

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.2, p.309-313, abr.-jun., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 1246 – 04/12/2010 *Aprovado em 04/02/2011

DOI:10.5039/agraria.v6i2a1246

Junior Borella¹

Alana C.D. Wandscheer²

Lindamir Hernandez Pastorini³

Potencial alelopático de extratos aquosos de frutos de *Solanum americanum* Mill. sobre as sementes de rabanete

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar o potencial alelopático de extratos aquosos de frutos de erva-moura (*Solanum americanum* Mill.) sobre a germinação da semente e o crescimento inicial da plântula de rabanete (*Raphanus sativus* L.). Os extratos foram preparados nas concentrações 2; 4 e 8% e caracterizados quanto ao pH, potencial osmótico e perfil fitoquímico. Os testes foram constituídos de quatro repetições de 25 sementes de rabanete em placas de Petri contendo duas folhas de papel germitest e 5 mL de extrato aquoso. Para a germinação foram avaliados: a porcentagem de germinação (PG), a velocidade de germinação (VG), o índice de velocidade de germinação (IVG) e o coeficiente de uniformidade de germinação (CUG). Para o crescimento inicial foi avaliado: comprimento (radicular e da parte aérea), massa (fresca, seca e conteúdo de água) e teor de clorofila (*a*, *b* e total). Os extratos de frutos alteraram os parâmetros PG, VG e IVG para a germinação. Os extratos também causaram reduções no comprimento radicular, na massa fresca e nos teores de clorofila *a*. A ação dos extratos não está associada ao potencial osmótico e ao pH e os testes qualitativos de identificação revelam a presença de flavonóides, indicando, portanto, atividade alelopática.

Palavras-chave: Alelopatia, germinação, crescimento inicial.

Allelopathic potential of aqueous extracts of *Solanum americanum* Mill. fruits on radish seeds

ABSTRACT

This study had the objective to test the allelopathic potential of aqueous extracts of nightshade fruits (*Solanum americanum* Mill.) on radish seed germination and leaflet early growth (*Raphanus sativus* L.). The extracts were prepared in the concentrations of 2, 4 and 8%, and characterized as to phytochemical profile, pH and osmotic potential. Treatments consisted of four replications of 25 radish seeds distributed in Petri dishes with two sheets of germitest paper and 5 mL of water extract. Germination parameters consisted of the germination percentage (PG), germination speed (VG), germination speed index (IVG) and germination uniformity coefficient (CUG). The initial growth was evaluated by length (root and shoot), mass (fresh, dried and water content) and chlorophyll content (*a*, *b* and total). The fruit extracts affected the PG, VG and IVG for germination. The extracts also reduced the root length, fresh mass and chlorophyll *a* levels. The extracts action is not related to the osmotic potential and pH and the qualitative identification tests reveals the presence of flavonoids, indicating allelopathic activity.

Key words: Allelopathy, germination, early growth.

¹ Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Campus Universitário Capão do Leão, CEP 96010-900, Capão do Leão-RS, Brasil. Caixa Postal: 354. Fone: (53) 3275-7640. Fax: (53) 3275-7169. E-mail: borellaj@gmail.com

² Universidade de Passo Fundo, Campus I, Bairro São José, BR 285, São José, CEP 99001-970, Passo Fundo-RS, Brasil. Fone: (54) 3316-8152. E-mail: alanacd@hotmail.com

³ Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Rua Assis Brasil, 709, CEP 98400-000, Frederico Westphalen-RS, Brasil. Fone: (55) 3744-9240. E-mail: lindamirpastorini@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A alelopatia é caracterizada como um efeito benéfico ou maléfico entre as plantas através de interações bioquímicas. Estas interações são mediadas por substâncias químicas (aleloquímicos) produzidas pelo metabolismo secundário das plantas e liberadas no ambiente (Rice, 1984). A produção desses compostos ocorre em diferentes órgãos, pode variar em quantidade e qualidade e tem fundamental importância na autodefesa das plantas (Macías et al., 2007). Embora a quantidade de compostos secundários produzidos seja diversificada, os taninos, glicosídeos cianogênicos, alcaloides, flavonóides, ácidos fenólicos e saponinas destacam-se entre os principais compostos com efeitos alelopáticos (King & Ambika, 2002).

