



ARTIGO

Potencial alelopático de lixiviados das folhas de plantas invasoras pelo método sanduiche

Ana Carina Silva Cândido^{1*}, Ana Carolina Ribeiro Dias², Ademar Pereira Serra¹, Pedro Jacob Christoffoleti³, Silvana de Paula Quintão Scalon⁴ e Marize Teresinha Lopes Pereira⁵

Recebido: 18 de outubro de 2009

Recebido após revisão: 24 de março de 2010

Aceito: 01 de abril de 2010

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1407>

RESUMO: (Potencial alelopático de lixiviados das folhas de plantas invasoras pelo método sanduiche). Estudos de alelopatia investigam os efeitos positivos e negativos que metabólitos secundários de plantas, microrganismos ou fungos exercem sobre o desenvolvimento de indivíduos vizinhos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito alelopático das folhas de *Amaranthus viridis*, *Acanthospermum hispidum*, *Bidens pilosa*, *Conyza canadensis*, *Galinsoga parviflora*, *Parthenium hysterophorus*, *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Leonurus sibiricus*, *Digitaria insularis*, *Eleusine indica* e *Nicandra physaloides* na germinação e crescimento de alface, pelo método sanduiche. Nos bioensaios, as folhas secas (10, 25 e 50 mg) das plantas invasoras foram colocadas entre duas camadas de ágar, sendo posteriormente semeadas 25 cipselas de alface (*Lactuca sativa*). Todas as espécies avaliadas, exceto *C. canadensis*, apresentaram efeito alelopático sobre alface, sendo os maiores efeitos verificados em *A. viridis* e *L. sibiricus*, as quais inibiram a porcentagem de germinação (> 40%) e o crescimento da raiz (\geq 70%) e do hipocótilo (> 50%) de alface. Com base nos resultados, conclui-se que as espécies *A. viridis* e *L. sibiricus* apresentam compostos químicos com atividade fitotóxica, sendo necessários estudos posteriores para o isolamento e identificação dos metabólitos envolvidos no processo de alelopatia.

Palavras-chave: alelopatia, crescimento, espécies infestantes, germinação.

ABSTRACT: (Allelopathic potential from leaves of weeds by sandwich method). Allelopathic studies investigate the positive and negative effects of secondary metabolites from plants, microorganisms and fungi on the development of neighbouring individuals. The aim of this work was to evaluate the allelopathic effect from leaves of *Amaranthus viridis*, *Acanthospermum hispidum*, *Bidens pilosa*, *Conyza canadensis*, *Galinsoga parviflora*, *Parthenium hysterophorus*, *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Leonurus sibiricus*, *Digitaria insularis*, *Eleusine indica* and *Nicandra physaloides* on germination and growth of lettuce, applying the sandwich method. In the bioassays, dried leaves (10, 25 and 50 mg) of the weeds were placed between two layers of agar and 25 lettuce seeds (*Lactuca sativa*) were sown. All the evaluated species, except *C. canadensis*, presented allelopathic effect on lettuce. The more significant effects were verified on *A. viridis* and *L. sibiricus*, which inhibited the germination percentage (> 40%), the growth of root (\geq 70%) and hypocotyls (> 50%) of lettuce. The results indicate that *A. viridis* and *L. sibiricus* present chemical compounds with phototoxic activity. Further studies are necessary for isolation and identification of metabolites playing a role in allelopathy.

Key words: allelopathy, plantlet growth, weeds, germination

INTRODUÇÃO

As substâncias alelopáticas produzidas por plantas são liberadas no ambiente através dos processos de exsudação radicular, lixiviação, volatilização ou decomposição, influenciando de forma favorável ou desfavorável o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos e agrícolas (Rice 1984, Macias *et al.* 2000). Todos esses mecanismos estão sujeitos a constantes modificações que se expressam na capacidade adaptativa como consequência de sua interação com o meio ambiente (Oliveros-Batidas *et al.* 2009). Os aleloquímicos, quando liberados no ambiente, são capazes de alterar a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de plantas por

uma multiplicidade de ações em processos fisiológicos (Einhellig 2002).

