



ARTIGO

Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L.

Junior Borella^{1*}, Alana Cristina Dorneles Wandscheer¹,
Luziana Cassol Bonatti¹ e Lindamir Hernandez Pastorini¹

Submetido em: 02 de maio de 2009 Recebido após revisão em: 12 de julho de 2009 Aceito em: 23 de julho de 2009

Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1236>

RESUMO: (Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L.). Alelopatia se refere à capacidade que determinada planta tem de interferir no metabolismo de outra, por meio de substâncias liberadas no ambiente. O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Persea americana* sobre a germinação e crescimento inicial de alface. Os extratos foram preparados nas concentrações 2, 4 e 8% e caracterizados quanto ao pH, potencial osmótico e perfil fitoquímico. Os testes foram constituídos de quatro repetições de 25 sementes de alface distribuídas em placas de petri contendo duas folhas de papel germitest e 5 mL de extrato. Para a germinação foram avaliados a porcentagem de germinação (PG), a velocidade de germinação (VG), o índice de velocidade de germinação (IVG) e o coeficiente de uniformidade de germinação (CUG). O crescimento inicial foi avaliado pelo comprimento (radicular e da parte aérea), pela massa (fresca, seca e conteúdo de água) e pelo teor de clorofila (*a*, *b* e total). Os extratos de folhas frescas e secas alteraram todos os parâmetros analisados para a germinação (PG, VG, IVG e CUG). Os extratos também causaram reduções no comprimento radicular e da parte aérea, na massa (fresca e seca) e nos teores de clorofila. A ação dos extratos foi desassociada de qualquer efeito do potencial osmótico e do pH, indicando, portanto, atividade alelopática. No entanto, os efeitos não podem ser relacionados à presença de flavonóides e taninos encontrados na folhas frescas e secas do abacateiro, pois foram realizados apenas testes qualitativos de identificação.

Palavras-chave: alelopatia, germinação, crescimento inicial, clorofila.

ABSTRACT: (Allelopathic effect of aqueous extracts of *Persea americana* Mill. on *Lactuca sativa* L.). Allelopathy refers to the ability that a plant has to interfere in the metabolism of another by means of substances released into the environment. The objective was to investigate the allelopathic effects of aqueous extracts of fresh and dried leaves of *Persea americana* on germination and early growth of lettuce. Extracts were prepared at concentrations of 2, 4 and 8%. Phytochemical profile, pH and osmotic potential were also performed from the extracts. Treatments consisted of four replicates of 25 seeds of lettuce distributed in Petri dishes with two sheets of germitest paper and 5 mL of extract. Germination parameters consisted on percentage of germination (PG), speed of germination (VG), speed of germination index (IVG) and coefficient of uniformity of germination (CUG). Initial growth was evaluated through length (root and shoot), mass (fresh, dried and water content) and content of chlorophyll (*a*, *b* and total). Extracts of fresh and dried leaves affected all parameters examined for germination (PG, VG, IVG and CUG). The extracts also led to reductions in length (root and shoot), in mass (fresh and dry) and in the levels of chlorophyll. The action of the extracts was disassociated from any effect of osmotic potential and pH, indicating allelopathic activity. However, the effects can not be associated to the presence of flavonoids and tannins found in fresh and dried leaves of the avocado, as only qualitative tests were performed for identification.

Key words: allelopathy, germination, early growth, chlorophyll.

INTRODUÇÃO

O termo alelopatia foi cunhado pelo pesquisador alemão Hans Molisch em 1937, empregado como o efeito prejudicial e/ou benéfico entre as plantas através de interações bioquímicas, incluindo microrganismos. Tais interações ocorrem devido à liberação de substâncias químicas (aleloquímicos) produzidos via metabolismo secundário das plantas (Rice 1984). Entre as substâncias com atividades alelopáticas destacam-se os taninos, os glicosídeos cianogênicos, os alcalóides, os sesquiterpenos, os flavonóides, os ácidos fenólicos e outros (Alves & Santos 2002, King & Ambika 2002).

