

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS DE *SOLANUM MAURITIANUM* SCOPOLI (SOLANACEAE) SOBRE DIÁSPOROS DE *LACTUCA SATIVA* L.

Evaluation of the allelopathic potential of extracts of *Solanum mauritianum* Scopoli (Solanaceae) on diaspore of *Lactuca sativa* L.

Rafael Imlau Cardoso¹; Claudio Valério Júnior¹; Camila Angela Zanella²; Tanise Luisa Sausen³; Albanin Aparecida Mielniczki-Pereira³; Natalia Paroul³; Rogério Luis Cansian³

¹ Mestrando em Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Câmpus de Erechim. rafa.i.cardoso@hotmail.com

² Mestranda em Farmacologia da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC.

³ Professor Doutor da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Câmpus de Erechim. tasmausen@uricer.edu.br

Data do recebimento: 28/02/2014 - Data do aceite: 23/05/2014

RESUMO: A alelopatia refere-se à capacidade das plantas de produzir substâncias químicas que, quando liberadas no ambiente, podem ter efeito positivo ou negativo sobre outras plantas. *Solanum mauritianum*, conhecida como fumo-bravo, é uma espécie pioneira que apresenta crescimento rápido e alto potencial ecológico para a regeneração de ecossistemas degradados. Neste trabalho o potencial alelopático de extratos aquosos obtidos de *S. mauritianum* foi avaliado por meio de ensaio de germinação com *Lactuca sativa* como espécie alvo. Folhas secas de *S. mauritianum* foram maceradas e extraídas em água. O extrato cru foi diluído para as concentrações de 0,1; 0,25; 0,5; 0,75, 1,0 e 2,0% (p:v) e então testado sobre *L. sativa*. Os resultados mostraram que a germinação de *L. sativa* foi significativamente afetada pelos extratos a partir da concentração de 0,5%, com 50% de inibição da germinação ocorrendo com extrato de 0,75%. Os valores de IVG foram reduzidos significativamente desde a menor concentração (0,1%). Baseado nestes dados é possível inferir que a redução na germinação está relacionada com o potencial alelopático de *S. mauritianum*, que pode atuar negativamente sobre algumas espécies durante o processo de sucessão vegetal.

Palavras-chave: Germinação. Áreas degradadas. Facilitação. Sucessão vegetal.

ABSTRACT: Allelopathy refers to the plant's capacity to produce chemical substances that, when released in the environment, has a positive or negative influence upon other plants. *Salonum mauritianum*, known as “fumo-bravo”, is a pioneer species that presents rapid growth and high ecological potential to the regeneration of degraded ecosystems. In this work the allelopathic potential of aqueous extracts obtained from *S. mauritianum* was evaluated through a germination test using *Lactuca sativa* as the target species. Dry leaves of *S. mauritianum* were macerated and extracted in water. The crude extract was diluted in concentrations of 0, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 e 2.0% (w:v) and tested upon *L. sativa*. The results showed that *L. sativa* germination was significantly affected by extracts above of 0.5%, presenting an inhibition of 50% in the germination from 0.75% extracts. The GSI values were reduced significantly from the smallest concentration (0.1%). Based on these data, it is possible to infer that the reduction in the germination rate is related to the allelopathic potential of *S. mauritianum*, which can act negatively upon some species during vegetal succession process.

Keywords: Germination. Degraded areas. Facilitation. Vegetal succession.

Introdução

Alelopatia é definida como o efeito positivo ou negativo que metabólitos secundários produzidos por uma planta e liberados no ambiente têm sobre o crescimento e desenvolvimento de outras plantas (FERREIRA, 2004). Aleloquímicos influenciam vários processos metabólicos nos organismos, incluindo alterações na permeabilidade da membrana, a absorção de íons (GNIĄZDOWSKA; BOGATEK, 2005), divisão, alongamento e ultra-estrutura das células (TEERARAK; LAOSINWATTANA; CHAROENYING, 2010) e inibição do transporte de elétrons na respiração e fotossíntese (ABRAHIM et al., 2000), bem como alterações na atividade de enzimas (SINGH; SINGH; SINGH, 2009).