Nos últimos anos, muitas pesquisas têm sido realizadas para identificação de metabólitos alelopáticos. Muitas substâncias fitotóxicas, assim como os derivados fenólicos, alcalóides e outros metabólitos secundários são extraídos e identificados a partir de plantas e/ou seus resíduos (Fujji *et al.* 2004). Os resultados de laboratório consistem no primeiro passo para a identificação do comportamento de plantas associado com aleloquímicos. Os bioensaios consistem em monitorar a germinação de sementes e/ou o crescimento de plântulas de espécies vegetais, peculiarmente mais sensíveis, na presença de

1. Doutorando em Produção Vegetal da Universidade Federal da Grande Dourados. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil.

2. Doutorando em Fitotecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Caixa Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

3. Professor do curso de Agronomia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Caixa Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

4. Professora do curso de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil.

5. Professora do Departamento de Hidráulica e Transportes da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, Brasil.

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

resíduos ou de extratos da planta em estudo. A inibição ou o estímulo da germinação, ou ainda do crescimento de plântulas, são evidências da atividade alelopática. Nesse sentido, a alelopatia possui potencial no manejo integrado de plantas invasoras, pela capacidade que as plantas possuem, inclusive as cultivadas, de produzirem aleloquímicos que inibem o crescimento de outras plantas (Wu *et al.* 1999, Buhler 2002).

O desenvolvimento reduzido e a baixa produtividade de culturas são atribuídos a substâncias lixiviadas no solo, as quais são resultantes da lixiviação da parte aérea de plantas com atividades alelopáticas. Nesse sentido, Fujji *et al.* (2003) desenvolveram um método para identificação de atividade alelopática de lixiviados de folhas, denominado método sanduíche. Esse método consiste em colocar as folhas da espécie teste entre duas camadas de ágar, sendo uma importante ferramenta para identificar efeito alelopático das folhas em condições de laboratório. O ágar é utilizado por ser uma substância que permite melhor translocação dos compostos solúveis em água até a espécie-alvo (Fujji *et al.* 2003).

Levando-se em consideração a possível existência de atividade alelopática de algumas plantas invasoras, este trabalho teve como objetivo avaliar a atividade alelopática das folhas de *Amaranthus viridis* L., *Acanthospermum hispidum* DC, *Bidens pilosa* L., *Conyza canadensis* L. Cronquist, *Galinsoga parviflora* Cav., *Parthenium hysterophorus* L., *Commelina benghalensis* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Leonurus sibiricus* L., *Digitaria insularis* L. Fedde, *Eleusine indica* L. Gaert e *Nicandra physaloides* (L.) Pers sobre a germinação e crescimento inicial de alface, em condições de laboratório, pelo método sanduíche.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de sementes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba (22°42'30"S, 47°38'00"W e 546 m de altitude), estado de São Paulo (SP), Brasil, durante o período de abril a junho de 2009.

Inicialmente, folhas frescas de 12 espécies de plantas invasoras foram coletadas em março de 2009 na ESALQ/USP em Piracicaba (SP). Após a coleta, as folhas foram separadas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa a 60°C por aproximadamente 48 horas. Após secagem, as folhas foram armazenadas em sacos plásticos até sua utilização (Fujji *et al.* 2004). As espécies coletadas foram *Amaranthus viridis* (caruru de mancha), *Acanthospermum hispidum* (carrapicho de carneiro), *Bidens pilosa* (picão preto), *Conyza canadensis* (buva), *Galinsoga parviflora* (picão branco), *Parthenium hysterophorus* (losna), *Commelina benghalensis* (traçoeraba), *Euphorbia heterophylla* (amendoim bravo), *Leonurus sibiricus* (rubim), *Digitaria insularis* (capim colchão), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Nicandra physaloides* (joá-de-capote).

Para os bioensaios, 5 mL de solução de ágar (0,5%), autoclavada durante 15 minutos a 115°C, foram dispensados em placas (10 cm²). Posteriormente, adicionou-se 10, 25 e 50 mg de matéria seca das folhas em estudo, seguindo-se a adição de 5 mL de ágar na parte superior da primeira camada. No tratamento controle, não houve adição de material vegetal no ágar. Em seguida, semeou-se aleatoriamente 25 cipselas de alface cv. Grand rapids (*Lactuca sativa* L.) em cada placa. As placas foram mantidas em câmara de germinação sob condições de umidade e temperatura (20°C) constantes e em ausência de luz (Fujji *et al.* 2004).

