

Potencial alelopático de extratos aquosos de *Bidens pilosa* L., *Cyperus rotundus* L. e *Euphorbia heterophylla* L.

Grasielle Soares Gusman¹, Micaela Queiroz Yamagushi² & Silvane Vestena³

¹Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, Departamento de Biologia Geral, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000 Viçosa, MG, Brasil.

²Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Santa Marcelina, Laboratório de Química, Praça Annina Biseigna, 40, CEP 36880-000 Muriaé, MG, Brasil.

³Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel, Laboratório de Bioquímica, Avenida Antônio Trilha, 1847, CEP 97300-000 São Gabriel, RS, Brasil. svestena@yahoo.com.br

Recebido em 03. II. 2011. Aceito em 30. VI. 2011

RESUMO – Este estudo teve como objetivo identificar possíveis efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *Cyperus rotundus* L., de *Bidens pilosa* L. e de *Euphorbia heterophylla* L. na germinação e no crescimento inicial de quatro hortaliças. Cinco concentrações do extrato aquoso (10, 30, 50, 70 e 100%) foram testadas e comparadas com controle (0,0%), sendo distribuídas dez sementes das espécies cultivadas em cada cinco repetições. Os extratos aquosos das três espécies invasoras evidenciaram potencialidades alelopáticas na germinação das sementes, no crescimento inicial do sistema radicular e da parte aérea e no índice de velocidade de germinação das hortaliças testadas. O crescimento inicial foi mais afetado quando comparado ao processo germinativo, e a estrutura mais afetada em presença dos extratos aquosos foi o sistema radicular das plântulas, acarretando raízes mais espessas, atrofiadas e com maior número de pêlos absorventes. Das espécies invasoras, *B. pilosa* e *E. heterophylla* foram consideradas como tendo potencialidades alelopáticas.

Palavras-chave: alelopatia, germinação, crescimento

ABSTRACT – **Allelopathic potential of aqueous extracts of *Bidens pilosa* L., *Cyperus rotundus* L., and *Euphorbia heterophylla* L.** This study aimed to identify possible allelopathic effects of aqueous extracts of *Cyperus rotundus* L., *Bidens pilosa* L. and *Euphorbia heterophylla* L. on the germination and initial development of four leafy vegetables. Five concentrations of the aqueous extracts were tested (10, 30, 50, 70 and 100 %) and compared to a control (0.0%), with ten seeds of the cultivated species distributed in each of five replicates. The aqueous extracts of three invasive species showed allelopathic potential on seed germination, on initial root and shoot growth, and on the germination speed rate of seeds of all the leafy vegetables tested. The initial growth was more affected when compared to the germination process, and the structure that was more affected when exposed to the aqueous extracts was the seedling roots, which resulted in thicker and atrophied roots with a higher number of absorbing hairs. Of the invasive species tested, *B. pilosa* and *E. heterophylla* were the ones considered potentially allelopathic.

Key words: allelopathy, germination, growth

INTRODUÇÃO

Os vegetais liberam no ambiente diversos metabólitos primários e secundários que podem influenciar no desenvolvimento da vegetação adjacente, fenômeno este, denominado alelopatia (Rice, 1984). De um modo geral, os agentes

alelopáticos conhecidos também como aleloquímicos, são metabólitos secundários derivados da rota acetato ou chiquimato ou da combinação destas, pertencentes a várias classes como terpenos, alcalóides, derivados de cumarinas, compostos fenólicos, esteróides, ácidos graxos de cadeia longa e lactonas insaturadas (Dias *et al.*, 2005; Wandscheer & Pastorini, 2008; Sartor

et al., 2009). Estes compostos têm se revelado como herbicidas naturais, livres dos efeitos prejudiciais dos herbicidas sintéticos (Malheiros & Peres, 2001).

Os aleloquímicos podem variar quanto à composição, concentração e localização no vegetal, podendo ser liberados para o ambiente de diversas formas, sendo que fatores ambientais como temperatura e condições hídricas, por exemplo, influenciam no processo de liberação. A decomposição de resíduos vegetais é uma das fontes mais importantes de aleloquímicos. Pode-se citar também a exsudação por raízes, a volatilização pelas folhas e a lixívia das superfícies foliares pela chuva e/ou neblina, sendo esta última amplamente estudada em árvores (Reigosa *et al.*, 1999; Maraschin-Silva & Áquila, 2005). No ambiente, a ação dos aleloquímicos dependerá de fatores que interferem na sua ação sobre a planta alvo. Entre eles pode-se citar a retenção do aleloquímico por adsorção nas partículas do solo, as alterações moleculares (oxidações, reduções, conjugações, entre outras), que aumentam ou reduzem sua toxicidade e sua complexidade química e os diferentes modos pelos quais são transportados no solo, na forma de vapores ou em solução (Cheng, 1992).