A liberação dessas substâncias para o ambiente pode ocorrer por diferentes rotas. Entre as principais incluem-se a volatilização, lixiviação, exsudação radicular e decomposição de resíduos (Rodrigues et al., 1999). Segundo Lin et al. (2000), é a combinação de diferentes tipos de aleloquímicos que determina o potencial alelopático dos vegetais. Além disso, cada planta reage de maneira diferenciada a sua ação.

A inibição da germinação das sementes e do crescimento inicial das plântulas é a etapa mais afetada, e os efeitos fisiológicos causados por interações alelopáticas são respostas secundárias de efeitos primários que ocorrem no metabolismo das plantas (Pedrol et al., 2006). Alterações em nível celular, fitormonal, fotossintético e respiratório, síntese proteica, metabolismo lipídico e de ácidos orgânicos, inibição ou estimulação da atividade enzimática específica, efeitos sobre a relação da água e efeitos sobre a síntese de DNA ou RNA compreendem efeitos diretos ocasionados pelos aleloquímicos. Efeitos indiretos compreendem interferência na produtividade da planta, de agroecossistemas e na biodiversidade local, por causar alterações na sucessão vegetal, na estrutura e composição das comunidades vegetais e na dominância de certas espécies vegetais (Rice, 1984; Rizvi et al., 1992).

A erva-moura (*Solanum americanum* Mill.) pertence à família Solanaceae. É uma planta herbácea que atinge de 40 a 60 cm de altura, considerada infestante de diversas culturas. Apresenta fruto globoso, de coloração verde quando imaturo e preto quando maduro, brilhante e glabro. Cada fruto encerra de 50-100 sementes presas na placenta axial. Além da competição, a erva também pode causar outros problemas em culturas, como de ervilha, soja e feijão, por exemplo, em que os frutos de erva-moura colhidos com os grãos são esmagados e a polpa mantém-se aderida às sementes. A planta apresenta compostos com efeito narcótico, sedativo e analgésico; os frutos verdes, folhas e ramos são tóxicos por conterem alcaloides. A planta adapta-se às condições de climas tropical, subtropical ou temperado, mas requer solo fértil, rico em nitrogênio e com boa umidade (Kissmann & Groth, 2000).

Embora exista vasta literatura acerca de espécies com potencialidades alelopáticas, prevalece ainda uma lacuna no que tange aos efeitos das substâncias alelopáticas sobre o metabolismo dos vegetais (Inderjit & Duke, 2003). Em vista disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial alelopático de extratos aquosos de frutos de erva-moura

(*Solanum americanum*) sobre a germinação da semente e o crescimento inicial das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus*), por meio de testes laboratoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação do potencial alelopático foram usados frutos frescos maduros (caracterizados pela coloração do fruto (Kissmann & Groth, 2000)) de erva-moura (*Solanum americanum* Mill.) coletados pela manhã de 30 plantas (30 frutos por planta), em campos cultiváveis da região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul. Os extratos foram testados em sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L. cv. Crinsom gigante), obtidas no comércio local. O bioensaio foi conduzido nos Laboratórios de Fisiologia Vegetal e Farmacognosia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Frederico Westphalen, de novembro de 2008 a março de 2009.

Para o preparo dos extratos aquosos, frutos maduros contendo sementes na proporção de 8 g para 100 mL de água destilada foram triturados em liquidificador industrial por 5 min a temperatura ambiente. Os extratos permaneceram em repouso por 30 min e, em seguida, foram filtrados em algodão hidrófilo e centrifugados a 5.000 rpm por 5 min. Os procedimentos foram repetidos e as alíquotas foram diluídas em água destilada para a obtenção de extratos nas concentrações 4 e 2%. A fim de verificar a ação dos extratos sobre a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas de rabanete, a água destilada foi utilizada como controle (0%).

A germinação das sementes foi realizada em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel germitest esterilizadas, umedecidas com 5 mL de extratos aquosos, de acordo com suas respectivas concentrações. Desta forma, foram realizados dois bioensaios idênticos (bioensaio I e II), sendo I para a análise dos parâmetros de germinação e II para o crescimento inicial. Os bioensaios foram constituídos por quatro tratamentos (extratos aquosos de erva moura nas concentrações de 8, 4, 2% e tratamento controle (0%)). Em cada tratamento foram utilizadas quatro repetições (cada repetição constitui uma placa de Petri) de 25 sementes. Todas as placas permaneceram em câmara de germinação B.O.D., a 25°C, sob iluminação constante mantida por quatro lâmpadas brancas fluorescentes de 25 W, do tipo luz do dia.