Uma vez liberados no meio ambiente, os aleloquímicos podem afetar a planta alvo de maneira variada. De forma indireta provocam alterações nas propriedades e características nutricionais do solo e também das populações ou nas atividades dos organismos que habitam o solo.

Os efeitos diretos compreendem alterações em níveis celulares e metabólicos, incluindo mudanças no funcionamento das membranas, na absorção de nutrientes e de água, na atividade fotossintética, respiratória, fitormonal, entre outras (Rice 1984, Rizvi *et al.* 1992).

As substâncias químicas são produzidas em diferentes órgãos das plantas, como raízes, folhas, flores e frutos (Delachiave *et al.* 1999). No entanto, suas concentrações nos tecidos dependem de diversos fatores, como características nutricionais do solo, temperatura e pluviosidade. A produção de metabólitos tem fundamental importância no que diz respeito à auto defesa propiciada pela liberação dos aleloquímicos por diferentes rotas (volatilização, exsudação radicular, lixiviação e decomposição de resíduos) (Macías *et al.* 2007). Para que a ação seja eficaz, a liberação dos aleloquímicos deve ser contínua, de modo que seus efeitos persistam até as culturas subsequentes

1. Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI). Campus de Frederico Westphalen, RS, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: jr.borella@hotmail.com

(Rodrigues *et al.* 1999).

Segundo Chou (1999), esse mecanismo de defesa das plantas foi adquirido ao longo de um processo de evolução e representa um importante mecanismo ecológico que influencia a dominância e a sucessão das plantas, a formação de comunidades, a vegetação clímax, o manejo e a produtividade dos agroecossistemas. Os estudos alelopáticos representam uma busca alternativa e biológica por fitotoxinas naturais e por derivados sintéticos a serem empregados como herbicidas naturais, pois apresentam ação específica e menos prejudicial ao meio ambiente (Smith & Martin 1994, Macías *et al.* 1998, Chou 1999).

O abacateiro (*Persea americana* Mill.) pertence à família Lauraceae. É uma planta perene cultivada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais de diversos países, inclusive o Brasil. Das folhas, que exalam odor de aniz quando maceradas, pode-se extrair óleo essencial com alto teor de metil chavicol, utilizado na aromatização de alimentos (Medina *et al.* 1978).

Embora esforços venham sendo envidados nos últimos anos a fim de verificar propriedades alelopáticas em vegetais para compor sistemas agroflorestais e silvipastoris, o conhecimento a esse respeito ainda é escasso (Ferreira *et al.* 1992, Zhang 1993). Em vista disso, é necessária a ampliação do conhecimento sobre alelopatia. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Persea americana* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa*, por meio de testes laboratoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação dos efeitos alelopáticos foram usadas folhas adultas frescas e secas de abacateiro (*Persea americana* Mill.) coletadas de um espécime próximo ao Campus da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, nas coordenadas geográficas 27°36'08.91"-27°21'38.88"S e 53°40'49.65"-53°24'17.87"W. Como espécie alvo foi utilizada alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids) e os aquênios foram obtidos em comércio local. Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Fisiologia Vegetal e Farmacognosia da URI, de novembro de 2008 a março de 2009.

Para o preparo dos extratos aquosos foram utilizadas folhas frescas e secas. As folhas frescas foram coletadas e secas em estufa de secagem a 45 °C até atingir massa constante. Amostras de folhas, na proporção de 8 g para 100 mL de água destilada e deionizada, foram trituradas em liquidificador industrial por 5 min a temperatura ambiente. Os extratos permaneceram em repouso por 30 min e em seguida foram filtrados em algodão hidrófilo e centrifugados a 5.000 rpm por 5 min. Os sobrenadantes constituíram os extratos de maior concentração (8%). Os procedimentos foram repetidos e as alíquotas diluídas em água destilada e deionizada para obtenção de extratos nas concentrações 4 e 2%. A fim de verificar a ação dos

extratos sobre a alface, água destilada e deionizada foi utilizada como controle (0%).