Após quatro dias, a porcentagem de germinação e o crescimento das plântulas foram avaliados. A avaliação da germinação foi realizada conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil 1992), contabilizando-se como plântulas normais todas que possuíam as estruturas essenciais do embrião desenvolvidas e com, no mínimo, 2 mm de comprimento de radícula. O alongamento da raiz e do hipocótilo (dez plântulas por placa) foi medido com auxílio de papel milimetrado.

Para cada espécie avaliada, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, consistindo de quatro tratamentos (0, 10, 25 e 50 mg), com quatro repetições por tratamento. A unidade experimental consistiu de 25 diásporos para germinação e dez para o crescimento da raiz e hipocótilo. A germinabilidade (%G) foi calculada segundo a metodologia descrita por Labouriau (1983). Os dados foram submetidos à análise de variância e quando diferenças foram detectadas pelo teste F, as médias foram testadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos efeitos alelopáticos das folhas das plantas invasoras sobre a germinação de alface indicou que a intensidade dos efeitos variou em função da planta avaliada e da quantidade de folhas utilizadas como indicadora (Fig. 1A). Os resultados demonstram que *A. viridis*, *A. hispidum*, *B. pilosa*, *G. parviflora*, *P. hysterophorus*, *C. benghalensis*, *E. heterophylla*, *L. sibiricus*, *E. indica* e *N. physaloides* reduziram a porcentagem de germinação de alface. Por outro lado, as espécies de *C. canadensis* e *D. insularis* não influenciaram significativamente a germinação. Observou-se inibição da germinação maior que 25% em *A. viridis* (10 e 50 mg), *G. parviflora* (10 mg), *E. heterophylla* (50 mg), *L. sibiricus* (50 mg) e *E. indica* (50 mg). Os maiores efeitos inibitórios foram verificados com 50 mg das folhas de *A. viridis* e *L. sibiricus*, causando a redução da porcentagem de germinação de alface cerca de 44% em comparação ao controle (Fig. 1A).

O processo global da germinação é constituído por três processos parciais: embebição, ativação e crescimento intraseminal. A dificuldade em estabelecer o início e o final do processo faz com que a determinação da germinação seja avaliada por um critério macroscópico: a protrusão da raiz primária (Ranal & Santana 2006). Esse processo

é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento da plântula, mas a quantificação experimental é muito mais simples, pois para cada semente o fenômeno é discreto, com a germinação ou não da semente (Ferreira & Áquila 2000).

As alterações no padrão de germinação podem resultar de diversos efeitos causados em nível primário (Gusman *et al.* 2008). Dentre elas, Ferreira & Áquila (2000) destacam alterações na permeabilidade de membranas, na transcrição e tradução do DNA, na ação de mensageiros secundários, na respiração pelo seqüestro do oxigênio, na conformação de enzimas e receptores, ou ainda, pela combinação destes fatores.

Além dos testes de germinação, os testes biométricos (medição da raiz e hipocótilo) são importantes na de-

terminação de mudanças nas plântulas causadas pelas substâncias-teste (Piña-Rodríguez *et al.* 2004). Assim como observado na germinação, o efeito sobre o desenvolvimento da raiz de alface também variou em função da espécie de planta e da massa de folhas utilizada (Fig. 1B). A intensidade de inibição foi diretamente relacionada à quantidade das folhas, sendo os efeitos mais intensos observados na presença de 50 mg. Com 10 mg de folhas de *A. hispidum* e *B. pilosa* verificou-se estímulo no crescimento da raiz, sendo que, em *A. hispidum* houve a promoção do crescimento da raiz em cerca de 32% em relação ao controle (Fig. 1B). O conceito de alelopatia, cunhado por Molisch em 1937 (Rice 1984), envolve tanto os efeitos deletérios como os estimulatórios. Aparentemente, estes últimos estão associados à concentração