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

Para o bioensaio de crescimento inicial (II) – após seis dias de incubação das placas, foram realizadas as análises

das plântulas de rabanete, sendo o comprimento radicular, comprimento da parte aérea, massa fresca, massa seca, conteúdo de água, teor de clorofila *a*, teor de clorofila *b* e teor de clorofila total os parâmetros avaliados. O comprimento foi obtido de 10 plântulas por repetição (placa), totalizando 40 plântulas por tratamento, utilizando-se papel milimetrado. A massa fresca (MF) das amostras (10 plântulas por placa) foi obtida por meio de aferição em balança analítica. Após a determinação da MF, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de secagem a 45°C, até a obtenção de massa seca (MS) constante. O conteúdo de água (CA) foi calculado de acordo com Marenco & Lopes (2005).

Para a determinação do teor de clorofila, 140 a 150 mg de folhas das plântulas de rabanete foram maceradas em 2 mL de acetona 80%, seguida por filtração em papel-filtro. O volume final das alíquotas foi ajustado com acetona 80% para 25 mL e as absorbâncias dos extratos foram lidas em espectrofotômetro utilizando os comprimentos de onda 645 e 663 nm. Os teores de clorofila *a*, *b* e total foram calculados de acordo com Arnon (1949).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (4 tratamentos x 4 repetições por tratamento x 25 sementes por repetição para a germinação e 4 tratamentos x 4 repetições por tratamento x 10 plântula por repetição para o crescimento – o critério de seleção das 10 plântulas foi aleatório). As médias (repetições) de cada tratamento dos parâmetros de germinação e crescimento (separadamente) foram submetidos à ANOVA, comparados pelo teste Tukey ($p < 0,05$), pelo programa BioEstat 5.0.

Características físico-químicas - Os extratos obtidos de erva-moura foram avaliados individualmente quanto ao pH, por meio de peagâmetro, e o potencial osmótico foi estimado pelo método de Chardakov, sendo posteriormente transformado em MPa (Salisbury & Ross, 1992). Os extratos dos frutos (8%) foram submetidos à análise fitoquímica para a detecção dos compostos do metabolismo secundário como saponinas, taninos, flavonóides e alcaloides (Falkenberg et al., 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos aquosos (a 8%) de frutos de erva-moura causaram reduções na porcentagem de germinação (PG). Embora houvesse tendência de redução da PG, os demais

tratamentos não diferiram do controle (Tabela 1). De forma similar, nas concentrações mais altas, os extratos aquosos de caules e folhas adultas de *Andira humilis* reduziram a PG das sementes de alface e rabanete (Periotto et al., 2004). Entretanto, a velocidade de germinação (VG) foi significativamente afetada em todas as concentrações de extratos testadas, com aumento do período (dias) de germinação das sementes de rabanete em relação ao controle (Tabela 1). Resultados obtidos para a VG corroboram com Ferreira & Aquila (2000), pois os efeitos alelopáticos atuam de forma significativa aumentando o período necessário para as sementes germinarem. Resultados semelhantes para VG também foram encontrados por Periotto et al. (2004), Gatti et al. (2004) e Maraschin-Silva & Áquila (2006), em testes alelopáticos.

Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG), todos os extratos aquosos de frutos de erva-moura reduziram o número médio de sementes germinadas por dia (Tabela 1). Reduções do IVG também foram obtidas por Wandscheer & Pastorini (2008), para a germinação de sementes de alface e tomate sob influência de extratos aquosos de *Raphanus raphanistrum*. Embora as alterações da VG e do IVG tenham sido obtidas, não foram verificadas diferenças significativas no coeficiente de uniformidade da germinação (CUG) das sementes de rabanete (Tabela 1).

Os extratos aquosos de frutos de erva-moura alteraram o crescimento das plântulas de rabanete, em uma relação dose-dependente, ocorrendo redução do comprimento radicular (CR) das plântulas nas concentrações 4 e 8% e aumento do comprimento da parte aérea (CPa) das plântulas submetidas à concentração de 8% de extratos aquosos (Tabela 2). Dados semelhantes de CR para o rabanete e alface foram obtidos por Ribeiro et al. (2009) sob influência de extratos de folhas, raízes e bainhas de *Crinum americanum*. O aparecimento de plântulas anormais, com raízes primárias atrofiadas e defeituosas e com ausência de raiz secundária e necrose radicular, também foi evidenciado. Todavia, essa alteração restringiu-se às plântulas submetidas aos extratos mais concentrados. Sintomas semelhantes também foram observados por Gatti et al. (2004), Periotto et al. (2004) e Maraschin-Silva & Áquila (2006).