Os testes foram realizados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel germitest esterilizadas, umedecidas com 5 mL de extratos aquosos, de acordo com sua respectiva concentração. Os experimentos foram inteiramente casualizados com quatro repetições de 25 sementes de alface distribuídas aleatoriamente. Todas as placas permaneceram em câmara de germinação B.O.D., a 25°C, sob iluminação constante mantida por quatro lâmpadas brancas fluorescentes de 25W, do tipo luz do dia. Segundo Bravin *et al.* (2006) a irradiância média de duas lâmpadas equivale a $30 \pm 5 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

Germinação

Os bioensaios foram conduzidos por seis dias com registro diário das sementes germinadas. Consideraram-se germinadas as sementes que apresentavam curvatura gravitropica da raiz (Ferreira & Aquila 2000). Para análise da germinação das sementes de alface consideraram-se os parâmetros: porcentagem de germinação (PG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade de germinação (IVG), de acordo com Vieira & Carvalho (1994) e coeficiente de uniformidade de germinação (CUG), segundo Santana & Ranal (2004).

Crescimento inicial

Para análise das plântulas de alface, o comprimento (radicular e da parte aérea), a massa (fresca, seca e conteúdo de água) e o teor de clorofila (*a*, *b* e total) foram os parâmetros avaliados. O comprimento foi obtido de 10 plântulas por placa, totalizando 40 plântulas por tratamento, utilizando-se papel milimetrado. A massa fresca (MF) das amostras foi obtida por meio de pesagem em balança analítica. Após a determinação da MF, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de secagem a 45 °C, até a obtenção de massa seca (MS) constante. O conteúdo de água foi calculado de acordo com Marengo & Lopes (2005). Para determinação do teor de clorofila, 100 a 150 mg de folhas das plântulas de alface foram trituradas em 5 mL de acetona 80%, seguido por filtração em papel filtro. O volume final das alíquotas foi ajustado com acetona 80% para 25 mL e as absorvâncias dos extratos foram lidas em espectrofotômetro em 645 e 663 nm. Os teores de clorofila *a*, *b* e total foram calculados de acordo com Arnon (1949). A germinação e o crescimento inicial foram analisados a partir dos mesmos testes.

Características físico-químicas

Os extratos obtidos de *Persea americana* foram avaliados individualmente quanto ao pH e potencial osmótico, estimado pelo método de Chardakov (Salisbury & Ross 1992). Extratos das folhas frescas e secas foram submetidos à análise fitoquímica, via detecção dos compostos do metabolismo secundário: saponinas, taninos, flavonóides e alcalóides, segundo Costa (2001)

e Falkenberg *et al.* (2002).

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA, comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o programa BioEstat 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Germinação

Observando os parâmetros analisados constatou-se que os extratos aquosos de *Persea americana* provocaram alterações significativas na germinação das sementes de alface. A porcentagem de germinação (PG) das sementes foi afetada significativamente de acordo com o aumento da concentração dos extratos de ambos os bioensaios. Quando comparado ao controle, os menores valores de PG foram observados nas sementes submetidas aos extratos de folhas secas. A velocidade de germinação (VG) foi afetada apenas por extratos de folhas secas nas concentrações 4 e 8%, nas quais o tempo médio de germinação necessário foi maior quando comparado ao controle (Tab. 1).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi afetado em ambos os bioensaios, com reduções no número médio de sementes de alface germinadas por dia em relação ao aumento da concentração dos extratos. O coeficiente de uniformidade da germinação (CUG) mostrou maior uniformidade no processo germinativo das sementes do tratamento controle em relação aos tratamentos com extratos de folhas frescas. O bioensaio de folhas secas na concentração de 8% apresentou maior uniformidade. No entanto, este tratamento apresentou reduções nos parâmetros PG, VG e IVG e, dessa forma, sugere-se que não houve eficiência na uniformidade da germinação (Tab. 1). Segundo Santana & Ranal (2004), o coeficiente de uniformidade é muito importante, pois permite avaliar o comportamento germinativo das sementes de uma amostra. Comparando as amostras, consideram-se uniformes aquelas que apresentam valores de uniformidades maiores.

