



ARTIGO

Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de rabo-de-bugio sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface

Célia Maria Tur¹, Emanuela Garbin Martinazzo^{2*},
Tiago Zanatta Aumonde³ e Francisco Amaral Villela⁴

Recebido: 01 de agosto de 2012

Recebido após revisão: 03 de dezembro de 2012

Aceito: 20 de dezembro de 2012

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2309>

RESUMO: (Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de rabo-de-bugio sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface). Este trabalho objetivou avaliar a ação alelopática de extratos aquosos de folhas de rabo-de-bugio sobre a germinação e o crescimento inicial de alface. As concentrações empregadas foram 0; 2; 4 e 8%. Foram avaliados a germinação, o índice de velocidade e a velocidade de germinação, o comprimento de hipocótilo e de radícula, a massa seca total e o conteúdo de água. A velocidade e o índice de velocidade de germinação foram reduzidos ao aumentar a concentração do extrato de folhas frescas e secas. O comprimento de radícula foi reduzido ao aumentar a concentração do extrato com efeito mais drástico em plântulas de alface sobre ação de extratos de folhas secas. O comprimento do hipocótilo de plântulas sob ação do extrato de folhas frescas aumentou com a concentração. A massa seca de plântulas, tanto para o extrato de folhas frescas quanto secas, foi reduzida somente na concentração 8% do extrato. O conteúdo de água foi afetado pelo extrato de folhas frescas a partir da concentração 4%. O extrato aquoso de folhas frescas e secas de rabo-de-bugio afetam de forma distinta a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface, sendo resultados inibitórios mais drásticos exercidos pelo extrato de folhas secas e maiores concentrações.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, *Lonchocarpus campestris*, aleloquímicos, vigor de plântulas.

ABSTRACT: (Allelopathic activity of aqueous extracts of monkey tail leaf on the germination and early growth of lettuce seedlings). This work aimed to evaluate the allelopathic action of aqueous leaf extracts monkey tail on the germination and early growth of lettuce. The concentrations were 0; 2; 4 and 8%. We evaluated the germination, the speed index and germination rate, the length of the hypocotyl and radicle, the total dry mass and water content. The speed index and germination rate was reduced by increasing the extract concentration of fresh and dry leaves. The radicle length was reduced by increasing the concentration of the extract, with more drastic effect on lettuce seedlings of the action of dry leaves extracts. The hypocotyl length of seedlings, under the action of fresh leaves extract, increased with concentration. The seedling dry mass, for both fresh and dry leaves extract, was reduced on concentration 8% of the extract. The water content was affected by the extract of fresh leaves from the 4% concentration. The aqueous extract of fresh and dry leaves of monkey tail, affect differently the germination and early growth of lettuce seedlings, being more drastic inhibitory results exercised by extract of dry leaves and higher concentrations.

Key words: *Lactuca sativa*, *Lonchocarpus campestris*, allelochemicals, seedlings vigor.

INTRODUÇÃO

A alelopatia define as interações bioquímicas benéficas ou prejudiciais entre plantas (Rice 1984). Diversas plantas sintetizam, por meio do seu metabolismo secundário, compostos denominados aleloquímicos, que possuem potencial de inibição da germinação e do crescimento inicial de outras. Em consequência, podem proporcionar alterações em nível hormonal, fotossintético, respiratório e por prejudicar a seletividade e a permeabilidade de membranas celulares (Chou 2006).

Os aleloquímicos sintetizados em diferentes órgãos vegetais, apresentam concentração variável entre genótipos e tecidos, mantendo relação com características de solo e disponibilidade hídrica. Diversos compostos com potencial alelopático foram identificados e isolados em plantas, estando entre os principais os flavonoides, tani-

nos e alcaloides (King & Ambika 2002). Tais compostos podem influenciar direta ou indiretamente agroecossistemas, na sucessão e biodiversidade da vegetação local. Neste sentido, o conhecimento da ação alelopática que determinada espécie impõe a outra, torna-se importante para a compreensão do papel ecológico nos diferentes ecossistemas e pode ser útil na busca por fitotoxinas naturais e derivados sintéticos com efeito herbicida (Macías *et al.* 2007).