O crescimento inicial das plântulas é mais sensível que a germinação, pois para cada semente, o fenômeno é discreto, germinando ou não (Ferreira & Aquila, 2000). Em geral, as raízes são mais sensíveis às substâncias presentes nos extratos

Tabela 1. Porcentagem de germinação (PG), velocidade de germinação (VG) índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de uniformidade de germinação (CUG) de sementes de rabanete submetidas a extratos aquosos de frutos de erva-moura (*Solanum americanum* Mill.)

Table 1. Germination percentage (PG), germination speed (VG) germination speed index (IVG) and germination uniformity coefficient (CUG) of radish seeds subjected to aqueous extracts of nightshade fruits (*Solanum americanum* Mill.)

Tratamento	PG (%)	VG (dia ⁻¹)	IVG	CUG (dia ⁻²)
Controle	92 ± 3,26a	1,44 ± 0,14b	18,47 ± 1,78a	2,57 ± 0,81a
2%	85 ± 6,00ab	1,85 ± 0,13a	13,64 ± 1,72b	1,87 ± 0,57a
4%	78 ± 5,16ab	1,91 ± 0,09a	11,43 ± 0,28b	2,99 ± 1,29a
8%	72 ± 12,64b	1,86 ± 0,21a	11,16 ± 2,01b	3,26 ± 2,21a

Médias ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

quando comparadas com as demais estruturas das plântulas (Chon et al., 2000). Isso se deve ao fato de as raízes estarem em contato direto e prolongado com o extrato (aleloquímicos) em relação às demais estruturas das plântulas (Chung et al., 2001), e/ou a um reflexo da fisiologia distinta entre as estruturas (Aquila et al., 1999).

Quanto aos valores de massa das plântulas de rabanete submetidas aos extratos aquosos de frutos de erva-moura, observou-se para a massa fresca (MF) alterações significativas em todos os tratamentos testados. Os demais parâmetros, massa seca (MS) e conteúdo de água (CA), não foram alterados pelos extratos (Tabela 3). Carmo et al. (2007) observaram que extratos de folhas e cascas de tronco de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*) aumentaram a massa fresca de raízes das plântulas de sorgo, sem afetar a massa fresca da parte aérea. No entanto, as massas secas tanto das raízes quanto da parte aérea foram afetadas em todas as concentrações testadas. Para Medeiros & Lucchesi (1993), os extratos de ervilhaca (*Vicia sativa*) não interferiram no peso da matéria seca de plântulas de alface. Gatti et al. (2004) relataram que estas variações podem ser explicadas devido a um investimento diferenciado de matéria orgânica, ou na raiz ou na parte aérea, influenciado diretamente pelo tipo e concentração do extrato. Segundo Brito et al. (2010), o aumento da concentração dos óleos essenciais de canela e de manjerição reduziram a massa seca das plântulas de mandacaru.

Tabela 2. Comprimento radicular (CR) e comprimento da parte aérea (CPa) de plântulas de rabanete submetidas a extratos aquosos de frutos de erva-moura (*Solanum americanum* Mill.)

Table 2. Root Length (RL) and shoot length (CPa) of radish seedlings subjected to aqueous extracts of nightshade fruits (*Solanum americanum* Mill.)

Tratamento	CR (cm)	CPa (cm)
Controle	12,64 ± 1,45a	2,55 ± 0,37b
2%	11,46 ± 1,30a	3,38 ± 0,60ab
4%	7,82 ± 0,88b	3,42 ± 0,28ab
8%	3,98 ± 0,80c	3,67 ± 0,43a

Médias ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem (p<0,05) entre si pelo teste Tukey

Tabela 3. Massa fresca (MF), massa seca (MS) e conteúdo de água (CA) de plântulas de rabanete submetidas a extratos aquosos de frutos de erva-moura (*Solanum americanum* Mill.)

Table 3. Fresh matter (MF), dry matter (MS) and water content (CA) of radish seedlings subjected to aqueous extracts of nightshade fruits (*Solanum americanum* Mill.)