Em função dessas alterações, a alelopatia é reconhecida como um processo ecológico importante em ecossistemas naturais e manejados, influenciando na sucessão vegetal primária e secundária, na estrutura, composição e dinâmica de comunidades vegetais nativas ou cultivadas (Scrivanti *et al.*, 2003; Wandscheer & Pastorini, 2008). Neste último caso, os aleloquímicos são vistos como alternativas aos agroquímicos sintéticos, objetivando o manejo sustentável e ecológico na produção agrícola. Muitas substâncias alelopáticas apresentam grande potencial para uso no controle biológico de plantas invasoras (Chung *et al.*, 2001; Souza Filho *et al.*, 2009; Taiz & Zeiger, 2009), sendo parcial ou totalmente solúveis em água e ativas em baixas concentrações. Em contrapartida ao poder fitotóxico, os efeitos de promoção da germinação e do crescimento vegetal causados por aleloquímicos também são de interesse para o manejo agrícola (Vyvyan, 2002; Souza Filho *et al.*, 2009).

A presença de plantas invasoras na lavoura e/ou em hortas é um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores e/ou olericultores, elevando o custo de produção. Nos locais onde se pratica agricultura intensivamente e orgânica, ocorrem modificações na população destas plantas, passando a predominar as espécies que melhor se adaptam àquelas condições

(Ferreira *et al.*, 2007). A interferência dessas plantas nas culturas de interesse comercial se dá devido à competição por água, luz, dióxido de carbono e nutrientes e também pelo efeito alelopático, provocando a redução qualitativa e quantitativa na produção (Bianchi, 1995).

Considerando a necessidade de um manejo mais adequado de áreas agrícolas e, principalmente no cultivo orgânico de hortaliças, o objetivo deste estudo foi identificar os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de três espécies invasoras: picão-preto (*Bidens pilosa* L.), tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) na germinação de sementes e no crescimento inicial de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), alface (*Lactuca sativa* L. grand rapids), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* kenzan) e rabanete (*Raphanus sativus* L.), cultivadas na região da Zona da Mata Mineira, Minas Gerais, sendo que alface e tomate são consideradas indicadoras dos efeitos potencialmente alelopáticos (Ferreira & Áquila, 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Folhas de picão-preto, de leiteiro e de tiririca foram coletadas no município de Muriaé, MG, sendo secas em estufa de circulação forçada de ar a 40°C até obtenção de massa seca estável. Para a realização dos bioensaios foram utilizadas sementes de tomate, de alface, de repolho e de rabanete, obtidas no comércio local. Foram efetuados testes preliminares em laboratório para verificação da viabilidade e do vigor da germinação das sementes. Para a obtenção dos extratos aquosos das três espécies invasoras, foram utilizadas folhas previamente secas na concentração de 1g 10 mL⁻¹ (peso/volume), sendo trituradas em um moinho “tipo wiley” até a obtenção de um pó. A mistura foi deixada em repouso por 48 horas na geladeira (5° ± 1°C), sendo, após, filtrada em funil-de-büchner, por duas vezes, usando-se papel filtro qualitativo. O extrato aquoso obtido na concentração de 1g 10 mL⁻¹ (100%) foi diluído quatro vezes, tendo sido obtidas as soluções de 10, 30, 50 e 70% e foi utilizada água destilada como tratamento controle, sendo que para a concentração de 100% foi utilizado somente o extrato, sem diluição. Todas as avaliações de efeitos foram expressas em relação ao controle.

Para os testes de germinação foram utilizadas placas-de-Petri esterilizadas de 9 cm de diâmetro, forradas com dois discos de papel-filtro, umedecidas com 7 mL de água destilada (tratamento controle) ou do extrato vegetal. Dez sementes das espécies

cultivadas por placa-de-Petri com cinco repetições constituíram a unidade experimental. O experimento foi mantido em câmaras de germinação tipo BOD com temperatura e luminosidade controladas ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $230 \mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$), sob fotoperíodo de 16/8 horas luz/escuro. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram 2 mm de protusão radicular (Brasil, 1992). O experimento foi mantido por um período de 10 dias, sendo que diariamente foi verificado o número de sementes germinadas. Para os dados do desenvolvimento das plântulas foi obtido o comprimento em centímetros (cm) da raiz e da parte aérea com auxílio de um paquímetro, no final dos 10 dias de experimento.

A determinação do índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes foi realizada por meio de contagens diárias do número de sementes germinadas (Maguire, 1962).

O experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, discriminadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (Beiguelman, 2002).

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Bioquímica da Faculdade de Minas – FAMINAS, Muriaé, MG.

RESULTADOS

Depois de realizado o estudo, verificou-se que os extratos aquosos das três espécies invasoras, reduziram e/ou inibiram a germinação das sementes, o crescimento inicial e o índice de velocidade de germinação (IVG) de alface (Tab. 1).

Com a utilização de extratos aquosos de picão-preto, a germinação de sementes de alface foi reduzida com o aumento das concentrações utilizadas, redução esta a partir da concentração de 10%, quando comparado ao controle; o mesmo foi observado ao se utilizar extratos de leiteiro, com redução na germinação a partir de 50%, quando comparado ao controle. Entretanto, com os extratos aquosos de tiririca não foi observado efeito alelopático na germinação de alface (Tab. 1).

