementes de *Plantago major* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p.564-568, 2011.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação do básico ao aplicado**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.209-222.
- CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.387-408.
- CARVALHO, G. J.; FONTANÉTTI, A.; CANÇADO, C. T. Potencial alelopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) e da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Ciência Agropecuária**, Lavras, v.26, n.3, p.647-651, 2002.
- CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A. Plantas medicinais e alelopatia. **Biociência e Desenvolvimento**, Brasília, n.15, p. 28-34, 2000.
- DALMOLIN, S.F.; PERSEL, C.; CRUZ-SILVA, C.T.A. Alelopatia de capim-limão e sálvia sobre a germinação de picão preto. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.5, n.3, p.176-189, 2012.

DRAGOEVA, A. P.; NANOVA, Z. D.; KALCHEVA, V. P. Allelopathic activity of micropropagated *Hyssopus officinalis* L., Lamiaceae, water infusions. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.20, n.4, p. 513-518, 2010.

FERREIRA, A.G. Interferência: Competição e Alelopatia. In: FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.251-262.

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

GUSMAN, G. S.; VIEIRA, L. R.; VESTENA, S. Alelopatia de espécies vegetais com importância farmacêutica para espécies cultivadas. **Biotemas**, Florianópolis, v.25, n.4, p.37-48, 2012.

IGANCI, J. R. V.; BOBROWSKI, V. L.; HEIDEN, V. C.; STEIN, V. C.; ROCHA, B. H. G. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, p.79-82, 2006.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução a taxonomia vegetal**. São Paulo: Nacional, 2002. 777p.

KATO-NOGUCHI, H. Effects of lemon balm (*Melissa officinalis*) extract on germination and seedling growth of six plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.23, n.1, p.49-53, 2001.

KATO-NOGUCHI, H. Assessment of allelopathic potencial of shoot powder of lemon balm. **Scientia Horticulturae**, v.97, n.3-4, p.419-423, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.

MAIA, J.T.L.S.; BONFIM, F.P.G.; BARBOSA, C.K.R.; GUILHERME, D.O.; HONÓRIO, C.G.; MARTINS, E.R. Influência alelopática de hortelã (*Mentha x villosa* Huds.) sobre emergência de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.3, p.253-257, 2011.

MALHEIROS, A.; PERES, M. T. L. P. Alelopatia: Interações Químicas entre espécies. In: YUNES, R. A.; CALIXTO, J.B. **Plantas Mediciniais sob a ótica da Química Medicinal Moderna**. Chapecó: Argos: 2001. p.505-521.

NARIAI, M.A.; BIDO, G.S.; ZONETTI, P.C. Ação alelopática do extrato aquoso de babosa (*Aloe vera* L.) e hortelã (*Mentha* SP.) sobre a alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v.6, n.2, p. 337-347, 2013.

NEIS, J.; CRUZ-SILVA, C.T.A. Alelopatia de folhas de *Coleus barbatatus* sobre o desenvolvimento de sementes de trigo. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, Paraná, v.6, n.2, p.122-134, 2013.

NULTSCH, W. **Botânica Geral**. 10.ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 489p.

PARREIRAS, N.S.; GOMES, J.A.O.; BONFIM, F.G.; CASALI, V.W. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de Hortelã na germinação de sementes de alface. **Cadernos de Agroecologia**, Fortaleza, v.6, n.2, 3p., 2011.

PELEGRINI, L.L.; CRUZ-SILVA, C.T.A. Variação sazonal na alelopatia de extratos aquosos de *Coleus barbatus* (A.) Benth. sobre a germinação e o desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.14, n.2, p.376-382, 2012.

PEREIRA, T. S.; VIDAL, M. C. Uso de extratos de plantas aromáticas no desenvolvimento de plântulas de hortaliças. In: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2013, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre. 5p.

POSER, G.L.V.; MENUT, C.; TOFFOLI, M. E.; VERIN, P.; SOBRAL, M.; BESSIERE, J. M.; LAMATY, G.; HENRIQUES, A. T. Essencial oil composition and allelopathic effect of the Brazilian Lamiaceae *Hesperozygis ringens* (Benth) Epling and *Hesperozygis rhododon* Epling. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.1829-1832, 1996.

PRZYBYSZ, G.F.; MARKEVICZ, B.C.; BORILLE, J.M. Efeito alelopático do extrato aquoso de *Ocimum basilicum*, *Origanum majorana* e *Mentha* sobre o cultivo de *Daucus carota*. In: UNESPAR /FAFIUV ANAIS DO 11º ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E 11ª MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2011, União da Vitória. **Anais**. União da Vitória: FAFIUV. p.12

REIGOSA, M. J.; MOREIRAS-SANCHEZ, A.; GONZALEZ, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Philadelphia, v.18, n.5, p.577-608, 1999.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2.ed., Orlando: Academic Press, 1984. 422p.

ROGERIO, E.C.; MARIANO, W.C.; GRIGIO, V.G.; BIDO, G. S. Alelopatia com extrato de falso boldo (*Plectranthus barbatus*) em milho (*Zea mays* L.). In: VIEPCC-ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 2009, Maringá. **Anais**. Maringá: CESUMAR, 5p.

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

SIMONETO, E.L.; CRUZ-SILVA, C.T.A. Alelopatia de sálvia sobre a germinação e o desenvolvimento do milho, tomate e girassol. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v.3, n.3, p.48-56, 2010.

SOARES, G.L.G.; VIEIRA, T.R. Inibição da germinação e crescimento radicular de alface (cv. "grand rapids") por extratos aquosos de cinco espécies de *Gleicheniaceae*. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.180-197, 2000.

SOARES, G.L.G.; SCALON, V.R., PEREIRA, T.O.; VIEIRA, D.A. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas brasileiras. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.9, n.1, p.119-126, 2002.

SOBREIRA, A.M.; SILVA, M.A.D.; COELHO JUNIOR, L.F.; CALADO, T.B.; TELES, E.C.P.V.A.; FERRAZ, A.P.F. 2012. Influência do extrato aquoso de folhas de hortelã sobre o desenvolvimento de mudas de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, (Suplemento - CD Rom), p.8333-8339, 2012.

SOUSA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2005, 640p.

SOUZA, M.A.A.; BORGES, R.S.O.S.; STARK, M.L.M.; SOUZA, S.R. Efeito de extratos aquosos, metanólicos e etanólicos de plantas medicinais sobre a germinação de sementes de alface e sobre o desenvolvimento micelial de fungos fitopatogênicos de interesse agrícola. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro v.22, n.2, p.181-185, 2002.

SOUZA, I.F.; FURTADO, D.A.S. Caracterização de aleloquímicos do centeio (*Secale cereale*) e seu potencial alelopático sobre plantas de alface (*Lactuca sativa*). **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.5, p.1097-1099, 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **JMP:2000** versão 4.0.0. Cary: SAS Institute Inc., 1989.

VIECELLI, A. C.; CRUZ-SILVA, C. A. T. Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de Sálvia. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.39-46, 2009.