Tratamento	MF (g)	MS (g)	CA (%)
Controle	0,63 ± 0,05b	0,047 ± 0,003a	93,12 ± 0,67a
2%	0,79 ± 0,06a	0,051 ± 0,005a	93,53 ± 0,52a
4%	0,87 ± 0,03a	0,054 ± 0,005a	93,77 ± 0,51a
8%	0,81 ± 0,09a	0,055 ± 0,004a	93,23 ± 0,62a

Médias ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem (p<0,05) entre si pelo teste Tukey

Os extratos de frutos de erva-moura reduziram a produção de clorofila *a* nas concentrações 4 e 8%, com efeitos inversos ao aumento da concentração dos extratos. Embora extratos mais concentrados tenham diminuído os teores de clorofila *b* e clorofila total, eles não diferiram significativamente do controle (Tabela 4). De forma similar, os extratos aquosos de folhas e cascas de tronco de canela-sassafrás inibiram a produção de clorofila de plântulas de sorgo (Carmo et al., 2007). Segundo Rizvi et al. (1992), certas classes de aleloquímicos, tais como os ácidos fenólicos, as cumarinas, os polifenóis e os flavonóides, interferem na fotossíntese por induzirem mudanças no conteúdo de clorofila das plantas e por alterarem o transporte de elétrons e a fosforilação nos fotossistemas.

A caracterização físico-química dos extratos aquosos (Tabela 5) revelou variação de pH de 6,98 a 5,02 e de potencial osmótico de -0,0195 a -0,0658 MPa. Os mesmos valores consideram-se adequados para a germinação e crescimento inicial de sementes e plântulas de rabanete, tendo em vista que valores adequados foram pré-estabelecidos por Gatti et al. (2004) e Periotto et al. (2004) em testes alelopáticos. Assim discrimina-se a influência do pH e do potencial osmótico nos resultados obtidos. Esses testes são necessários, pois os extratos podem conter solutos como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos que eventualmente mascaram o efeito alelopático dos extratos por interferir no pH e serem osmoticamente ativos (Ferreira & Aquila, 2000).

As reações qualitativas dos extratos aquosos de frutos de erva-moura via detecção de compostos secundários foram positivas para os flavonóides (dados não mostrados). Contudo, não se pode afirmar que a presença desses compostos, mesmo estando presentes nos extratos da planta, tenha causado os efeitos alelopáticos sobre o rabanete, visto que as reações foram apenas de determinação de presença ou ausência. Além disso, mesmo que estes metabólitos estejam presentes nos vegetais, eles nem sempre atuam como aleloquímicos.

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

Tabela 4. Teor de clorofila (*a*, *b* e total) de plântulas de rabanete submetidas a extratos aquosos de frutos de erva-moura (*Solanum americanum* Mill.)

Table 4. Chlorophyll (*a*, *b* and total) content of radish seedlings subjected to aqueous extracts of nightshade fruits (*Solanum americanum* Mill.)

Tratamento	<i>a</i> (mg.g ⁻¹ MF)	<i>b</i> (mg.g ⁻¹ MF)	total (mg.g ⁻¹ MF)
Controle	1,97 ± 0,23a	0,77 ± 0,30a	2,75 ± 0,54a
2%	1,44 ± 0,31ab	0,77 ± 0,28a	2,21 ± 0,45a
4%	1,33 ± 0,14b	0,79 ± 0,28a	2,12 ± 0,41a
8%	1,01 ± 0,25b	0,61 ± 0,23a	1,62 ± 0,15a

Médias ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem (p<0,05) entre si pelo teste Tukey

Tabela 5. Características físico-químicas dos extratos aquosos de frutos de erva-moura (*Solanum americanum* Mill.): pH e potencial osmótico (PO)**Table 5.** Physical and chemical characteristics of the aqueous extracts of nightshade fruits (*Solanum americanum* Mill.): pH and osmotic potential

Tratamento	pH	PO (MPa)
Controle	6,98	0,000
2%	5,25	-0,0195
4%	5,10	-0,0463
8%	5,02	-0,0658

CONCLUSÕES

Em condições laboratoriais, extratos aquosos de frutos maduros de erva-moura apresentam potencial alelopático sobre o rabanete, pois interferem na germinação das sementes e no crescimento inicial das plântulas.