Segundo Gatti *et al.* (2004), os extratos de folhas de *Aristolochia esperanzae* reduziram a porcentagem de germinação de sementes de alface a partir da concentração 50%, sendo que as diferenças tornaram-se mais acentuadas com o aumento da concentração. Valores

semelhantes foram obtidos com extratos de caule e raiz; no entanto quando extratos de frutos e flores foram utilizados não foram observadas alterações na germinação. Dados semelhantes também foram obtidos por Medeiros & Lucchesi (1993) ao testar efeito o alelopático de ervilhaca (*Vicia sativa*) sobre alface.

Quanto à velocidade de germinação, os dados obtidos são similares àqueles relatados por Maraschin-Silva & Aquila (2006a; 2006b) e Periotto *et al.* (2004) em testes alelopáticos. Para Wandscheer & Pastorini (2008), os extratos de raízes e folhas de *Raphanus raphanistrum* provocaram alterações no índice de velocidade de germinação de sementes de alface. Variações muito grandes nos parâmetros testados indicam perda de sincronia nas reações metabólicas da germinação, demonstrando heterogeneidade na fisiologia dos aquênios tratados (Labouriau & Agudo 1987).

Crescimento inicial

O comprimento das plântulas de alface foi afetado significativamente pelos extratos em comparação com os tratamentos controle. O comprimento radicular foi mais afetado do que o comprimento da parte aérea, visto que todas as concentrações dos extratos provocaram reduções no comprimento radicular. Este resultado foi mais significativo com os extratos de folhas secas. Quanto ao crescimento de parte aérea, somente extratos de folhas frescas de 4% causaram redução do comprimento, enquanto que os extratos de folhas secas em 4 e 8% afetaram significativamente o comprimento da parte aérea (Tab. 2).

O aparecimento de plântulas anormais, com raízes primárias atrofiadas e defeituosas, com ausência de raiz secundária e necrose radicular foi também observado. Todavia, esta alteração restringiu-se às plântulas submetidas aos extratos mais concentrados. Sintomas semelhantes aos obtidos nos testes com alface foram observados por Gatti *et al.* (2004), Periotto *et al.* (2004) e Maraschin-Silva & Aquila (2006a, 2006b).

Estudos com plântulas de milho relataram que o comprimento radicular e da parte aérea foi significativamente afetado quando as plântulas eram submetidas a extratos de frutos de *Ilex paraguariensis* (Miró *et al.* 1998). Dados semelhantes ao comprimento de plântulas

Tabela 1. Germinação de sementes de alface submetidas a extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Persea americana*. Os dados estão expressos em média \pm desvio padrão.

Bioensaios	PG (%)	VG (dias)	IVG (dia)	CUG (dia ²)
Controle	90 \pm 2,30 a	1,957 \pm 0,13 ns	15,458 \pm 1,46 a	0,803 \pm 0,06 a
FF 2%	70 \pm 5,16 b	2,328 \pm 0,39	11,587 \pm 2,15 ab	0,409 \pm 0,06 b
FF 4%	66 \pm 5,16 b	2,542 \pm 0,52	9,662 \pm 2,25 b	0,469 \pm 0,20 b
FF 8%	65 \pm 10,51 b	2,548 \pm 0,29	9,640 \pm 2,37 b	0,352 \pm 0,06 b
Controle	90 \pm 2,30 a	1,957 \pm 0,13 c	15,458 \pm 1,46 a	0,803 \pm 0,06 b
FS 2%	60 \pm 13,85 b	1,972 \pm 0,43 c	11,004 \pm 3,01 b	0,528 \pm 0,15 b
FS 4%	36 \pm 6,53 c	2,778 \pm 0,45 b	4,254 \pm 1,61 c	0,606 \pm 0,23 b
FS 8%	11 \pm 6,83 d	5,558 \pm 0,30 a	0,508 \pm 0,32 c	3,950 \pm 0,56 a

FF = folha fresca, FS = folha seca, PG = porcentagem de germinação, VG = velocidade de germinação, IVG = índice de velocidade de germinação, CUG = coeficiente de uniformidade de germinação, ns = não significativo. Valores seguidos por letras iguais na coluna, para cada bioensaio, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Comprimento de plântulas de alface submetidas a extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Persea americana*. Os dados estão expressos em média \pm desvio padrão.