O mesmo padrão foi observado com o comprimento radicular e da parte aérea desta hortaliça, com redução e/ou inibição com utilização de extratos aquosos de picão-preto, de leiteiro e de tiririca. Tanto no processo germinativo quanto no crescimento inicial das estruturas vegetativas, os extratos aquosos de picão-preto, se mostraram mais fitotóxicos e, o comprimento radicular foi o

mais afetado com inibição em seu crescimento nas concentrações mais elevadas, ou seja, 70 e 100% (Tab. 1).

Ainda com alface, outra variável testada que sofreu efeito significativo com os extratos aquosos das três espécies invasoras foi o índice de velocidade de germinação (IVG) sendo que os extratos de picão-preto e de leiteiro seguiram o mesmo padrão que o percentual germinativo, ou seja, redução com aumento das concentrações utilizadas. Apesar de não ser observado efeito alelopático no processo germinativo quando foram utilizados extratos foliares de tiririca, o IVG foi afetado significativamente com o aumento das concentrações dos extratos utilizados (Tab. 1).

Os extratos aquosos das três espécies invasoras reduziram e/ou inibiram drasticamente tanto o processo germinativo quanto o crescimento inicial do sistema radicular e da parte aérea de tomate quando comparado a alface, com o aumento das concentrações dos extratos utilizados (Tab. 2).

Picão-preto foi a espécie invasora que mais afetou o processo germinativo, com inibição na germinação das sementes de tomate a partir de 70% e, com leiteiro, este comportamento foi observado apenas quando foi utilizado extrato puro (100%). Os extratos aquosos de tiririca apenas levaram redução no processo germinativo e, na concentração mais elevada (100%), quando comparado ao controle (Tab. 2).

O crescimento inicial tanto do sistema radicular como da parte aérea de tomate também foi afetado em presença dos extratos aquosos das três espécies invasoras, especialmente com o sistema radicular, com o aumento das concentrações utilizadas. O crescimento das duas partes vegetativas foi mais afetado quando comparado a germinação. Extratos aquosos de picão-preto inibiram o comprimento tanto do sistema radicular como da parte aérea a partir da concentração de 50% e de leiteiro apresentou o mesmo padrão apenas na concentração mais elevada (100%). Como observado com alface, com plântulas de tomate, os extratos aquosos de tiririca reduziram o comprimento do sistema radicular a partir 10% e da parte aérea na concentração de 100%, quando comparado ao controle.

Independente da espécie invasora testada e contrariando o observado com o processo germinativo, o IVG se mostrou uma variável que confirma alelopatia, sendo reduzido com aumento das concentrações utilizadas e, a partir da concentração de 10%, exceto com extrato aquoso de tiririca, com

redução a partir de 30%, quando comparado ao controle (Tab. 2).

Sementes de repolho também sofreram efeito alelopático com a utilização dos extratos aquosos das três espécies invasoras, com redução e/ou inibição em todos os parâmetros estudados com aumento das concentrações dos extratos utilizados (Tab. 3).

Com as sementes de repolho, a germinação apresentou o mesmo padrão quando foram utilizados os extratos aquosos das espécies consideradas alelopáticas. Ao contrário do encontrado com alface e de tomate, tiririca afetou o processo germinativo de sementes de repolho, ou seja, levando redução a partir de 50% e, com extratos de leiteiro, foi observado inibição quando utilizado extrato puro (100%); já com extratos aquosos de picão-preto, as sementes de repolho tiveram sua germinação afetada nas concentrações mais elevadas, 70 e 100% (Tab. 3). De acordo com esta variável, repolho sofreu menor efeito dos extratos aquosos das espécies invasoras comparado com as sementes de alface e de tomate (Tabs. 1, 2).

O crescimento inicial de repolho foi mais afetado quando comparado ao processo germinativo, com redução e/ou inibição com o aumento das concentrações utilizadas. Extratos de picão-preto e de leiteiro inibiram tanto o comprimento radicular como da parte aérea quando foi utilizado extrato aquoso concentrado (100%); já os extratos de tiririca, apenas ocasionaram redução no crescimento inicial das plântulas de repolho. Independente da espécie invasora, o comprimento radicular foi o mais afetado em presença dos extratos aquosos, seguindo o mesmo padrão das demais hortaliças, assim como o IVG com reduções significativas quando comparadas ao processo germinativo (Tab. 3).

Rabanete, outra hortaliça, também se mostrou sensível aos efeitos alelopáticos das três espécies invasoras com redução e/ou inibição em todas as variáveis avaliadas (Tab. 4).

Quando foi testado o efeito dos extratos aquosos de picão-preto sobre a germinação de rabanete, observou-se redução com o aumento das concentrações utilizadas, o mesmo verificado com as demais hortaliças (alface, tomate e repolho); os extratos de tiririca levaram à redução na germinação nas concentrações mais elevadas (70 e 100%); já quando foram utilizados extratos aquosos de leiteiro observou-se inibição neste parâmetro nas concentrações mais altas (70 e 100%), quando comparado ao controle (Tab. 4).

