

Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L.

Allelopathic interference of *Raphanus raphanistrum* L. on the germination of *Lactuca sativa* L. and *Solanum lycopersicon* L.

Alana Cristina Dorneles Wandscheer^I Lindamir Hernandez Pastorini^{II}

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar os possíveis efeitos alelopáticos de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de sementes de alface e tomate. Para isso, prepararam-se extratos aquosos de folhas e raízes de nabiça, após serem trituradas em liquidificador industrial e o extrato bruto diluído em água destilada até as concentrações de 5 e 10% (m/v). Os testes de germinação foram realizados colocando-se 25 sementes de alface e tomate em placas de Petri, umedecidas com os extratos obtidos, com quatro repetições em cada tratamento. O tratamento controle foi regado somente com água destilada. As sementes foram mantidas em câmara de germinação a 25°C por cinco dias. Após este período, observou-se que todas as concentrações de extrato de nabiça reduziram a porcentagem, a velocidade, o índice de velocidade de germinação e o comprimento radicular de sementes de alface, sendo maior o efeito nos tratamentos com folhas. Em sementes de tomate, somente o extrato de folha 10% reduziu a porcentagem de germinação e o comprimento radicular e do epicótilo. No entanto, extratos de folhas e raiz 10% causaram atraso no processo germinativo e no número de plântulas germinadas por dia, sendo o extrato de folha 10% mais ativo.

Palavras-chave: alelopatia, nabiça, alface, tomate.

ABSTRACT

This article aims at verifying the possible allelopathic effects of *Raphanus raphanistrum* L. on the germination of lettuce and tomato seeds. For that, we prepare aqueous extracts of nabiça leaves and roots. After the leaves and roots were triturated in industrial blender, we diluted the raw extract in distilled water, until the concentrations of five and ten percent (m/v). The germination tests were accomplished by putting twenty-five lettuce and tomato seeds in Petri plates, which were humidified with the obtained extracts, accomplishing four repetitions in each treatment. The control treatment was

only watered with distilled water. The seeds were kept in germination camera at twenty-five degrees Celsius for five days. After that period, we observed that all the concentrations of nabiça extract reduced the percentage, speed, index of germination speed and radicular length of lettuce seeds, being larger the effect in the treatments with leaves. In tomato seeds, only the ten-percent extract of leaves reduced the germination percentage, radicular and epicotyl length. However, ten-percent extracts of leaves and roots caused delay in the germination process and number of plantules germinated a day, being the ten-percent extract of leaves more active.

Key words: allelopathy, nabiça, lettuce, tomato.

INTRODUÇÃO

A alelopatia é uma interferência natural por meio da qual determinada planta produz substâncias que, quando liberadas no ambiente, podem beneficiar ou prejudicar outros organismos (GLIESSMAN, 2000). Tais efeitos são mediados por substâncias pertencentes a diferentes categorias de compostos secundários (ALVES et al., 2004), entre eles ácidos graxos de cadeia curta, óleos essenciais, compostos fenólicos, alcalóides, esteróides e derivados de cumarina. Podem ser liberados no ar, excretados pela raiz ou carreados até o solo pela água da chuva que lava as partes aéreas da planta (LARCHER, 2000), interferindo na conservação, dormência e germinação das sementes, no crescimento de plântulas e no vigor vegetativo de plantas adultas, podendo também influenciar a competição entre espécies (OLIVEIRA et al., 2002).

^IUniversidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Frederico Westphalen, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Ciências Biológicas, URI, 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil. E-mail: lindamir@fw.uri.br. Autor para correspondência.

Efeitos inibitórios sobre a germinação e o crescimento de plantas são frequentemente associados a alelopatia. De fato, este processo é de suma importância na compreensão das interações vegetais em ambientes naturais e agroecossistemas (FRITZ et al., 2007).

Freqüentemente a alelopatia é confundida com o processo de competição. O que os diferencia é o fato de que a competição reduz ou remove do ambiente um fator de crescimento necessário a ambas as plantas, como luz, água e nutrientes. A alelopatia, ao contrário, ocorre pela adição de um fator ao meio (SOUZA et al., 2003).

Substâncias disponíveis na natureza, produzidas pelas plantas ou mesmo por microorganismos, podem oferecer novas e excelentes oportunidades para diversificar o controle de ervas daninhas na agricultura, reduzindo ou eliminando a contaminação do ambiente, preservando os recursos naturais e garantindo o oferecimento de produtos agrícolas com alta qualidade, desprovidos de resíduos de agentes contaminantes. Teoricamente, substâncias químicas com atividade alelopática podem ser utilizadas diretamente na formulação de bioerbicidas ou ser modificadas a fim de aumentar sua atividade biológica (SOUZA FILHO & ALVES, 2002; SOUZA FILHO et al., 2006).