Bioensaios laboratoriais envolvendo espécies alvo sensíveis a aleloquímicos e buscando avaliar a fitotoxicidade de extratos vegetais, tornam-se importantes ao possibilitar o controle ambiental e a exclusão da interação simultânea entre indivíduos que ocorrem em cultivos no campo. A espécie *Lonchocarpus campestris* (Mart ex. Benth), popularmente denominada rabo-de-bugio,

1. Bióloga, Especialista em Gestão Ambiental e Recursos Hídricos.

2. Bióloga, Doutora em Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, UFPel. Pelotas, RS, Brasil.

3. Eng. Agr., Doutor. Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em C&T de Sementes, UFPel. Pelotas, RS, Brasil.

4. Doutor, Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq, Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Pelotas, RS, Brasil.

*Autor para contato. Email: emartinazzo@gmail.com

é árvore de pequeno porte e heliófila, seletiva higrófila, decídua e pioneira que pertence à família Fabaceae, cuja distribuição ocorre nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, especialmente matas ciliares, secundárias e pluviais, pode também ser encontrada em capoeiras, pastagens e campos (Lorenzi 2000). Em razão de apresentar na constituição flavonóides (Pires *et al.* 2011), formar densos agrupamentos vegetais, pode exercer influência alelopática na germinação e no crescimento inicial de outras espécies.

Desse modo, este trabalho objetivou avaliar a ação alelopática de extratos de folhas de rabo-de-bugio sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul.

O potencial alelopático de rabo-de-bugio [*Lonchocarpus campestris* (Mart ex. Benth)] foi avaliado a partir de extratos aquosos de folhas maduras, completamente expandidas, coletadas em formações vegetais secundárias, situadas na região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul.

Os extratos nas concentrações de 0; 2; 4 e 8% (m/v), foram obtidos a partir da trituração do material vegetal fresco e seco, separadamente, em água destilada e deionizada por meio liquidificador comercial e tempo de cinco minutos, em temperatura ambiente média de 25 °C. Posteriormente, os extratos foram mantidos em repouso por 24 h, na ausência de luminosidade e sob refrigeração de 10 °C. Tanto os extratos de folhas frescas, quanto de folhas secas, foram submetidos à filtração simples em algodão hidrófilo, centrifugados a 4000 rpm, por 5 min e os sobrenadantes foram armazenados em recipientes de cor âmbar sob refrigeração, constituindo os extratos a serem utilizados nos testes de germinação e crescimento inicial.

Características físico-químicas dos extratos: o pH dos extratos foi aferido e a determinação da concentração molar estimada pelo método de Chardakov, sendo os valores transformados em MPa.

Determinação da ação alelopática dos extratos: a espécie alvo empregada foi alface (*Lactuca sativa* L. – cv. grand rapids) e as avaliações foram divididas em duas etapas:

Etapas A

Avaliação de atributos do processo germinativo: a germinação foi estabelecida em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel Germitest esterilizadas, umedecidas com 5 mL dos extratos aquosos, discriminados pela concentração ou água destilada e deionizada. O experimento foi constituído de oito tratamentos (dois tipos de extratos e quatro concentrações), cada um com cinco repetições de 25 sementes (cipselas) distribuídas aleatoriamente.

As placas permaneceram em câmara de germinação

a 20 °C e iluminação permanente mantida por quatro lâmpadas brancas fluorescentes de 25W, tipo luz do dia. Segundo Bravin, Valentin & Yokoya (2006), a irradiância média de duas lâmpadas equivale a $30 \pm 5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A contagem da germinação foi realizada diariamente, sempre no mesmo horário, até totalizar seis dias após a semeadura. Foram consideradas germinadas sementes dotadas de protrusão radicular mínima de 2 mm. A porcentagem de germinação (G), velocidade de germinação (VG) e índice de velocidade de germinação (IVG) foram determinados de acordo com recomendações de Vieira & Carvalho (1994).

Etapas B

Avaliação do crescimento inicial: para a avaliação do crescimento inicial, o comprimento das plântulas a serem submetidas aos extratos foi padronizado. Para isso, foram conduzidas avaliações de germinação com água destilada e deionizada, similarmente à etapa A. Plântulas com protrusão de radícula mínima de 2 mm foram transferidas para caixas tipo gerbox, dotadas de duas folhas de papel Germitest esterilizadas e umedecidas com os extratos aquosos ou água destilada e deionizada, totalizando oito tratamentos com cinco repetições de 10 plântulas.