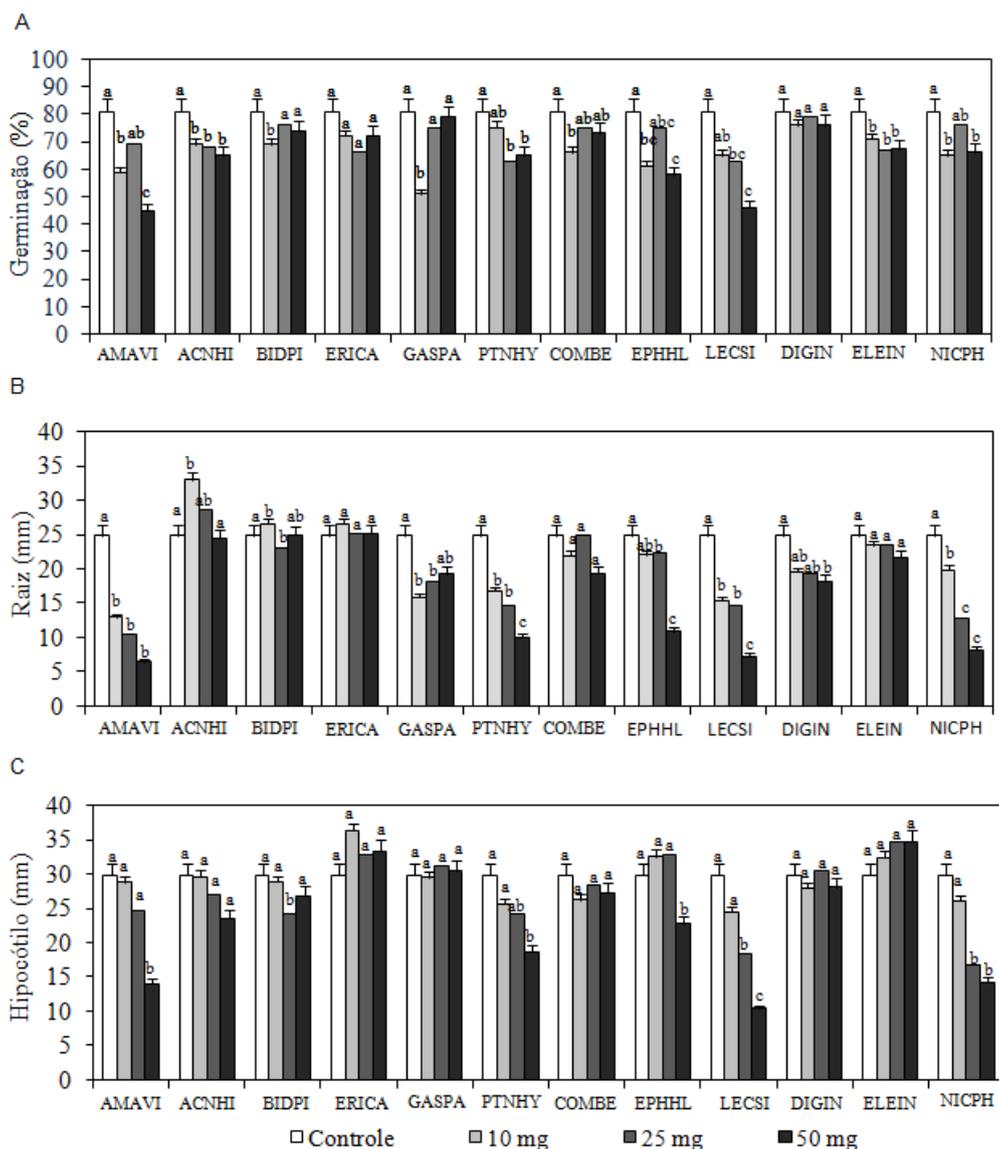


Figura 1. Efeito das folhas de *Amaranthus viridis* (AMAVI), *Acanthospermum hispidum* (ACNHI), *Bidens pilosa* (BIDPI), *Conyza canadensis* (ERICA), *Galinsoga parviflora* (GASPA), *Parthenium hysterophorus* (PTNHY), *Commelina benghalensis* (COMBE), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL), *Leonurus sibiricus* (LECSI), *Digitaria insularis* (DIGIN), *Eleusine indica* (ELEIN) e *Nicandra physaloides* (NICPH) na porcentagem de germinação (A), crescimento da raiz (B) e crescimento do hipocótilo (C) de alface. Médias seguidas de letras iguais, em cada espécie, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

da substância, manifestando-se em situação de baixas concentrações (Rice 1984). Na maioria das vezes, essas substâncias podem afetar a permeabilidade da membrana e, em altas concentrações, inibir a absorção de água e nutrientes, podendo facilitar a absorção desses em baixas concentrações (Einhellig 2002).