Devido a essa série de efeitos inibitórios, a atividade dos aleloquímicos tem sido reconhecida com um importante processo ecofisiológico em ecossistemas, influenciando a dinâmica vegetal, através da dominância de espécies exóticas, pela influência no proces-

so de sucessão e facilitação na formação de comunidades vegetais (PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001; MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006; GATTI; LIMA; PEREZ, 2008; SAUSEN et al., 2009; GROVE; HAUBENSAK; PARKER, 2012), ou ainda na dinâmica de espécies cultivadas, no manejo de culturas e no controle de espécies invasoras (CHOU, 1986; WALLER; JURZYSTA; THORNE, 1993; MWAJA; MASIUNAS; WESTON, 1995; JACOBI; FLECK, 2000; CHUNG; AHN; YUN, 2001; KRUIDHOF et al., 2014).

O estabelecimento de espécies vegetais em áreas degradadas contribui rapidamente para a recuperação dos processos ecológicos, com a proteção do solo, o acúmulo de serapilheira, a ciclagem de nutrientes e o aumento na diversidade da flora e da fauna (CARLO; COLLAZO; GROOM, 2003; RUIZ-JAÉN; AIDE, 2005). *Solanum mauritianum* SCOPOLI, (Solanaceae), popularmente conhecida como fumo-bravo, é uma arbórea nativa de pequeno porte, pioneira, utilizada em reflorestamentos e em planos de recuperação para áreas degradadas. Apresenta uma ampla

distribuição no território brasileiro, e no estado do Rio Grande do Sul ocorre em bordas de florestas de todas as formações florestais (SOBRAL et al., 2006). Todavia, apesar do valor ecológico atribuído à essa espécie na regeneração de ecossistemas degradados, a mesma é considerada uma espécie altamente invasora em outras regiões.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o potencial alelopático de extratos aquosos de folhas de *Solanum mauritianum* sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*), a fim de inferir se o rápido estabelecimento de *S. mauritianum* em áreas degradadas pode estar associado ao seu potencial alelopático e, dessa forma, interferir no recrutamento e estabelecimento de outras espécies.

Material e Métodos

Amostras foliares frescas de *Solanum mauritianum* foram coletadas no município de Erechim, RS. Após coletados e identificados, a partir do exemplar registrado no Herbário Padre Balduino Rambo, sob número HPBR 11.805. O material vegetal foi desidratado em estufa com fluxo de ar forçado a 35 ± 1 °C, até atingir peso constante, sendo posteriormente submetidos à moagem em moinho de facas. Os extratos vegetais foram preparados por maceração a frio na proporção de 1:10 (p/v), utilizando água destilada como veículo extrator. O líquido resultante das filtragens foi submetido à remoção total da água em estufa com fluxo de ar forçado por 72 horas. O extrato bruto foi então retomado em água destilada, para obtenção das concentrações: 0 (controle); 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1 e 2%. O extrato líquido foi realizado com 100 g de material vegetal moído, resultando em 4,69 g de extrato bruto. As concentrações de extrato testadas apresentaram pH entre 6,4 e 7,5, os quais são adequados para a germi-

nação e desenvolvimento inicial da planta (FERREIRA; ÁQUILA, 2000; BRASIL, 2009).

Os bioensaios de germinação foram conduzidos em placas de Petri forradas com uma camada de papel filtro e umedecidas com 5 mL de extrato correspondentes às concentrações. O tratamento controle consistiu em água destilada no mesmo volume (0%). Todos os tratamentos foram constituídos de quatro repetições com 50 sementes de alface, obtidas comercialmente. As placas foram distribuídas aleatoriamente em câmara de germinação com temperatura de 25 ± 1 °C e com fotoperíodo claro/escuro de 8/16 horas. Os bioensaios foram conduzidos por sete dias, ao fim dos quais foi determinada a porcentagem de germinação (%G), o índice de velocidade de germinação (IVG) e teste da primeira contagem.

As contagens realizaram-se a cada 24 horas, sendo consideradas como germinadas as sementes cujo tegumento estava rompido e com a emissão do ápice radicular. A primeira contagem de germinação realizou-se mediante os resultados de germinação obtidos no quarto dia do bioensaio (BRASIL, 2009).

Os valores referentes à germinação (%G) foram obtidos através da seguinte equação: $\%G = (N/A) \times 100$, sendo N= número total de sementes germinadas e A= número total de sementes colocadas para germinar (IGANCI et al., 2006) no sétimo dia do bioensaio (BRASIL, 2009).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido por meio da expressão: $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 \dots G_n/N_n$, onde G_1 , G_2 e G_n representam o número de sementes normais germinadas até o sexto dia e N_1 , N_2 e N_n o número de dias em que se avaliaram as germinações G_1 , G_2 e G_n (MACULAN et al., 2007). Para a comparação das médias referentes à porcentagem de germinação na primeira contagem e final (%G), índice de

velocidade de germinação (IVG), utilizou-se o teste de variância (ANOVA) seguido pelo teste de Duncan com nível de significância inferior a 0,05 pelo Software Statistica 6.0.