O crescimento inicial tanto do sistema radicular

como da parte aérea de rabanete também foi afetado em presença dos extratos aquosos das três espécies invasoras, sendo mais pronunciado quando comparado ao processo germinativo. O comprimento das duas estruturas vegetativas foi reduzido e/ou inibido com o aumento das concentrações dos extratos utilizados, sendo que o sistema radicular foi mais afetado, resultado encontrado com as demais hortaliças estudadas. Ainda, com esta hortaliça, extratos de leiteiro e de tiririca foram os extratos que mais promoveram redução e/ou inibição, sendo verificada, com extratos de leiteiro, inibição total no crescimento inicial tanto do sistema radicular como da parte aérea a partir de 50% de concentração e, de tiririca a partir de 70%, quando comparado ao controle (Tab. 4).

O IVG foi outro parâmetro que demonstrou alelopátia das três espécies invasoras testadas, indicando significativa redução com aumento das concentrações dos extratos, ao contrário do percentual de germinação (Tab. 4).

Independente da hortaliça testada, o processo germinativo foi o menos afetado pelos extratos aquosos das três espécies invasoras, quando comparado ao IVG e ao desenvolvimento inicial. Em relação às variáveis analisadas, a redução e/ou inibição do comprimento radicular e da parte aérea formam os mais expressivos para demonstrar alelopátia, expressado como efeito inibitório, ademais a estrutura vegetal mais afetada pelos extratos foi o sistema radicular.

DISCUSSÃO

Os aleloquímicos podem agir de maneira diversa dependendo do ambiente e do estágio do ciclo vital em que a planta alvo se encontra, visto que ambos refletem diferentes estados fisiológicos. Além disso, os efeitos também podem ser variados quando se considera em qual órgão da planta eles estão atuando (Áquila, 2000; Maraschin-Silva & Áquila, 2005). No presente estudo, os extratos foliares das três espécies invasoras se mostraram com potencial alelopático. Em linhas gerais, a folha é o órgão da planta mais ativo metabolicamente, sendo razoável que esta apresente maior diversidade de aleloquímicos e maior efeito fitotóxico (Ribeiro *et al.*, 2009). Jacobi & Ferreira (1991) encontraram efeitos alelopáticos mais efetivos nos extratos de folhas de *Mimosa bimucronata* (DC). Aires *et al.* (2005) trabalhando com parte aérea de jurubeba (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil.) na germinação e no desenvolvimento

inicial de gergelim (*Sesamum indicum* L.) também chegaram a essa conclusão.

A resistência ou tolerância aos metabólitos secundários que atuam como aleloquímicos é mais ou menos específica, existindo espécies mais sensíveis que outras, como por exemplo, alface e tomate, por isso muito utilizadas em biotestes de laboratório (Ferreira & Áquila, 2000), no entanto, no presente estudo não foi possível determinar a hortaliça mais sensível aos extratos aquosos das três espécies invasoras.

Nos estudos alelopáticos, a germinabilidade é um índice muito usado, embora não demonstre outros aspectos do processo de germinação, como atrasos, já que envolve apenas resultados finais, ignorando períodos inativos quanto à germinação no decorrer do bioensaio (Chiapuso *et al.*, 1997). Muitas vezes, o que se observa são efeitos significativos de extratos sobre o tempo médio e velocidade de germinação e nenhuma diferença na germinabilidade em relação ao controle (Ferreira & Áquila, 2000; Carmo *et al.*, 2007; Sartor *et al.*, 2009); estes efeitos foram verificados nos bioensaios realizados com todas as espécies de hortaliças testadas. Esses resultados são corroborados por Sartor *et al.* (2009) testando extratos de acículas de *Pinus taeda* sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de aveia (*Avena strigosa*); Piña-Rodrigues & Lopes (2001) trabalhando com extratos de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., observaram que não ocorreram diferenças estatísticas na porcentagem de germinação, porém reduziram o IVG de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw; outros resultados semelhantes foram encontrados por Lin *et al.* (2004), Maraschin-Silva & Áquila (2006), Carmo *et al.* (2007) e Murakami *et al.* (2009). De fato, muitas vezes o efeito alelopático não se dá sobre a porcentagem final de sementes germinadas, mas, por exemplo, sobre o IVG, como verificado no presente estudo.

Em muitos estudos, o que se observa é um efeito alelopático mais pronunciado sobre o desenvolvimento inicial da plântula alvo quando comparado ao número total de sementes germinadas, já que este último processo utiliza as reservas da própria semente (Miró *et al.*, 1998; Áquila, 2000; Borella & Pastorini, 2009; Murakami *et al.*, 2009). Alterações nas curvas de germinação e IVG calculados indicam, segundo Bewley & Black (1978) e Labouriau (1983), interferências nas reações metabólicas que culminam na germinação. Quanto ao desenvolvimento inicial, geralmente se constata uma redução no tamanho do eixo hipocótilo-raiz