As folhas secas de *C. canadensis*, *C. benghalensis* e *E. indica* não influenciaram o crescimento da raiz de alface. As folhas de *A. viridis*, *G. parviflora*, *P. hysterophorus*, *E. heterophylla*, *L. sibiricus*, *D. insularis* e *N. physaloides* inibiram o crescimento da raiz, sendo que os tratamentos de 25 e 50 mg de *A. viridis* e *L. sibiricus* reduziram o crescimento da raiz em 45 e 70%, respectivamente (Fig. 1B).

O crescimento do hipocótilo foi menos sensível às substâncias das folhas das plantas avaliadas do que o crescimento da raiz (Fig. 1C). Nenhum efeito significativo no crescimento do hipocótilo de alface foi verificado quando as plântulas foram submetidas às folhas de *A. hispidum*, *C. canadensis*, *G. parviflora*, *C. benghalensis*, *D. insularis* e *E. indica*. O efeito inibitório no crescimento do hipocótilo de alface foi observado em *A. viridis*, *B. pilosa*, *P. hysterophorus*, *E. heterophylla*, *L. sibiricus* e *N. physaloides*. Inibição superior a 50% no crescimento do hipocótilo foi observada no tratamento de 50 mg de *A. viridis* (53%), *L. sibiricus* (65%) e *N. physaloides* (52%).

Os menores efeitos no crescimento do hipocótilo, em relação ao da raiz, pode ter ocorrido devido à absorção e, conseqüentemente, à concentração das fitotoxinas nos tecidos radiculares ser favorecida pelo contato físico da raiz com o substrato. Desta forma, a bioatividade das substâncias fitotóxicas está condicionada à capacidade de absorção, translocação e mecanismo de ação dos seus compostos potencialmente alelopáticos (Correia *et al.* 2005).

Com os resultados obtidos, verificou-se que das espécies avaliadas apenas *C. canadensis* não apresentou qualquer efeito alelopático sobre a germinação e crescimento de alface. As folhas de *C. benghalensis* e *E. indica* influenciaram apenas a germinação, enquanto que *D. insularis* causou efeito somente no crescimento da raiz e *A. hispidum* e *G. parviflora* afetaram a germinação e o crescimento da raiz de alface. De todas as espécies avaliadas, *A. viridis* e *L. sibiricus* foram as que apresentaram os maiores efeitos inibitórios tanto na porcentagem de germinação e no crescimento da raiz e do hipocótilo (> 50%). Inibição no crescimento, maior que 50%, também foi verificada quando as plântulas foram submetidas à maior quantidade utilizada das folhas de *P. hysterophorus* e *N. physaloides*. Dongre & Singh (2007) verificaram que o extrato aquoso de *A. viridis* e *P. hysterophorus* reduziram significativamente o crescimento da raiz de trigo. Esses resultados são importantes, pois a redução acentuada da raiz pode afetar a capacidade competitiva e a produtividade da planta, e a redução da parte aérea (hipocótilo) pode diminuir a capacidade da planta em competir por luz (Ninkovic 2003).

Os estudos fitoquímicos com espécies de *Amaranthus* revelaram a presença de alcalóides, antraquinonas,

esteróides, flavonóides e saponinas (Ruiz *et al.* 2003). Bhowmik & Doll (1984) observaram que o extrato aquoso de resíduo seco de *Amaranthus retroflexus* inibiu o crescimento das raízes de milho e dos hipocótilos em soja. Em estudo sobre a atividade alelopática de espécies de plantas pelo método sanduíche, foi verificado que *A. fauriei* estimulou o crescimento de alface (Fujii *et al.* 2003). No mesmo trabalho, os autores verificaram efeito inibitório de espécies de várias famílias como, por exemplo, Amaryllidaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Guttiferae, Icacinaceae, Leeaceae, Leguminosae, Meliaceae, entre outras, observando a inibição superior a 50%. Vários compostos pertencentes às classes dos alcalóides, terpenos e compostos fenólicos já foram identificados como aleloquímicos em outras plantas. Esses compostos podem ser responsáveis, de modo isolado ou sinérgico, pela interferência nos processos fisiológicos durante a fase de germinação e crescimento das espécies-alvo (Einhellig 2002).