LITERATURA CITADA

- Aquila, M.E.A.; Ungaretti, J.A.C.; Michelin, A. Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. *Acta Horticulturae*, n. 502, p. 383-388, 1999.
- Arnon, D.I. Copper and enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, v.24, n.1, p.1-15, 1949. [Crossref](#)
- Brito, N.M.; Nascimento, L.C.; Coelho, M.S.E.; Félix, L.P. Efeitos de óleos essenciais na germinação de sementes de *Cereus jamacaru*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.2, p.207-211, 2010. [Crossref](#)
- Carmo, F.M.S.; Borges, E.E.L.; Takaki, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. *Acta Botanica Brasilica*, v.21, n.3, p.697-705, 2007. [Crossref](#)
- Chon, S.U.; Coutts, J.H.; Nelson, C.J. Effects of light, growth media, and seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. *Agronomy Journal*, v.92, n.4, p.715-720, 2000. [Crossref](#)
- Chung, I.M.; Ahn, J.K.; Yun, S.J. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. *Crop Protection*, v.20, n.10, p.921-928, 2001. [Crossref](#)
- Falkenberg, M.B.; Santos, R.I.; Simões, C.M.O. Introdução à análise fitoquímica. In: C.M.O.; Schenkel, E.P.; Gosmann, G.; Mello, J.C.P.; Mentz, L.A.; Petrovick, P.R. (Eds.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 4. ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC. 2002. p.165-182.
- 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.
- Gatti, A.B.; Perez, S.C.J.G.A.; Lima, M.I.S. Efeito alelopático de *Aristolochia esparanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botanica Brasilica*, v.18, n.3, p.459-472, 2004. [Crossref](#)
- Inderjit; Duke, S.O. Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*, v.217, n.4, p.529-539, 2003. [Crossref](#)
- King, S.R.; Ambika, R. Allelopathic plants. 5. *Chromolaena odorata* (L.). *Allelopathy Journal*, v.9, n.1, p.35-41, 2002.
- Kissmann, K.G.; Groth, D. *Plantas infestantes e nocivas*. 2.ed. São Paulo: BASF, 2000. 726p.
- Lin, W.X.; Kim, K.U.; Shin, D.H. Rice allelopathic potential and its modes of action on Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Allelopathy Journal*, v.18, n.2, p.247-254, 2000.
- Macías, F.A.; Molinillo, J.M.G.; Varella, R.M.; Galindo, J.C.G. Allelopathy – a natural alternative for weed control. *Pest Management Science*, v.63, n.4, p.327-348, 2007.
- Maraschin-Silva, F.; Aquila, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Acta Botanica Brasilica*, v.20, n.1, p.61-69, 2006. [Crossref](#)
- Marengo, R.A.; Lopes, N.F. *Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Viçosa: UFV, 2005. 451p.
- Medeiros, A.R.M.; 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.
- Pedrol, N.; González, L.; Reigosa, M. J. Allelopathy and abiotic stress. In: Reigosa, M.J.; Pedrol, N.; González, L. (Eds.). *Allelopathy: a physiological process with ecological implications*. Dordrecht: Springer. 2006. p.171-209.
- Periotto, F.; Peres, S.C.J.G.A.; Lima, M.I.S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botanica Brasilica*, v.18, n.3, p.425-430, 2004. [Crossref](#)
- Ribeiro, J. P. N.; Matsumoto, R.S.; Takao, L.K.; Voltarelli, V.M.; Lima, M.I.S. Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *Crinum americanum* L. *Revista Brasileira de Botânica*, v.32, n.1, p.183-188, 2009.
- Rice, E.L. *Allelopathy*. 2.ed. London: Academic Press, 1984. 422p.
- Rizvi, S.J.H.; Haque, H.; Singh, V.K.; Rizvi, V. A discipline called allelopathy. In: Rizvi, S.J.H.; Rizvi, V. (Eds.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. London: Chapman & Hall, 1992. p.1-10.
- Rodrigues, B.N.; Passini, T.; Ferreira, A.G. Research on allelopathy in Brazil. In: Narwal, S.S. (Ed.). *Allelopathy update*. New Hampshire: Science Publishers, 1999. p.307-323.
- Salisbury, F.B.; Ross, C. *Plant physiology*. 4.ed. Belmont: Wadsworth, 1992. 682p.
- Santana, D.G.; Ranal, M.A. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. 1.ed. Brasília: UnB, 2004. 248p.
- Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep, 1994. 164p.
- Wandscheer, A.C.D.; Pastorini, L.H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.949-953, 2008. [Crossref](#)