da planta alvo (Áquila, 2000; Rodrigues, 2002), resultados estes também encontrados nos bioensaios com extratos aquosos das três espécies invasoras. Centenaro *et al.* (2009) relataram que o crescimento é resultado da germinação, portanto, alterações na fase da germinação podem originar plântulas com dificuldade de crescimento normal, justificando o estímulo da germinação de plântulas de alface tratadas com amostras de *Erythrina velutina* Willd. (corticeira) e posterior inibição do crescimento do hipocótilo. Ainda, Ribeiro *et al.* (2009) verificaram que extratos aquosos de *Crinum americanum* L. reduziram o processo germinativo, o crescimento inicial das plântulas e o IVG de alface e de rabanete; já Borella & Pastorini (2009) trabalhando com diferentes concentrações (1, 2, 4 e 8%) de extratos aquosos de *Phytolacca dioica* L. sobre alguns parâmetros do desenvolvimento da hortaliça tomate e da planta invasora picão-preto, verificaram que apenas o percentual de germinação e o IVG foram afetados, mas apenas nos tratamentos mais concentrados (4 e 8%), ao contrário do observado com o comprimento das duas partes vegetativas e com a massa seca das plântulas, sendo afetados em todos os tratamentos utilizados.

Geralmente, os compostos com atividade alelopática atuam como inibidores de crescimento (Einhellig, 1999; Ferreira & Áquila, 2000), porém, alguns trabalhos demonstram que extratos vegetais podem conter substâncias estimulantes de germinação e de crescimento de plântulas (Rice, 1984; Lin *et al.*, 2004). Além disso, variação nos teores de um ou mais compostos pode gerar aumento ou redução do efeito inibidor. Inderjit *et al.* (1999) observaram que a atividade alelopática de compostos fenólicos presentes em extratos de *Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. & Hook. f. ex A. Gray é dependente da concentração, podendo promover ou inibir a germinação e o desenvolvimento de plântulas de rabanete. Pesquisadores como Periotto *et al.* (2004), usando extratos aquosos de *Andira humilis* observaram que alface e rabanete mostraram-se sensíveis em extratos aquosos na concentração de 16% (p/v); Gatti *et al.* (2004) trabalhando com extratos aquosos de folhas de *Aristolochia esperanza*, verificaram que esta espécie alelopática reduziu o percentual de germinação de alface e de rabanete nas últimas concentrações dos extratos utilizados, ou seja, de 50 e 100%. Maraschin-Silva & Áquila (2005) testaram o efeito alelopático de extratos aquosos de folhas de vassoural (*Dodonaea viscosa* (L.) Jacq.) nas concentrações 2 e 4%, obtidas

por maceração estática com água fria e água quente verificando efeitos alelopáticos na germinação, no tempo médio, na velocidade média, no crescimento inicial e na entropia de alfaca.

As substâncias presentes nos extratos foram capazes de reduzir e/ou inibir o crescimento inicial das plântulas, além de causarem alterações no aspecto morfológico das mesmas, mas o crescimento inicial da parte aérea na presença dos extratos aquosos apresentou menor sensibilidade quando comparado ao crescimento inicial do sistema radicular. Corroborando com estes resultados, vários estudos de alelopatia revelam efeitos inibitórios de extratos aquosos, principalmente sobre a raiz primária (Barbosa *et al.*, 2008; Sartor *et al.*, 2009). Cruz-Ortega *et al.* (1998) e Chung *et al.* (2001) relataram que o efeito mais acentuado sobre o sistema radicular é consequência do contato mais íntimo desta estrutura com a solução de aleloquímicos e, que nesse estágio de desenvolvimento, os efeitos deletérios sobre o metabolismo são mais drásticos, uma vez que ele é o alvo primário dos metabólitos secundários, aliado ao alto metabolismo radicular e sensibilidade ao estresse ambiental. Adicionalmente, é sabido que as plântulas, para crescerem, necessitam de nutrientes minerais e reservas (carboidratos, lipídios e proteínas) e, portanto, as sementes devem carregar estas reservas para o uso no início do desenvolvimento. Estes nutrientes minerais desempenham importantes funções no metabolismo, e o eixo embrionário necessita de uma fonte até que a raiz esteja desenvolvida o suficiente para extraí-los do substrato (Ferreira & Borguetti, 2004).

Fernandez *et al.* (1996) relatam que o efeito de extrato de acículas de *Pinus halepensis* em diferentes idades influencia a germinação de *L. sativa* e *Linum strictum*, especialmente acículas de árvores mais velhas, efeito atribuído aos compostos fenólicos. Por outro lado, os resultados encontrados por Ferreira *et al.* (2007) descrevem que o extrato etanólico de *Pinus elliottii*, em diferentes concentrações, não apresentaram efeito alelopático para as variáveis germinação e crescimento inicial, para o picão-preto e alfaca. O mesmo resultado foi encontrado com Sartor *et al.* (2009) para tratamentos com extrato de acículas de *Pinus taeda*. No entanto, no presente estudo, é bem evidente o potencial fitotóxico de picão-preto, de leiteiro e de tiririca em todas as variáveis testadas nas quatro hortaliças cultivadas. A diferença entre os resultados pode ser explicada pela magnitude da suscetibilidade das espécies testadas em relação ao extrato bruto.