Os gerbox foram dispostos em câmara de germinação nas mesmas condições descritas na etapa A. Após seis dias da semeadura, avaliaram-se o comprimento do hipocótilo (C_h) e da radícula (C_r) por meio de régua milimetrada. As plântulas foram acondicionadas em sacos de papel pardo e expostas a secagem em estufa de ventilação forçada a $70 \pm 2 \text{ °C}$ por 72 h, para a obtenção da massa seca total (MS_t). O conteúdo de água (C_a) foi obtido conforme recomendação de Marengo & Lopes (2005).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×4 (tipos de extrato $\times$ concentrações). Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos é possível verificar que os extratos de folhas frescas e secas de rabo-de-bugio atuaram de forma distinta sobre a germinação de sementes de alface (Tab. 1).

As diferentes concentrações do extrato de folhas frescas não influenciaram a germinação não sendo encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, enquanto, o extrato de folhas secas proporcionou redução germinação nas concentrações 4 e 8%. A intensidade do efeito alelopático, ocasionado pelo extrato, segundo Wu *et al.* (2009), depende do tecido de extração e da concentração de aleloquímicos, estando diretamente relacionado à interação genótipo e ambiente. A maior intensidade da ação alelopática verificada nas concentrações 4 e 8% deve-se a possível maior concentração de compostos nos extratos de folhas secas relativamente aos de folhas frescas. Ainda, pode ser devida a maior quantidade de

Tabela 1. Germinação (G), velocidade de germinação (VG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a extratos aquosos de folhas frescas (F_{Fr}) e secas (F_S) de rabo-de-bugio (*Lonchocarpus campestris*).

Concentração	G (%)		VG (dias)		IVG	
	F _{Fr}	F _S	F _{Fr}	F _S	F _{Fr}	F _S
zero	100 aA*	100 aA	1,73 bA	1,73 bA	17,54 aA	17,54 aA
2	96 aA	90 aA	2,89 aA	2,93 aA	16,60 aA	11,08 bA
4	96 aA	49 bB	1,70 bA	1,40 bA	17,45 aA	9,67 bB
8	90 aA	13 cB	1,57 bA	0,48 cB	16,04 aA	0,82 cB

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada parâmetro não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

material vegetal utilizado em gramas para a obtenção de folhas secas para compor o extrato concentrado. Ferreira & Aquila (2000) afirmam que efeitos alelopáticos podem ser verificados na distribuição temporal da germinação e no retardo do tempo médio da germinação.

Neste contexto, Fortes *et al.* (2009) observaram que sementes de alface apresentaram sensibilidade aos extratos aquosos de *Sambucus australis*, sob os quais a germinação foi reduzida para 40%. Ao estudarem o efeito de extratos de folhas de *Aristolochia esperanzae*, Gatti *et al.* (2004) verificaram inibição da germinação de sementes de alface e de rabanete em todas as concentrações dos extratos.

A concentração de 2% de extrato, tanto de folhas frescas quanto secas, proporcionaram aumento nos valores de velocidade de germinação, indicando o atraso do processo germinativo evidenciado pelo maior número de dias necessários à retomada do crescimento do embrião (Tab. 1). O extrato de folhas secas na concentração 8% determinou a menor velocidade de germinação. A redução da velocidade de germinação demonstra menor número de dias necessários para a germinação das sementes. Isto, em parte, pode ser devido à ação do extrato sobre mecanismos de hidrólise e mobilização de reservas (Muniz *et al.* 2007).

O índice de velocidade de germinação não foi alterado pela ação das diferentes concentrações de extrato de folhas frescas, porém, foi reduzido ao empregar extrato de folhas secas, sendo a redução mais acentuada na concentração 8% (21,4 vezes menor) (Tab. 1). Segundo Rizzardi *et al.* (2008), o índice de velocidade de germinação é indicador mais sensível comparativa-

mente ao percentual de germinação, por detectar efeitos do aleloquímico ao longo do processo de retomada do crescimento do embrião. A redução do índice de velocidade de germinação evidencia redução da expressão do vigor da semente, devido ao efeito tóxico do extrato. Ao empregar extratos de *Erythroxylum argentinum* e *Luehea divaricata*, Maraschin-Silva & Aquila (2006) observaram em sementes de alface que, mesmo não havendo redução da germinação de sementes, ocorreu alteração do índice de velocidade de germinação.