Bioensaios	Comprimento (cm)	
	Radicular	Parte aérea
Controle	4,77 \pm 0,70 a	1,48 \pm 0,35 ab
FF 2%	1,41 \pm 0,15 b	1,9 \pm 0,15 a
FF 4%	1,15 \pm 0,13 b	1,38 \pm 0,22 b
FF 8%	1,01 \pm 0,12 b	1,54 \pm 0,15 ab
Controle	4,77 \pm 0,70 a	1,48 \pm 0,35 a
FS 2%	2,32 \pm 0,15 b	0,96 \pm 0,18 ab
FS 4%	0,42 \pm 0,22 c	0,47 \pm 0,32 bc
FS 8%	0,03 \pm 0,01 c	0,03 \pm 0,01 c

FF = folha fresca, FS = folha seca. Valores seguidos por letras iguais na coluna, para cada bioensaio, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

de alface também foram obtidos por Peres *et al.* (2004) e Maraschim-Silva & Aquila (2006a, 2006b), em testes alelopáticos.

O crescimento inicial das plântulas é mais sensível que a germinação, pois para cada semente o fenômeno é discreto, germinando ou não (Ferreira & Aquila 2000). Em geral, as raízes são mais sensíveis às substâncias presentes nos extratos quando comparadas com as demais estruturas das plântulas (Chon *et al.* 2000). Isso se deve ao fato das raízes estarem em contato direto e prolongado com o extrato (aleloquímicos) em relação às demais estruturas das plântulas (Chung *et al.* 2001) e/ou a um reflexo da fisiologia distinta entre as estruturas (Aquila *et al.* 1999).

Assim como no parâmetro de crescimento, reduções na massa fresca das plântulas foram observadas em ambos os bioensaios. A redução foi inversamente relacionada ao aumento da concentração dos extratos. Por outro lado, apenas os extratos de folhas secas na concentração 4% causaram redução na massa seca das plântulas. As plântulas submetidas a extratos de folhas secas na concentração 8% não apresentaram material suficiente para a realização de análises de massa. Quanto ao conteúdo de água (CA), não foram registradas alterações entre os tratamentos (Tab. 3).

Carmo *et al.* (2007) observaram que extratos de folhas e cascas de tronco de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*) provocaram aumento da massa fresca de raízes das plântulas de sorgo, sem afetar a massa fresca da parte aérea. No entanto, a massa seca tanto das raízes quanto da parte aérea foi afetada em todas as concentrações testadas. Para

Medeiros & Lucchesi (1993), os extratos de ervilhaca (*V. sativa*) não interferiram no peso da matéria seca de plântulas de alface. Por outro lado, os extratos de frutos de erva-mate reduziram o peso seco da raiz e da parte aérea de plântulas de milho em todas as concentrações testadas (Miró *et al.* 1998). Gatti *et al.* (2004) citaram que estas variações podem ser explicadas devido a um investimento diferenciado de matéria orgânica, ou na raiz ou na parte aérea, influenciado diretamente pelo tipo e concentração do extrato.

Os teores de clorofila *a* e total foram afetados por extratos aquosos de folhas frescas de abacateiro na concentração 4%. Os extratos de folhas secas não alteraram os teores de clorofila em relação ao controle. Os teores de clorofila *b*, em ambos os bioensaios, diminuíram com o aumento da concentração dos extratos (Tab. 4). De forma similar, os extratos aquosos de folhas e cascas de tronco de canela-sassafrás inibiram a produção de clorofila de plântulas de sorgo (Carmo *et al.* 2007). Segundo Chou (1999), certas classes de aleloquímicos interferem na fotossíntese por induzir mudanças no conteúdo de clorofila das plantas. Rizvi *et al.* (1992) reportam-se aos ácidos fenólicos, às cumarinas, aos polifenóis e aos flavonóides como os principais aleloquímicos responsáveis pela inibição da fotossíntese, por alterarem o transporte de elétrons e a fosforilação nos fotossistemas.