Nos últimos anos, vários esforços foram envidados a fim de identificar propriedades alelopáticas em espécies com potencial para compor sistemas agroflorestais e silvipastoris tanto em nosso país como em outros países (SOUZA FILHO et al., 2005).

***Raphanus raphanistrum* L.** (nabiça) é uma espécie invasora pertencente à família Brassicaceae (Cruciferae). É planta anual, herbácea, ereta, de 50-100cm de altura e apresenta reprodução por sementes. Originária da Europa meridional, apresenta ampla distribuição pelas regiões temperadas e subtropicais do mundo. No Brasil, ocorre com intensidade na Região Sul e em menor escala na Região Centro-Oeste. É uma espécie com grande capacidade de competição. Pela grande quantidade de sementes viáveis que forma, tende a infestar de modo intenso as culturas, especialmente de cereais de inverno. Estudos indicam que a planta possui substâncias que podem inibir a germinação de outras espécies (KISSMANN & GROTH, 1999; LORENZI, 2006).

Objetivou-se nessa pesquisa verificar os possíveis efeitos alelopáticos das raízes e folhas de ***R. raphanistrum***, espécie encontrada freqüentemente na Região do Médio Alto Uruguai – RS, sobre a germinação de sementes de alface (***Lactuca sativa* L.**) e tomate (***Solanum lycopersicon* L.**), consideradas indicadores de atividade alelopática.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Regional Integrada -URI - Campus de Frederico Westphalen. Primeiramente, as folhas e raízes da planta invasora testada foram coletadas nos campos da região e levadas ao laboratório, onde se prepararam extratos aquosos de ambas as partes em duas concentrações: 5 e 10% (5 ou 10g de material vegetal/100 ml de água destilada).

Para a preparação dos extratos, aferiu-se a massa fresca de folhas e raízes da nabiça em balança analítica. Após, o material vegetal foi triturado com auxílio de liquidificador industrial. O extrato bruto foi filtrado com auxílio de papel filtro, sendo diluído em água destilada para as concentrações de 5 e 10%. Os extratos aquosos foram acondicionados em vidros tampados e mantidos em congelador até o momento de serem utilizados, segundo metodologia modificada de PERIOTTO et al. (2004). Para verificar os efeitos dos extratos assim obtidos, foram realizados testes de germinação utilizando-se placas de Petri com papel Germitest, contendo 25 sementes em quatro repetições para cada tratamento.

As sementes de alface (cv. “Grand rapids”) e tomate (cv. “Santa Cruz”) foram mantidas em câmara de germinação com temperatura de 25°C e presença de luz por cinco dias, sendo o tratamento controle água destilada. Para análise dos resultados, calculou-se a porcentagem de germinação (PG), a velocidade de germinação (VG) e o índice de velocidade de germinação (IVG), segundo VIEIRA & CARVALHO (1994).

Sendo a germinação menos sensível aos aleloquímicos que o crescimento da plântula (FERREIRA & BORGUETTI, 2004), também foram analisados parâmetros como o comprimento da radícula, do epicótilo e da folha das plântulas recém-formadas. Para análise das variáveis, utilizou-se papel milimetrado para a medição, sendo a unidade de medida usada o centímetro (cm).

Sabendo que o potencial osmótico e o elevado grau de acidez ou basicidade podem mascarar o fenômeno alelopático (FERREIRA & AQUILA, 2000), foram feitas análises físico-químicas de todas as concentrações de extratos utilizados. O pH foi calculado com o auxílio de um pHmetro e o potencial osmótico (PO) estimado pelo método de Chardakov (SALISBURY & ROSS, 1992).

Os resultados então obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 0,01 de probabilidade de erro com o uso do programa Estat – Sistema para Análises

Estatísticas (V. 2,0) UNESP – Jaboticabal, sendo utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e um controle e quatro repetições por tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos após os experimentos, observou-se que todas as concentrações dos extratos de nabiça inibiram a porcentagem de germinação de sementes de alface, principalmente extratos de folhas que chegaram a reduzir mais de 50% a germinação das sementes (Tabela 1). Com relação ao tomate, apenas o extrato de folha (10%) reduziu a porcentagem de germinação das sementes (Tabela 2).

No processo de germinação, juntamente com a água, podem penetrar algumas substâncias alelopáticas capazes de inibir ou retardar a multiplicação ou crescimento das células, podendo também retardar a germinação (GONZALEZ et al., 2002). PERIOTTO et al. (2004) demonstraram que extratos de caules e folhas de *A. humilis* na maior concentração inibiram significativamente a porcentagem de germinação de sementes de alface, sendo que, nas demais concentrações, o efeito inibitório não foi verificado. JACOBI & FERREIRA (1991) constataram que folhas secas de maricá causaram inibições consideráveis na porcentagem de germinação de sementes de alface, tomate, chicória e cenoura, inibindo também o crescimento radicular.