Resultados e Discussão

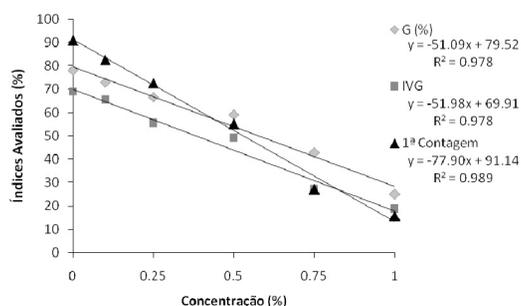
A germinação das sementes de alface foi significativamente reduzida pelo extrato de *S. mauritianum*, o qual causou efeito significativo a partir da concentração de 0,5%, com uma redução de 19% na taxa de germinação em relação a concentração controle (Tabela I). Observou-se uma alta correlação entre o aumento das doses de extrato e a redução do percentual de germinação ($R = -0,90$).

Os valores de IVG apresentam efeito significativo desde a menor concentração testada (0,1%), reforçando os valores observados na porcentagem de germinação. Com o aumento da concentração dos extratos ocorre uma diminuição da taxa de germinação, sendo que apenas as concentrações de 1 e 2% não apresentam diferenças na germinação e no índice de velocidade de germinação.

Considerando a inibição mínima de 50% como um padrão satisfatório para avaliar as potencialidades alelopáticas de um extrato (DUDAI et al., 1999), observou-se neste

estudo, que esse valor foi atingido a partir da concentração de 0,75%. Os dados da 1ª contagem corroboram os resultados de que tanto a capacidade de germinação quanto a velocidade de germinação mantiveram um gradiente de decréscimo com o aumento das concentrações. Um decréscimo linear nos índices de germinação (G), velocidade de germinação (IVG) e 1ª contagem foi observado no extrato aquoso de *S. mauritianum* até a concentração de 1% (Figura 1).

Figura 1 - Decréscimo dos índices de germinação (G), velocidade de germinação (IVG) e 1ª contagem das sementes de *L. sativa* submetidas ao extrato de *Solanum mauritianum* até a concentração de 1%.



As alterações nos parâmetros de germinação (G e IVG) indicam interferências nas reações metabólicas subjacentes a esse processo (BEWLEY; BLACK, 1978; LABOURIAU, 1983). Os principais efeitos de aleloquímicos

Tabela I - Valores médios e desvios padrão dos índices de germinação (G), velocidade de germinação (IVG) e 1ª contagem das sementes de *L. sativa* submetidas ao extrato de *Solanum mauritianum*.

Concentração (%)	G (%)	IVG	1ª contagem
0	78,0 ^a ± 2,00	90,91 ^a ± 3,83	69,00 ^a ± 4,00
0,1	73,0 ^a ± 3,00	82,66 ^b ± 2,06	65,33 ^a ± 1,53
0,25	66,67 ^{ab} ± 3,51	72,71 ^c ± 5,16	55,33 ^b ± 5,68
0,5	59,00 ^b ± 1,00	55,09 ^d ± 1,18	49,00 ^b ± 1,00
0,75	42,67 ^c ± 2,51	27,16 ^e ± 2,24	27,00 ^c ± 1,00
1	25,00 ^d ± 10,00	15,75 ^f ± 6,88	18,67 ^d ± 6,50
2	23,33 ^d ± 12,34	11,47 ^f ± 1,90	6,67 ^e ± 4,04
Correlação de Pearson	-0,90	-0,88	-0,94

Valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

sobre a germinação e desenvolvimento de espécie-teste, além da redução da capacidade de germinação, são o desenvolvimento de plântulas anormais, sendo observado o apodrecimento, necrose, atrofia completa ou total ausência de raízes e parte aérea (GATTI; PEREZ; LIMA, 2004; SOUZA et al., 2010). O sistema radicular é mais sensível aos aleloquímicos do que a parte aérea, uma vez que é uma das características que melhor indica a fitotoxicidade de extratos de plantas (SAUSEN et al., 2009; SOUZA et al., 2010; GRISI et al., 2012). Este efeito é atribuído ao fato de que o crescimento da raiz é caracterizado por elevadas taxas metabólicas e as raízes são, portanto, muito sensíveis ao estresse ambiental, tal como a presença de aleloquímicos no substrato (CHUNG; AHN; YUN, 2001).