O crescimento inicial de plântulas foi alterado pela ação dos extratos de folhas frescas e secas de rabo-de-bugio (Tab. 2). O comprimento de radícula foi reduzido ao aumentar a concentração do extrato, sendo resultados mais drásticos observados em plântulas de alface sobre ação de extratos de folhas secas particularmente nas concentrações 4 e 8%. O comprimento do hipocótilo de plântulas, sob ação do extrato de folhas frescas, aumentou com o incremento da concentração. Efeito oposto foi encontrado em plântulas sob ação do extrato de folhas secas tiveram hipocótilo reduzido na concentração 8%. Segundo Alves & Santos (2002), a alteração no comprimento de órgãos da plântula é devida a alterações no balanço hormonal, sendo estes resultados mais expressivos sobre a raiz, devido à exposição direta à ação do extrato ou pela maior sensibilidade em relação à parte aérea. Carmo *et al.* (2007) verificaram que os extratos aquosos de cascas do tronco e de raízes de *Ocotea odorífera* causaram inibição no crescimento radicular de plântulas de sorgo, enquanto a parte aérea foi estimulada pelo extrato de cascas de raízes. Similarmente Borella *et al.* (2012), ao estudar o efeito alelopático do extrato aquoso de *Piper mikania-*

Tabela 2. Comprimento de radícula (C_r) e do hipocótilo (C_h), massa seca total (MS) e conteúdo de água (C_a) de plântulas de alface sob ação de extratos aquosos de folhas frescas (F_{Fr}) e secas (F_S) de rabo-de-bugio (*Lonchocarpus campestris*).

Parâmetros		Concentrações (%)			
		zero	2	4	8
C _r (mm)	F _{Fr}	41,7 aA*	13,0 aB	11,6 aB	5,3 aC
	F _S	41,7 aA	13,6 aB	2,7 bC	0,0 aC
C _h (mm)	F _{Fr}	5,6 aB	8,4 aA	10,3 aA	9,6 aA
	F _S	5,6 aB	8,4 aA	6,5 bAB	0,0 bC
M _{st} (mg)	F _{Fr}	7,0 aA	7,0 aA	6,0 aA	4,0 aB
	F _S	7,0 aA	7,0 aA	8,0 aA	0,0 bB
C _a (mg)	F _{Fr}	95,48aA	95,65 aA	96,04 aA	96,38 aA
	F _S	95,48 aA	95,46 aA	93,24 bB	0,0 bC

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada parâmetro não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