Einhellig (1999), Silva *et al.* (2006) e Taiz & Zeiger (2009) relatam que 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. Os extratos vegetais são misturas que podem conter substâncias de várias classes como terpenos, compostos fenólicos, flavonóides, taninos, alcalóides, aminoácidos não protéicos, dentre outras, compostos que estão envolvidos nos efeitos alelopáticos de inibição de metabolismo das plantas alvo e, que apresentam efeitos complexos sobre as espécies testadas. Borella & Pastorini (2009) observaram em folhas de picão-preto a presença de uma série de compostos do metabolismo secundário (fenólicos, taninos, terpenos e flavonóides); Arantes *et al.* (2005) verificaram antraquinonas do tipo isocurcumenol em tubérculos de tiririca e Simões *et al.* (2000) relataram que leiteiro apresenta também uma série de compostos do metabolismo secundário (alcalóide, taninos, terpenos, flavonóides, antraquinonas e cumarinas). Assim sendo, análises químicas mais detalhadas são necessárias para esclarecer quais desses compostos seriam os responsáveis pelo efeito alelopático. Carmo *et al.* (2007) relatam que o perfil químico da maioria das espécies testadas em bioensaios de alelopatia também não está disponível na literatura. Assim, a caracterização físico-química dos extratos vegetais utilizados nesses bioensaios é importante para que se possa concluir a respeito dos efeitos biológicos observados.

O potencial alelopático das três espécies invasoras testadas, verificado no presente estudo, pode ser uma estratégia para seu estabelecimento inicial, retardando o desenvolvimento de outras plantas potencialmente competidoras, como no cultivo de hortaliças e apontado por Piña-Rodrigues & Lopes (2001). A dominância de muitas espécies invasoras também pode ser favorecida por outras características desse grupo ecológico, tais como produção de sementes pequenas e em grande quantidade, rápido crescimento e maturação, intolerância à sombra e plasticidade fenotípica (Válio & Scarpa, 2001). Desse modo, outras abordagens experimentais devem ser realizadas para uma maior compreensão dos resultados obtidos, bem como para confirmar se este potencial alelopático, como processo inibitório, se expressa em condições naturais (horta), pois resultados obtidos em laboratório podem não se repetir em condições naturais, devido à ocorrência simultânea de diversos fatores bióticos e abióticos

que podem mascarar este fenômeno ou mesmo anulá-lo por meio de degradação, lixiviação ou indisponibilização.

Apesar de resultados como esses, a importância da alelopatia em ecossistemas naturais é controversa. Muitos pesquisadores questionam de que a alelopatia seja um fator significativo na interação planta-planta, pois as evidências sobre tal fenômeno são de difícil obtenção. É visível o efeito que os extratos ou os compostos purificados de uma planta promovam redução e/ou inibição no crescimento de outra planta em experimentos *in vitro*, mas demonstrar que esses compostos estejam presentes no solo em quantidades suficientes para inibir o crescimento de outras plantas envolve tanto efeitos intrínsecos como extrínsecos da planta-alvo (Silva *et al.*, 2006; Barbosa *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2008). Além disso, as substâncias orgânicas no solo estão, muitas vezes, ligadas às partículas do solo e podem ser rapidamente degradadas por microrganismos (Hernández-Terrones *et al.*, 2007; Taiz & Zeiger, 2009). Então,

vários processos utilizados para demonstrar que determinados extratos têm efeitos alelopáticos não provam mais do que a existência de aleloquímicos no material vegetal, não sendo possível inferir em que condições de campo esta se manifeste. Os resultados aqui obtidos são indicativos de potencial alelopático destas espécies, entretanto, novos ensaios deverão ser conduzidos em campo e com o propósito de identificar os constituintes químicos responsáveis pelos resultados descritos.

CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos nos bioensaios, pode-se concluir que das três espécies invasoras, *B. pilosa* apresentou maior potencial alelopático, sendo que os extratos aquosos foliares das três espécies invasoras causaram efeitos inibitórios, confirmado pelo atraso na germinação e no crescimento inicial das espécies alvo utilizadas.

TABELA 1- Porcentagem de germinação, comprimento radicular (cm), comprimento da parte aérea (cm) e índice de velocidade de germinação (IVG) de alface (*Lactuca sativa* L. cv. grand rapids) sob efeito de extratos aquosos de três espécies invasoras.