Florentine e Westbrooke (2003) e Van Den Bosch e Clarkon (2004) observaram que folhas de *S. mauritianum* contêm fitoinibidores solúveis em água que apresentaram efeito alelopático sobre a germinação e crescimento de espécies invasoras e em espécies nativas da floresta tropical, semelhante aos resultados observados neste estudo. O potencial alelopático pode ser uma estratégia para o sucesso no estabelecimento inicial de espécies pioneiras, visto que a liberação de aleloquímicos no ambiente pode retardar o estabelecimento de outras plantas potencialmente competidoras, conforme observado por Piña-Rodrigues e Lopes (2001).

O modelo de facilitação na formação de comunidades vegetais considera que apenas as espécies pioneiras são capazes de colonizar determinada área após um evento de perturbação. Por outro lado, no modelo de inibição, as espécies pioneiras podem prejudicar o estabelecimento de outras espécies,

sendo que as mesmas só poderiam colonizar este local após uma nova perturbação (CONNELL; SLATYER, 1977). Assim, o rápido estabelecimento de *S. mauritianum* observado em áreas degradadas aliado aos resultados observado neste estudo parece indicar que essa espécie esteja associada com o modelo de inibição, interferindo no estabelecimento de outras plantas.

De acordo com Einhellig (1995), os efeitos alelopáticos resultam da ação de várias substâncias que atuam em conjunto, visto que, em geral, os aleloquímicos são encontrados em baixas concentrações no meio ambiente. Também, deve ser considerado que no ambiente natural o efeito dos aleloquímicos pode ser diferente do observado *in vitro*.

Considerações Finais

Os bioensaios utilizados para demonstrar que extratos vegetais têm potencial alelopático inferem apenas sobre a presença de metabólitos secundários no material vegetal, não podendo inferir que em condições naturais este mesmo efeito seja observado. Sob condições naturais, a combinação simultânea de diversos fatores bióticos e abióticos podem interferir na dinâmica dos ecossistemas, sendo a alelopátia apenas uma dos possíveis mecanismos associados com o estabelecimento ou ainda o domínio de determinada espécie. Assim, apesar da evidência do potencial alelopático em baixas concentrações de extratos foliares de *S. mauritianum*, estudos adicionais devem ser conduzidos para demonstrar que a alelopátia é o mecanismo responsável por influenciar o crescimento e desenvolvimento de outras plantas em áreas dominadas por *S. mauritianum*.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa e a FAPERGS e SCIT-RS pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ABRAHIM, D.; BRAQUINI, W. L.; KELMER-BRACHT, A. M.; ISHII-IWAMOTO, E. L. Effects of four monoterpenes on germination, primary root growth, and mitochondrial respiration of maize. **Journal of Chemical Ecology**, v. 26, p. 611-624, 2000.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds, in relation to germination**. Berlin: Springer-Verlag, 1978.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Instrução Normativa nº 40, de 30 de setembro de 2009, Brasília, 398p, 2009.
- CARLO, T. A.; COLLAZO, J. A.; GROOM, M. J. Avian fruit preferences across a Puerto Rican forested landscape: pattern consistency and implications for seed removal. **Oecologia**, v. 134, p. 119-131, 2003.
- CHOU, C. **The role of allelopathy in subtropical agroecosystems in Taiwan**. In: PUTNAM, A.; TANG, C. (Eds.). *The Science of Allelopathy*. New York: Wiley Interscience, p. 57-73, 1986.
- CHUNG, I. M.; AHN, J.K.; YUN, S.J. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crusgalli*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection**, v. 20, p. 921-928, 2001.
- CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1119-1144, 1977.
- DUDAI, N.; POLIAKOFF-MAYBER, A.; MAYER, A. M.; PUTIEVSKY, E.; LERNER, H. R. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 5, p. 1079-1089, 1999.
- EINHELLIG, F.A. **Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy**. Chapter 7, pp. 96-116 In: *Allelopathy, organisms, process and applications*. INDERJIT; DAKSHINI, K. M. N.; EINHELLIG, F.A. American Chemical Society, 1995.
- FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p. 175-204, 2000.
- FERREIRA, A.G. Interferência: Competição e Alelopatia. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed Editora, p. 251-262, 2004.
- FLORENTINE, S.K.; WESTBROOKE, M.E. Allelopathic potential of the newly emerging weed *Solanum mauritianum* Scop. (Solanaceae) in the wet tropics of north-east Queensland. **Plant Protection Quarterly**, v. 18, n. 1, p. 23-25, 2003.
- GATTI, A. B.; LIMA, M. I. S.; PEREZ, S. C. J. G. A. Allelopathic potential of *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer on the germination and growth of *Lactuca sativa* L. and *Raphanus sativus* L. **Allelopathy Journal**, v. 21, p. 73-82, 2008.