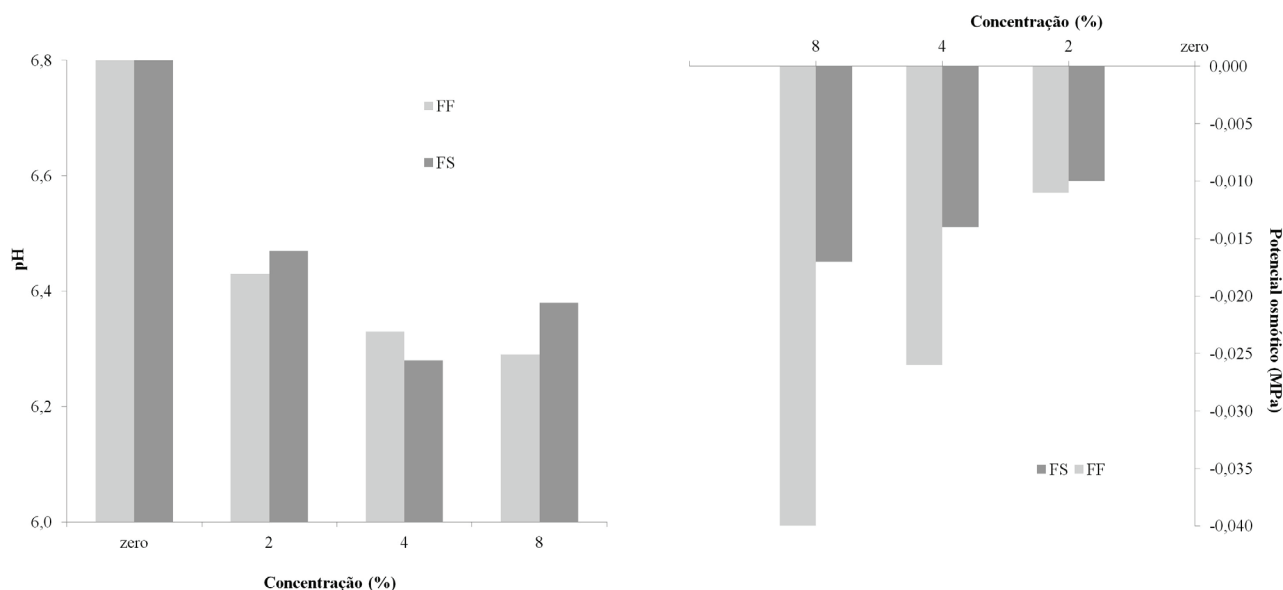


Figura 1. Características físico-químicas dos extratos aquosos de folhas frescas e secas de rabo-de-bugio (*Lonchocarpus campestris*). Onde, FF = extrato de folhas frescas; FS = extrato de folhas secas.

num sobre sementes de rabanete, observaram a redução do comprimento da radícula e aumento do hipocótilo.

A massa seca total de plântulas, tanto para o extrato de folhas frescas quanto secas, foi reduzida somente na concentração 8% (Tab. 2). A redução da massa seca total pode ser devida à inibição de mecanismos de hidrólise ou à danificação da estrutura celular. Enquanto, maior crescimento das plântulas em menores concentrações de extratos pode constituir um mecanismo de proteção (Hong *et al.* 2004).

Considerando a redução da massa seca apenas na concentração 8% do extrato e a alteração no comprimento de radícula e hipocótilo a partir de menores concentrações, é possível evidenciar que, o efeito tóxico dos extratos de folhas secas sobre o comprimento de órgãos não se estendeu em alteração na massa seca das plântulas de alface expostas a todas as concentrações (Tab. 2). Segundo Gatti *et al.* (2004), tal comportamento é atribuído ao investimento diferenciado de matéria orgânica, na raiz ou na parte aérea, influenciada diretamente pelo tipo e concentração do extrato.

O conteúdo de água foi afetado negativamente apenas pelo extrato de folhas secas e a partir da concentração 4% (Tab. 2). Segundo Marenco & Lopes (2005), o conteúdo de água nas diferentes partes da planta pode apresentar acentuada variação e, de modo geral, a maioria dos tecidos verdes vegetais apresentam conteúdo médio de água superior a 80%. Aparentemente, o extrato de folhas secas apresentou maior potencial alelopático sobre o crescimento das plântulas em relação ao extrato de folhas frescas. Tal efeito pode estar associado à maior quantidade de água nos tecidos de folhas frescas comparativamente às secas (Jacobi & Ferreira 1991). Para rabanete sob ação do extrato de *Piper mikianum*, Borella *et al.* (2012), verificaram a diminuição no conteúdo de água em plântulas sob a concentração de 8%.

As características físico-químicas dos extratos aquosos de folhas frescas e secas de rabo-de-bugio podem ser visualizados na Fig. 1. A partir do potencial osmótico aferido nos extratos é possível afirmar que não houve efeito osmótico negativo sobre a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas, pois segundo Leather & Einhellig (1988), efeitos negativos do potencial osmótico são observados somente a partir de -0,25 MPa.

Quanto os dados referentes ao pH, observaram-se valores entre 6,3 e 6,8 (Fig 1). Souza Filho *et al.* (1996) indicam que valores inferiores a 3,0 e superiores a 9,0 podem influenciar negativamente a retomada do crescimento do embrião. Tais condições, associadas à variação entre o potencial osmótico dos extratos entre -0,010 a -0,040 MPa e ao pH fora das faixas descritas por Rice (1984), excluem a influência destes fatores sobre a germinação e o crescimento inicial em plântulas de alface, reforçando a hipótese de efeito alelopático dos extratos de rabo-de-bugio sobre a retomada do crescimento do embrião de alface.

CONCLUSÕES

Extrato aquosos de folhas frescas e secas de rabo-de-bugio afetam de forma diferenciada a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface.