Espécie/Concentração	Germinação (%)	Comprimento radicular (cm)	Comprimento da parte aérea (cm)	IVG
<i>Bidens pilosa</i> L.				
Controle	92 ± 0,55 a	3,3 ± 0,49 a	3,1 ± 0,78 a	8,2 ± 0,33 a
10%	32 ± 0,89 b	0,2 ± 0,08 b	0,8 ± 0,04 b	6,2 ± 1,54 b
30%	28 ± 0,55 b	0,2 ± 0,03 b	0,8 ± 0,06 b	3,1 ± 0,14 c
50%	28 ± 0,55 b	0,2 ± 0,05 b	0,7 ± 0,04 b	2,8 ± 0,05 c
70%	25 ± 1,00 b	0,0 ± 0,00 b	0,5 ± 0,05 b	1,2 ± 0,14 d
100%	12 ± 0,55 c	0,0 ± 0,00 b	0,3 ± 0,02 b	1,0 ± 0,08 d
<i>Cyperus rotundus</i> L.				
Controle	100 ± 0,00 a	4,6 ± 0,50 a	4,5 ± 0,18 a	8,8 ± 0,20 a
10%	96 ± 0,30 a	3,3 ± 0,50 b	4,5 ± 0,35 a	8,5 ± 0,09 a
30%	92 ± 0,05 a	2,8 ± 0,43 b	4,4 ± 1,00 a	6,9 ± 0,21 b
50%	92 ± 0,15 a	2,0 ± 0,50 c	4,0 ± 0,65 a	6,1 ± 0,11 b
70%	92 ± 0,45 a	1,4 ± 0,48 d	2,6 ± 0,23 b	5,0 ± 0,23 c
100%	76 ± 0,10 ab	0,5 ± 0,63 e	1,6 ± 0,18 c	3,8 ± 0,10 d
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.				
Controle	96 ± 0,05 a	1,8 ± 0,05 a	2,4 ± 0,25 a	9,2 ± 0,13 a
10%	92 ± 0,15 a	1,4 ± 0,15 a	2,2 ± 0,05 a	6,0 ± 0,55 b
30%	76 ± 0,05 ab	0,7 ± 0,08 b	1,7 ± 0,28 ab	2,9 ± 0,24 c
50%	48 ± 0,55 bc	0,3 ± 0,06 bc	0,5 ± 0,02 c	2,3 ± 0,96 c
70%	24 ± 0,25 cd	0,1 ± 0,05 c	0,3 ± 0,02 cd	1,7 ± 0,75 c
100%	4 ± 0,05 e	0,1 ± 0,05 c	0,1 ± 0,04 d	1,6 ± 0,25 c

Nota: As médias e desvio padrão seguidas pelas mesmas letras minúsculas para concentração do extrato, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 2- Porcentagem de germinação, comprimento radicular (cm), comprimento da parte aérea (cm) e índice de velocidade de germinação (IVG) de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) sob efeito de extratos aquosos de três espécies invasoras.

Espécie/Concentração	Germinação (%)	Comprimento radicular (cm)	Comprimento da parte aérea (cm)	IVG
<i>Bidens pilosa</i> L.				
Controle	90 ± 0,71 a	6,4 ± 0,68 a	2,5 ± 0,11 a	9,7 ± 0,13 a
10%	76 ± 1,14 ab	1,7 ± 0,65 b	2,5 ± 0,58 a	7,3 ± 0,55 b
30%	52 ± 0,84 b	0,3 ± 0,05 c	1,6 ± 0,83 a	6,9 ± 0,24 bc
50%	24 ± 0,67 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 b	5,8 ± 0,96 c
70%	0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 d
100%	0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 d
<i>Cyperus rotundus</i> L.				
Controle	96 ± 0,45 a	8,9 ± 0,35 a	9,0 ± 0,36 a	9,8 ± 0,05 a
10%	92 ± 1,14 a	6,5 ± 0,25 b	9,0 ± 0,38 a	8,8 ± 0,23 a
30%	92 ± 0,62 a	5,5 ± 0,67 b	8,4 ± 0,08 a	5,5 ± 0,14 b
50%	92 ± 0,15 a	5,3 ± 0,20 b	8,0 ± 0,15 a	2,5 ± 0,12 c
70%	90 ± 0,37 a	4,4 ± 0,08 bc	7,4 ± 0,35 ab	2,3 ± 0,10 c
100%	64 ± 0,85 b	3,1 ± 0,14 c	5,3 ± 0,67 b	2,0 ± 0,05 c
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.				
Controle	96 ± 0,15 a	7,5 ± 0,75 a	3,4 ± 0,25 a	9,0 ± 0,13 a
10%	92 ± 0,25 a	3,1 ± 0,23 b	3,6 ± 0,05 a	6,8 ± 0,55 b
30%	52 ± 0,12 b	0,5 ± 0,02 c	1,4 ± 0,28 b	6,0 ± 0,24 bc
50%	24 ± 0,06 bc	0,2 ± 0,05 cd	0,3 ± 0,02 cd	5,3 ± 0,96 c
70%	8 ± 0,05 c	0,1 ± 0,06 d	0,1 ± 0,02 d	1,6 ± 0,00 d
100%	0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 e

Nota: As médias e desvio padrão seguidas pelas mesmas letras minúsculas para concentração do extrato, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 3 - Porcentagem de germinação, comprimento radicular (cm), comprimento da parte aérea (cm) e índice de velocidade de germinação (IVG) de repolho (*Brassica oleraceae* L. cv. capitata) sob efeito de extratos aquosos de três espécies invasoras.