Características físico-químicas

A análise do pH dos extratos aquosos de folhas frescas e secas do abacateiro mostrou baixa variação de valores e baixa acidez, estando os valores entre 6,0 a 5,4 (Tab. 5).

Tabela 3. Massa de plântulas de alface submetidas a extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Persea americana*. Os dados estão expressos em média \pm desvio padrão.

Bioensaios	MF (g)	MS (g)	CA (%)
Controle	0,189 \pm 0,02 a	0,0085 \pm 0,0019 ns	95,531 \pm 0,74 ns
FF 2%	0,160 \pm 0,01 ab	0,0065 \pm 0,0019	95,917 \pm 1,28
FF 4%	0,146 \pm 0,02 b	0,007 \pm 0,0012	95,168 \pm 1,15
FF 8%	0,137 \pm 0,01 b	0,008 \pm 0,0016	94,120 \pm 1,36
Controle	0,189 \pm 0,02 a	0,0085 \pm 0,0019 a	95,531 \pm 0,74 ns
FS 2%	0,148 \pm 0,01 b	0,006 \pm 0,0016 a	95,969 \pm 0,96
FS 4%	0,074 \pm 0,01 c	0,002 \pm 0,001 b	96,698 \pm 0,77
FS 8%	-	-	-

FF = folha fresca, FS = folha seca, MF = massa fresca, MS = massa seca, CA = conteúdo de água, ns = não significativo, (-) = análise não realizada. Valores seguidos por letras iguais na coluna, para cada bioensaio, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Teores de clorofila de plântulas de alface submetidas a extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Persea americana*. Os dados estão expressos em média \pm desvio padrão.

Bioensaios	Teor de clorofila		
	a (mg.g ⁻¹ MF)	b (mg.g ⁻¹ MF)	total (mg.g ⁻¹ MF)
Controle	0,761 \pm 0,016 a	0,456 \pm 0,044 a	1,218 \pm 0,028 a
FF 2%	0,689 \pm 0,104 ab	0,421 \pm 0,049 ab	1,110 \pm 0,108 a
FF 4%	0,567 \pm 0,061 b	0,342 \pm 0,012 b	0,910 \pm 0,073 b
FF 8%	0,686 \pm 0,034 ab	0,348 \pm 0,022 b	1,034 \pm 0,053 ab
Controle	0,761 \pm 0,016 ns	0,456 \pm 0,044 a	1,218 \pm 0,028 ns
FS 2%	0,785 \pm 0,053	0,351 \pm 0,021 b	1,136 \pm 0,072
FS 4%	0,744 \pm 0,111	0,307 \pm 0,027 b	1,052 \pm 0,138
FS 8%	-	-	-

FF= folha fresca, FS = folha seca, ns = não significativo, (-) = análise não realizada, MF = massa fresca. Valores seguidos por letras iguais na coluna, para cada bioensaio, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Características físico-químicas dos extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Persea americana*.

Concentração	pH	PO (MPa)
Controle	6,70	0,0
FF 2%	5,61	-0,0244
FF 4%	5,65	-0,0341
FF 8%	5,51	-0,0585
FS 2%	6,07	-0,0390
FS 4%	5,78	-0,0780
FS 8%	5,43	-0,1342

FF = folha fresca, FS = folha seca, PO = potencial osmótico.

Os valores de potencial osmótico dos extratos variaram entre -0,0244 a -0,1342 MPa, estando dentro do limite recomendado para a germinação de sementes de alface (Gatti et al. 2004) (Tab. 5). Valores semelhantes de pH e potencial osmótico dos extratos foram encontrados por Periotto et al. (2004), Maraschin-Silva & Aquila, (2006a, 2006b) e Wandscheer & Pastorini (2008).