A ação inibitória exercida pelo extrato de folhas secas de rabo-de-bugio torna-se mais drástica nas concentrações mais elevadas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. M. & SANTOS, L. S. 2002. Natureza química dos agentes alelopáticos. In: SOUZA FILHO, A. P. S. & ALVES, S. M. (Eds.). *Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p. 25-47.
- BORELLA, J., MARTINAZZO, E. G., AUMONDE, T. Z., AMARANTE, L., MORAES, D.M. & VILLELA, F.A. 2012. Respostas na germinação de sementes de rabanete sob ação do extrato de *Piper mikianum*.

- nação e no crescimento inicial de rabanete sob ação de extrato aquoso de *Piper mikanianum* (Kunth) Steudel. *Acta Botânica Brasílica*, 26(2): 415-420.
- 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(1): 175-182.
- CARMO, F.M.S., BORGES, E.E.L. & TAKAKI, M. 2007. Alelopatia de extratos aquosos de canelassassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell) Rohwer). *Acta Botânica Brasílica*. 21(3): 697-705.
- CHOU, C. H. 2006. Introduction to allelopathy. In: REIGOSA, M. J., PEDROL, N., GONZÁLEZ, L. (Eds). *Allelopathy: A physiological process with ecological implications*. Dordrecht: Springer. 637 p.
- FERREIRA, A.G. & ÁQUILA, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12 (Ed. Esp): 175- 204.
- FORTES, A.M.T., MAULI, M.M., ROSA, D.M., PICCOLO, G., MARQUES, D.S. & REFOSCO, R. M. C. 2009. Efeito alelopático de sabugueiro e capim-limão na germinação de picão-preto e soja. *Acta Scientiarum Agronomy*, 31(2): 241-246.
- GATTI, A. B., PEREZ, S.C.J.G.A. & LIMA, M.I.S. 2004. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kutze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L.. *Acta Botânica Brasílica*, 18(3): 459-472.
- HONG, N. H., XUAN, T. D., EIJI, T. & KHANH, T. D. 2004. Paddy weed control by higher plants from Southeast Asia. *Crop Protection*, 23(3): 255-261.
- KING, S. R. & AMBIKA, R. 2002. Allelopathic plants 5. *Chromolaena odorata* (L.). *Allelopathy Journal*, 9(1): 35-41.
- JACOBI, U.S. & FERREIRA, A.G. 1991. Efeito alelopático de *Mimosa bimucromata* sobre espécies cultivadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 16(7): 935-943.
- LEATHER, G.R. & EINHELLIG, F.A. 1988. Bioassay of naturally occurring allelochemical for phytotoxicity, *Journal of Chemical Ecology*, 14(10): 1821-1828.
- LORENZI, H. 2000. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 352 p.
- 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(4): 327-348.
- MARASCHIN-SILVA, F. & AQUILA, M.E.A. 2006. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas, *Revista Árvore*, 30(4): 547-555.
- MARENCO, R.A., LOPES, N.F. 2005. *Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Viçosa: UFV. 451 p.
- MUNIZ, F. R., CARDOSO, M. G., VON PINHO, E. V. R. & VILELA, M. 2007. Qualidade fisiológica de sementes de milho, feijão, soja e alface na presença de extrato de tiririca. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2): 195-204.
- PIRES, A. M. L., SILVEIRA, E. R. & PESSOA, O. D. L. 2011. Flavonóides de *Lonchocarpus campestris* (Leguminosae). *Química Nova*, 34(2): 268-271.
- RICE, E.L. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. London: Academic Press. 422p.
- RIZZARDI, M.A., NEVES, R., LAMB, T.D., JOHANN, L.B. 2008. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. *Revista Brasileira Agrociência*, 14(2): 239-248.
- SOUZA FILHO, A.P.S., RODRIGUES, L.R.A. & RODRIGUES, T.J.D. 1996. Efeito de extratos aquosos de assa-peixe sobre a germinação de três espécies de braquiária. *Planta Daninha*, 14(2): 93-100.
- VIEIRA R.D. & CARVALHO N.M. 1994. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep. 164 p.
- WU, A. P., YU, H., GAO, S. Q., HUANG, Z. Y., HE, W. M., MIAO, S. L. & DONG, M. 2009. Differential belowground allelopathic effects of eaf and root of *Mikania micrantha*. *Trees Structure and Function*, 23(1): 11-17.