Com relação à velocidade de germinação, todas as concentrações de extrato de nabiça causaram pequeno atraso no processo germinativo de sementes de alface, sendo o efeito mais significativo nos tratamentos com extratos de folhas (Tabela 1). Em sementes de tomate, o extrato de folha 10% causou significativo incremento na velocidade de germinação em relação aos demais tratamentos, indicando assim menor vigor das sementes, pois estas levaram mais

tempo para germinar (Tabela 2). Segundo FERREIRA & AQUILA (2000), muitas vezes o efeito alelopático não se dá sobre a germinabilidade, mas sobre a velocidade de germinação ou outro parâmetro do processo, por isso o acompanhamento da germinação deve ser diário.

Vários autores constataram efeitos dos extratos aquosos de diferentes espécies sobre a velocidade de germinação de espécies-alvo (PIÑA-RODRIGUES & LOPES, 2001; PERIOTTO et al., 2004; MARASCHIN-SILVA & AQUILA, 2006). Na maioria das espécies, o efeito alelopático é mais evidente quando utilizados extratos de folhas (SOUZA FILHO et al., 1997; SOARES & VIEIRA, 2000; GATTI et al., 2004;), sendo o mesmo observado na presente pesquisa.

Considerando o número de plântulas germinadas por dia (IVG), todas as concentrações de extrato causaram significativa redução deste parâmetro nas sementes de alface, sendo maior a redução nos tratamentos com folhas (Tabela 1). Da mesma forma, extratos de folhas e raiz 10% reduziram os valores de IVG em sementes de tomate, sendo a redução mais significativa no tratamento de folha 10% (Tabela 2). MEDEIROS & LUCCHESI (1993), ao analisar os efeitos alelopáticos da parte aérea da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre sementes de alface, também constataram que os extratos foram mais ativos nas maiores concentrações, ocorrendo inclusive oxidação e morte das sementes, o que também foi observado neste estudo.

Nas sementes de alface submetidas aos tratamentos com extratos de folhas de nabiça, houve um visível escurecimento das radículas e, conseqüentemente, a degradação de seus tecidos. Segundo FERREIRA & BORGUETTI (2004), algumas substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns.

Tabela 1 - Porcentagem de germinação (PG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular, foliar e do epicótilo de sementes de alface submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de nabiça.

Tratamentos	-----Parâmetros-----					
	PG (%)	VG (dias)	IVG (plânt./dia)	Comp. Radicular (cm)	Comp. Epicótilo (cm)	Comp. Foliar (cm)
EF 5%	50 CD*	3,3 A	3,9 C	0,56 AB	0,64 A	0,59 AB
EF 10%	36 D	3,2 AB	3,3 C	0,31 B	0,58 A	0,41 C
ER 5%	79 AB	2,89 BC	7,52 B	0,61 AB	0,43 A	0,66 A
ER 10%	68 BC	2,9 BC	6,7 B	0,49 AB	0,43 A	0,43 BC
Controle	96 A	2,62 C	13,9 A	2,5 A	0,32 A	0,43 BC

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem, em cada variável, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro. EF: extrato foliar; ER: extrato de raiz.

Tabela 2 - Porcentagem de germinação (PG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento radicular, foliar e do epicótilo de sementes de tomate submetidas a diferentes concentrações de extratos aquosos de nabiça.

Tratamentos	-----Parâmetros-----					
	PG (%)	VG (dias)	IVG (plânt./dia)	Comp. radicular (cm)	Comp. epicótilo (cm)	Comp. foliar (cm)
EF 5%	96 A*	4,3 B	5,77 B	7,59 B	4,87 A	1,22 AB
EF 10%	62 B	6,04 A	2,57 C	2,34 D	1,56 C	0,88 C
ER 5%	90 A	2,62 D	9,21 A	6,79 BC	4,66 A	1,15 B
ER 10%	92 A	3,76 C	6,55 B	9,85 A	4,71 A	1,33 A
Controle	93 A	2,66 D	9,32 A	5,41 C	2,51 B	0,72 C

* Médias não seguidas pela mesma letra diferem, em cada variável, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro. EF: extrato foliar; ER: extrato de raiz.

Ao analisar o comprimento radicular, do epicótilo e da folha das plântulas após tratamentos com os extratos, constatou-se que todas as concentrações de extratos de nabiça inibiram o comprimento radicular de plântulas de alface, sem, contudo, causarem efeitos significativos sobre o comprimento do epicótilo e da folha (Tabela 1). Para o tomate, apenas o extrato de folha 10% inibiu o comprimento radicular e do epicótilo (Tabela 2).