- GATTI, A. B.; PEREZ, S.C.J.G.A.; LIMA, M.I.S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, p. 459-492, 2004.
- GNIAZDOWSKA, A.; BOGATEK, R. Allelopathic interactions between plants. Multisite action of allelochemicals. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 27, n. 3, p. 395-407, 2005.
- GRISI, P. U.; GUALTIERI, S. C. J.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Allelopathic interference of *Sapindus saponaria* root and mature leaf aqueous extracts on diaspore germination and seedling growth of *Lactuca sativa* and *Allium cepa*. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2012.
- GROVE, S.; HAUBENSAK, K. A.; PARKER, I. M. Direct and indirect effects of allelopathy in the soil legacy of an exotic plant invasion. **Plant Ecology**, v. 213, n. 12, p. 1869-1882, 2012.
- IGANCI, J.R. V.; BOBROWSKI, V. L.; HEIDEN, G.; 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. **Arquivo Institucional Biologia**, v. 73, n. 1, p. 79-82, 2006.
- JACOBI, U. S.; FLECK, N.G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 11-19, 2000.
- KRUIDHOF, H. M.; VAN DAMC, N. M.; RITZ, C.; LOTZB, L. A. P.; KROPFFA, M. J.; BASTIAANSA, L. Mechanical wounding under field conditions: A potential tool to increase the allelopathic inhibitory effect of cover crops on weeds? **European Journal of Agronomy**, v. 52, p. 229-236, 2014.
- LABOURIAU, L. F. G. **A germinação das sementes**. (Série Biologia, 24). Washington: Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.
- MACULAN, K.; KLEINOWSKI, A.; CUCHIARA, C. C.; BORGES, C.S.; BOBROWSKI, V.L. Efeito do Extrato Aquoso de *Eryngium eburneum* Decne (Apiaceae) sobre aquênios de alface. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1080-1082, 2007.
- MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M.E.A. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, v. 30, p. 547-555, 2006.
- MWAJA, V. N.; MASIUNAS, J. B.; WESTON, L. A. 1995. Effects of fertility on biomass, phytotoxicity, and allelochemical content of cereal rye. **Journal of Chemical Ecology**, v. 21, n. 1, p. 81-96, 1995.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; LOPES, B.M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Florestae Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 130-136, 2001.
- RUIZ-JAÉN, M. C.; AIDE, T.M. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. **Forest Ecology and Management**, v. 218, p. 159-173, 2005.
- SAUSEN, T. L.; LÖWE, T. R.; FIGUEIREDO, L. S.; BUZATTO, C. R. Avaliação da atividade alelopática do extrato aquoso de folhas de *Eugenia involucrata* DC. e *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret. **Polibotânica**, v. 27, p. 145-158, 2009.
- SINGH, A.; SINGH, D.; SINGH, N.B. Allelochemical stress produced by aqueous leachate of *Nicotianaplumbaginifolia* Viv. **Plant Growth Regulation**, v. 58, p. 163-171, 2009.
- SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A.; BRACK, P.; IRGANG, B. E.; LAROCCA, J.; RODRIGUES, R. S. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos: Ed. RiMa/Novo Ambiente, 2006.

SOUZA, F. M.; GANDOLFI, S.; ANDRADE PEREZ, S. C. J. G.; RODRIGUES, R.R. Allelopathic potential of bark and leaves of *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 1, p. 169-174, 2010.

TEERARAK, M.; LAOSINWATTANA, C.; CHAROENYING, P. Evaluation of allelopathic, decomposition and cytogenetic activities of *Jasminum officinale* L. f. var. *grandiflorum* (L.) Kob. on bioassay plants. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 5677–5684, 2010.

VAN DEN BOSCH, E.; CLARKON, B.D. Woolly nightshade (*solanum mauritianum*) and its allelopathic effects on new Zealand Native *hebe stricta* seed germination. **New Zealand Plant Protection**, v. 57, p. 98-101, 2004.

WALLER, G.R.; JURZYSTA, M.; THORNE, R.L.A. Allelopathic activity of root saponins from alfalfa (*Medicago sativa* L.) on weeds and wheat. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 34, p. 1-11, 1993.