Rolim de Almeida *et al.* (2008) avaliaram a atividade alelopática das folhas de *Leonurus sibiricus* sobre a germinação e crescimento inicial de *Raphanus sativus*, *Lactuca sativa* e *Lepidium sativum*, e verificaram a inibição da germinação de alface quando submetida ao extrato metanólico das folhas de *L. sibiricus*. As análises fitoquímicas mostraram a presença de quatro grandes flavonóides nas folhas de *L. sibiricus*; entre os quais a quercetina-3-O- α -L-rhamnopiranosil-(1, 6)- β -D-galactopiranosídeo; e de três compostos flavônicos menores, entre eles a quercetina. Os flavonóides isolados apresentaram diferentes atividades biológicas, variando com a concentração dos compostos.

Os ácidos fenólicos e os flavonóides estão amplamente distribuídos nos tecidos vegetais e freqüentemente são associados a fenômenos alelopáticos. A maior parte dos estudos realizados tem tido como objetivo estabelecer os mecanismos de ação dessas duas classes de compostos. Os ácidos fenólicos são mencionados como responsáveis pela redução de absorção de micro e macronutrientes em diversas espécies. O ácido ferúlico pode atuar na inibição da absorção de fosfato, enquanto que o ácido clorogênico pode alterar o balanço de nutrientes nas plantas. Os flavonóides naringenina, genisteína e canferol também interferem de maneira indireta na absorção de nutrientes pelas plantas (Santos & Rezende 2008). Os compostos fenólicos reduzem a atividade de enzimas envolvidas na glicólise e na via oxidativa das pentoses fosfato, as quais asseguram níveis de ATP e esqueletos de carbono suficientes para a germinação das sementes. A toxicidade de muitos fenóis pode, em grande parte, ser atribuída à formação de semiquinona. A produção de formas reativas de oxigênio (FROs) pode afetar a permeabilidade da membrana e, causar danos ao DNA e proteínas (Gniazdowska & Bogatek 2005).

Desta forma, a germinação e o crescimento inicial das plantas próximas às espécies que apresentaram efeito fitotóxico podem não ocorrer devido à presença de substâncias alelopáticas sobre o solo, lixiviadas das

folhas. Cada espécie pode produzir um conjunto variado de aleloquímicos, com ação diferenciada sobre os componentes da comunidade em que está inserida, dependendo, principalmente, da quantidade do material vegetal na superfície do solo, do tipo de solo, da população microbiana e das condições climáticas (Oliveros-Batidas *et al.* 2009). Alsaadawi *et al.*. (1990) relataram que o solo coletado na área de *Euphorbia prostrata* foi inibitório para a germinação de sementes e para o desenvolvimento das sementes de algumas espécies-teste, incluindo *Cynodon dactylon*. Isso sugere a presença de substâncias inibitórias no solo da área de ocorrência de *E. prostrata*. Os experimentos subsequentes mostraram que extratos aquosos, resíduos decompostos e exsudatos de raízes de *E. prostrata* foram inibitórios para muitas plantas-teste, incluindo *C. dactylon* (Alsaadawi *et al.* 1990).