Quando realizados ensaios alelopáticos, o controle do pH e da concentração de extratos brutos é fundamental, pois pode haver neles substâncias como açúcares, aminoácidos, entre outros, que podem influenciar na concentração iônica e ser osmoticamente ativos (FERREIRA & BORGUETTI, 2004). Em vista disso, tais parâmetros foram analisados (Tabela 3). Após as análises físico-químicas dos extratos utilizados, constatou-se que os valores de pH dos mesmos apresentaram pouca variação em relação ao controle. Segundo LAYNEZ-GARSABALL & MENDEZ-NATERA (2006), os valores de pH entre 6,0 e 7,5 são considerados ideais para a germinação da maioria das espécies vegetais, o que se enquadra nos

Tabela 3 - Características físico-químicas dos extratos aquosos de nabiça utilizados nos bioensaios para avaliação do potencial alelopático sobre sementes de alface e tomate.

Tratamentos	-----Análises-----	
	pH	PO (MPa)
EF 5%	6,14	-0,019
EF 10%	6,02	-0,048
ER 5%	6,25	-0,013
ER 10%	6,05	-0,024
Controle	6,26	0,000

Nota: EF: extrato de folha; ER: extrato de raiz; PO: potencial osmótico.

valores de pH presentes nos extratos de nabiça, indicando que não houve efeito deste parâmetro sobre a germinação e o crescimento das plântulas. O mesmo foi observado para os valores de potencial osmótico dos extratos, que se assemelharam ao valor do controle, variando de -0,013MPa a -0,048MPa, podendo, desta forma, ser descartada a possibilidade de interferência deste fator nos resultados, reforçando a idéia de que compostos dos extratos apresentaram efeitos tóxicos sobre a germinação e o crescimento de plântulas de alface e tomate.

CONCLUSÕES

Todas as concentrações de extrato de *Raphanus raphanistrum* L. apresentaram efeito alelopático sobre a porcentagem de germinação, velocidade de germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento radicular de sementes de alface. Em sementes de tomate, a porcentagem de germinação, o comprimento radicular e do epicótilo reduziu-se apenas com extrato de folha 10%. Nos demais parâmetros analisados, o efeito alelopático se deu com extratos de folhas e raiz 10%.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao programa PIIC/URI, pela concessão da bolsa de iniciação científica. À URI, Campus de Frederico Westphalen, e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.C.S. et al. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.

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

- FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.
- FRITZ, D. et al. Germination and growth inhibitory effects of *Hypericum myrianthum* and *H. polyanthemum* extracts on *Lactuca sativa* L. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.17, n.1, p.44-48, 2007.
- GATTI, A.B.; et al. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, n.3, p.459-472, 2004.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653p.
- GONZALEZ, H.R. et al. Efectos alelopáticos de restos de diferentes espécies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) em condiciones de laboratorio. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.7, n.2, p.67-72, 2002.
- JACOBI, U.S.; FERREIRA, A.G. Efeito alelopático de *Mimosa bimucronata* sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.7, p.935-943, 1991.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1999. 978p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Rima: São Carlos/SP, 2000. 531p.
- LAYNEZ-GARSABALL, J.A.; MENDEZ-NATERA, J.R. Efectos de extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plântulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) CV. Arapatol S-15. **IDESIA**, v. 24, n.2, p. 61-75, 2006.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6.ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2006. 339p.
- MARASCHIN-SILVA, F; AQÜILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasílica**, v.20, n.1, p.61-69, 2006.
- MEDEIROS, A.R.M. de; LUCCHESI, A.A. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alface em testes de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.1, p.9-14, 1993.
- OLIVEIRA, M.N.S. et al. Efeitos alelopáticos do extrato aquoso e etanólico de jatobá do cerrado. **Unimontes Científica**. v.4, n.2, p.143-151, 2002.
- PERIOTTO, F. et al. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, n.3, p.425-430, 2004.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; LOPES, B.M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, v.28, n.1, p.130-136, 2001.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth, 1992. 682p.
- SOARES, G.L.G.; VIEIRA, T.R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. "Grand rapids") por extratos aquosos de cinco espécies de **Gleicheniaceae**. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.180-197, 2000.
- SOUZA, L.S. et al. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.343-354, 2003.
- SOUZA FILHO, A.P.S; ALVES, S.M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260p.
- SOUZA FILHO, A.P.S. et al. Análise comparativa dos efeitos alelopáticos das substâncias químicas tironina e tironina acetilada. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.205-210, 2006.
- SOUZA FILHO, A.P.S. et al. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.2, p.165-170, 1997.
- SOUZA FILHO, A.P.S. et al. Substâncias químicas com atividades alelopáticas presentes nas folhas de *Parkia pendula* (Leguminosae). **Planta Daninha**, v.23, n.4, p.565-573, 2005.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.