A verificação do pH e do potencial osmótico é importante, pois os extratos podem conter solutos como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos que podem mascarar o efeito alelopático dos extratos por interferir no pH e serem osmoticamente ativos (Ferreira & Aquila 2000). Esses solutos podem alterar a propriedade da água, resultando numa pressão osmótica diferente de zero na solução (Villela et al. 1991).

Dados na literatura indicam que tanto a germinação como o crescimento das plântulas são afetados quando o pH é extremamente alcalino ou extremamente ácido (Roy 1986), com efeitos deletérios observados em condições de pH abaixo 4 e superior a 10 (Eberlein 1987). Gatti et al. (2004) consideram adequado para germinação de sementes que os valores de potencial osmótico não ultrapassem -0,2 MPa em testes alelopáticos.

A análise fitoquímica, pela detecção de compostos de metabolismo secundário, nos extratos das folhas frescas e secas do abacateiro revelou a presença de taninos e flavonóides (dados não mostrados). Contudo, não se pode afirmar que a presença desses compostos, mesmo estando presentes nos extratos da planta, tenha ocasionado os efeitos alelopáticos sobre a alface, visto que as reações foram apenas de determinação de presença ou ausência. Além disso, mesmo que estes metabólitos estejam presentes nos vegetais, nem sempre atuam como

aleloquímicos. No entanto, com base nos resultados obtidos, sugere-se que compostos alelopáticos (incluindo ou não flavonóides e taninos) estavam presentes nos extratos e ocasionaram tais efeitos. Cabe ressaltar que os resultados obtidos em laboratório para alelopatia podem não se confirmar em condições naturais, visto a ocorrência simultânea de fatores bióticos e abióticos que podem interferir nos resultados finais.

CONCLUSÃO

Baseados nos dados obtidos no estudo, conclui-se que, em condições laboratoriais, extratos aquosos de folhas frescas e secas de abacateiro apresentam potencial alelopático sobre a alface, pois interferiram na germinação e no crescimento inicial da mesma, estando o pH e o potencial osmótico desvinculados de possíveis interferências.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S.M. & SANTOS, L.S. 2002. Natureza química dos agentes alelopáticos. In: SOUZA FILHO, A.P.S. & ALVES, S.M. *Alelopatia princípios básicos e aspectos gerais*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 260 p.
- AQUILA, M.E.A., UNGARETTI, J.A.C. & MICHELIN, A. 1999. Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. *Acta Horticulturae*, 502: 383-388.
- ARNON, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- BRAVIN, I.C., VALENTIN, Y.Y. & YOKOYA, N.S. 2006. Formação de calos e regeneração de segmentos apicais de *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta): obtenção de culturas axênicas e efeitos da concentração do ágar. *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 175-182. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042006000100015>>