Todas as plantas avaliadas no presente trabalho evidenciaram efeito alelopático, exceto *C. canadensis*, pelo método sanduíche. Os maiores efeitos fitotóxico foram verificados em *A. viridis* e *L. sibiricus* sobre a germinação e crescimento de alface. Esses resultados poderão ser úteis para futuras pesquisas para o desenvolvimento de produtos bioativos derivados de plantas, além de gerar informações sobre os processos de interferência das plantas invasoras de cultivos agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ALSAADAWI, I. S., SAKERI, F. A. K., AL-DULAIMY, S. M. 1990. Allelopathic inhibition of *Cynodon dactylon* (L.) Pers and others plant species by *Euphorbia prostrata* (L.). *Journal Chemical Ecology*, 16: 2747-2754.
- BRASIL. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Coordenação de Laboratório Vegetal. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília. 365 p.
- BHOWMIK, P. C. & DOLL, J. D. 1984. Allelopathic effects of annual weed residues on growth and nutrient uptake of corn and soybeans. *Agronomy Journal*, 76: 383-388.
- BUHLER, D. D. 2002. Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science*, 50: 273-280.
- CORREIA, N. M., CENTURION, M. A. P. C., ALVES, P. L. C. A. 2005. Influência de extratos aquosos sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. *Ciência Rural*, 35: 498-503.
- DONGRE, P. N., SINGH, A. K. 2007. Inhibitory effects of weeds on growth of wheat seedlings. *Allelopathy Journal*, 20: 221-304.
- EINHELLIG, F. A. 2002. The physiology of allelochemical action: Clues and views. In: REIGOSA, M. & PEDROL, N. *Allelopathy from Molecules to Ecosystems*. Vigo, Universidade de Vigo. p. 1-23.
- FERREIRA, A. G. & AQUILA, M. E. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12 (edição especial): 175-204.
- FUJII, Y., PARVEZ, S. S., PARVEZ, M. M., OHMAE, Y., IIDA, O. 2003. Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. *Weed Biology and Management*, 3: 233-241.
- FUJII, Y., SHIBUYA, T., NAKATANI, K., ITANI, T., HIRADATE, S., PARVEZ, M. M. 2004. Assessment method for allelopathic effect from leaf litter leachates. *Weed Biology and Management*, 4: 19-23.
- FUJII, Y. & SHIBUYA, T. 1991. New assessment method for allelopathy by Agar, (2) Evaluation of root exudates. *Weed Research Japan*, 36: 152-153.
- GNIAZDOWSKA, A., BOGATEK, R. 2005. Allelopathic interactions between plants. Multisite action of allelochemicals. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27: 395-407.
- GUSMAN, G. S., BITTENCOURT, A. H. C., VESTENA, S. 2008. Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 30: 119-125.
- LABOURIAU, L. G. 1983. *A Germinação das Sementes*. Washington D.C: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. 174 p.
- MACIAS, F. A., CASTELLANO, D., MOLINILLO, J. M. G. 2000. Search for a standard phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 48: 2512-2521.
- NINKOVIC, V. 2003. Volatile communication between barley plants affects biomass allocation. *Journal of Experimental Botany*, 54: 1931-1939.
- OLIVEROS-BASTIDAS, A. J., MACIAS, F. A., FERNANDEZ, C. C., MARIN, D., MOLINILLO, J. M. G. 2009. Exudados de la raíz y su relevancia actual en las interacciones alelopáticas. *Química Nova*, 32: 198-213.
- PIÑA-RODRIGUEZ, F. C. M., FIGLIOLIA, M. B., PEIXOTO, M. C. 2004. Testes de Qualidade. In: A. G. FERREIRA & F. BORGHETTI. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Ed. Artmed. p. 251-262.
- RANAL, M. A. & SANTANA, D. G. 2006. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 1-11.
- RICE, E. L. 1984. *Allelopathy*. Second Edition. London: Academic Press Inc. 423 p.
- ROLIM DE ALMEIDA, L. F., DELACHIAVE, M. E., SANNOMIYA, M., VILEGAS, W., CAMPANER DOS SANTOS, L., MANCINI, E., FEO, V. 2008. *In vitro* allelopathic potential of *Leonurus sibiricus* L. leaves. *Journal of Plant Interactions*, 3: 39-48.
- RUIZ, R. E. L., SILVA, R. A., RUIZ, S. O. 2003. Aislamiento de esteroides, bases de amônio y saponinas de *Amaranthus muricatus* (Moquin) Gillies ex Hicken (Amaranthaceae). *Acta Farmaceutica Bonaerense*, 22: 101-104.
- SANTOS, S., REZENDE, M. O. O. 2008. Avaliação do potencial herbicida de compostos secundários na germinação de sementes de plantas daninhas encontradas em pastagens. *Revista Analytica*, 2: 32.
- STEVENS, G. A. & TANG, C. S. 1987. Inhibition of crop seedling growth by hydrophobic root exudates of the weed *Bidens pilosa*. *Journal Tropical Ecology*, 3: 91-94.
- WU, H. *et al.* 1999. Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research*, 39: 171-180.