- CARMO, F.M.S., BORGES, E.E.L. & TAKAKI, M. 2007. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. *Acta Botanica Brasílica*, 21: 697-705. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062007000300016>>
- CHON, S.U., COUTTS, J.H. & NELSON, C.J. 2000. Effects of light, growth media, and seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. *Agronomy Journal*, 92: 715-720.
- CHOU, C.H. 1999. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18: 609-630.
- CHUNG, I.M., AHN, J.K. & YUN, S.J. 2001. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. *Crop Protection*, 20: 921-928.
- COSTA, A.F. 2001. *Farmacognosia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 992 p.
- DELACHIAVE, M.E.A., RODRIGUES, J.D. & ONO, E.O. 1999. Efeitos alelopáticos de losna (*Artemisia absinthium* L.) na germinação de sementes de pepino, milho, feijão e tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, 21(1): 265-269.
- EBERLEIN, C.V. 1987. Germination of *Sorghum alnum* seeds and longevity in soil. *Weed Science*, 35: 796-801.
- FALKENBERG, M.B., SANTOS, R.I. & SIMÕES, C.M.O. 2002. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C.M.O., SCHENKEL, E.P., GOSMANN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A. & PETROVICK, P.R. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 4th ed. Porto alegre/ Florianópolis: Universidade/UFRGS/UFSC. 833 p.
- FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. 2000. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12: 175-204.
- FERREIRA, A.G., AQUILA, M.E.A., JACOBI, U.S. & RIZVI, V. 1992. Allelopathy in Brazil. In: RIZVI, S.J.H. & RIZVI, V. (Eds.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. London: Chapman & Hall. 504 p.
- GATTI, A.B., PEREZ, S.C.J.G. & LIMA, M.I.S. 2004. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botanica Brasílica*, 18: 459-472. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000300006>>
- KING, S.R. & AMBIKA, R. 2002. Allelopathic plants. 5. *Chromolaena odorata* (L.). *Allelopathy Journal*, 9: 35-41.
- LABOURIAU, L.F.G. & AGUDO, M. 1987. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperatura effects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 59: 37-56.
- MACÍAS, F.A., MOLINILLO, J.M.G., VARELA, R.M. & GALINDO, J.C.G. 2007. Allelopathy – a natural alternative for weed Control. *Pest Management Science*, 63: 327-348.
- MACÍAS, F.A., VARELA, R.M., TORRES, A., OLIVA, R.M. & MOLINILLO, J.M.G. 1998. Bioactive norsesquiterpenes from *Helianthus annuus* with potential allelopathic activity. *Phytochemistry*, 48: 631-636.
- MARASCHIN-SILVA, F. & AQUILA, M.E.A. 2006a. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. *Revista Árvore*, 30: 547-555. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000400007>>
- MARASCHIN-SILVA, F. & AQUILA, M.E.A. 2006b. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Acta Botanica Brasílica*, 20: 61-69. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062006000100007>>
- MARENCO, R.A. & LOPES, N.F. 2005. *Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Viçosa: UFV. 451 p.
- MEDEIROS, A.R.M. & LUCCHESI, A.A. 1993. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alface em testes de laboratório. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 28: 9-14.
- MEDINA, J.C., BLEINROTH, E.M., TANGO, J.S. & CANTO, W.L. 1978. *Abacate: da cultura ao processamento e comercialização*. Campinas: ITAL. 212 p.
- MIRÓ, C.P., FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. 1998. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33: 1261-1270.
- PERES, M.T.L.P., SILVA, L.B., FACCENDA, O. & HESS, S.C. 2004. Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). *Acta Botanica Brasílica*, 18: 723-730. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000400003>>
- PERIOTTO, F., PEREZ, S.C.J.G.A. & LIMA, M.I.S. 2004. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botanica Brasílica*, 18: 425-430. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000300003>>
- RICE, E. L. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. Academic Press: New York. 422 p.
- RIZVI, S.J.H., HAQUE, H., SINGH, V.K. & RIZVI, V. 1992. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S.J.H. & RIZVI, V. (Eds.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. London: Chapman & Hall. 504 p.
- RODRIGUES, B.N., PASSINI, T. & FERREIRA, A.G. 1999. Research on allelopathy in Brazil. In: NARWAL, S. S. (Eds.). *Allelopathy update*. New Hampshire: Science Publishers. 422 p.
- ROY, M.M. 1986. Effects of pH on germination of *Dichrostachys cineria* (L.). Wegth & Arn. *Journal Tree Science*, 5: 62-64.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C. 1992. *Plant physiology*. Belmont: Wadsworth. 682 p.
- SANTANA, D.G. & RANAL, M.A. 2004. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Brasília: UnB. 248 p.
- SMITH, A.E. & MARTIN, D.L. 1994. Allelopathic characteristics of three cool-season grass in the forage ecosystems. *Agronomy Journal*, 8: 243-246.
- VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. 1994. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep. 164 p.
- VILLELA, F.A., DONI FILHO, L. & SEQUEIRA, E.L. 1991. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26: 1957-1968.
- WANDSCHEER, A.C.D. & PASTORINI, L.H. 2008. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. *Ciência Rural*, 38: 949-953. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000400007>>
- ZHANG, Q. 1993. Potential role of allelopathy in the soil and the decomposition root of chinese-fir replant woodland. *Plant Soil*, 151: 205-209.