Espécie/Concentração	Germinação (%)	Comprimento radicular (cm)	Comprimento da parte aérea (cm)	IVG
<i>Bidens pilosa</i> L.				
Controle	94 ± 0,89 a	8,4 ± 1,32 a	4,5 ± 0,24 a	9,7 ± 0,73 a
10%	94 ± 0,89 a	4,4 ± 0,83 b	4,2 ± 0,43 a	9,3 ± 0,45 a
30%	88 ± 0,45 a	2,4 ± 0,45 c	3,9 ± 0,59 a	6,0 ± 0,62 b
50%	86 ± 0,89 a	1,7 ± 0,42 c	3,4 ± 0,48 a	6,1 ± 0,06 b
70%	52 ± 0,67 b	0,8 ± 0,34 d	1,5 ± 0,30 b	3,2 ± 0,10 c
100%	24 ± 0,84 c	0,0 ± 0,00 e	0,0 ± 0,00 c	1,2 ± 0,08 d
<i>Cyperus rotundus</i> L.				
Controle	84 ± 0,63 a	5,2 ± 0,10 a	4,2 ± 0,29 a	8,5 ± 0,12 a
10%	84 ± 0,12 a	4,6 ± 0,35 a	3,5 ± 0,49 a	8,1 ± 0,15 a
30%	72 ± 0,35 ab	3,5 ± 0,15 b	3,5 ± 0,27 a	6,2 ± 0,35 b
50%	64 ± 0,15 b	2,2 ± 0,05 c	2,5 ± 0,26 b	2,8 ± 0,47 c
70%	64 ± 0,41 b	1,8 ± 0,15 c	2,2 ± 0,54 b	2,6 ± 0,08 c
100%	36 ± 0,45 c	0,3 ± 0,45 d	0,5 ± 0,20 c	2,3 ± 0,05 c

Continua

TABELA 3 – Continuação

Espécie/Concentração	Germinação (%)	Comprimento radicular (cm)	Comprimento da parte aérea (cm)	IVG
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.				
Controle	96 ± 0,25 a	3,3 ± 0,32 a	2,7 ± 0,25 a	9,2 ± 0,73 a
10%	92 ± 0,85 a	2,3 ± 0,11 b	1,6 ± 0,05 b	7,1 ± 0,45 b
30%	72 ± 0,21 b	0,4 ± 0,02 c	1,0 ± 0,28 b	6,8 ± 0,62 bc
50%	24 ± 0,07 c	0,1 ± 0,07 cd	0,2 ± 0,02 c	5,4 ± 0,06 c
70%	12 ± 0,08 cd	0,1 ± 0,03 d	0,1 ± 0,02 c	4,4 ± 0,10 d
100%	0 ± 0,00 e	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 e

Nota: As médias e desvio padrão seguidas pelas mesmas letras minúsculas para concentração do extrato, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Porcentagem de germinação, comprimento radicular (cm), comprimento da parte aérea (cm) e índice de velocidade de germinação (IVG) de rabanete (*Raphanus sativus* L.) sob efeito de extratos aquosos de três espécies invasoras.

Espécie/Concentração	Germinação (%)	Comprimento radicular (cm)	Comprimento da parte aérea (cm)	IVG
<i>Bidens pilosa</i> L.				
Controle	94 ± 0,89 a	8,4 ± 1,32 a	5,4 ± 0,29 a	8,7 ± 0,36 a
10%	78 ± 1,10 ab	4,4 ± 0,83 b	5,3 ± 0,58 a	7,5 ± 0,55 ab
30%	40 ± 0,41c	2,4 ± 0,45 c	2,7 ± 0,18 b	7,3 ± 0,22 ab
50%	26 ± 0,52 cd	1,7 ± 0,42 c	2,4 ± 0,43 b	4,6 ± 0,18 c
70%	24 ± 0,55 cd	0,8 ± 0,34 d	2,3 ± 0,60 b	4,3 ± 0,16 c
100%	10 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 e	0,4 ± 0,09 c	2,6 ± 0,08 d
<i>Cyperus rotundus</i> L.				
Controle	96 ± 0,10 a	6,4 ± 0,25 a	4,6 ± 0,30 a	9,6 ± 0,08 a
10%	92 ± 0,35 a	5,8 ± 0,08 a	4,1 ± 0,34 a	8,8 ± 0,05 a
30%	92 ± 0,15 a	2,2 ± 0,12 a	1,9 ± 0,73 b	4,5 ± 0,12 b
50%	92 ± 0,05 a	0,5 ± 0,56 b	0,9 ± 0,92 c	4,0 ± 0,02 b
70%	65 ± 0,35 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 d	0,9 ± 0,08 c
100%	60 ± 0,67 b	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 d	0,5 ± 0,05 c
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.				
Controle	92 ± 0,62 a	3,0 ± 0,32 a	3,2 ± 0,32 a	8,9 ± 0,66 a
10%	60 ± 0,15 b	1,2 ± 0,11 b	2,1 ± 0,07 ab	6,5 ± 0,35 b
30%	20 ± 0,11 c	0,1 ± 0,02 c	0,2 ± 0,08 c	3,3 ± 0,12 c
50%	4 ± 0,05 d	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	1,3 ± 0,08 d
70%	0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 e
100%	0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 e

Nota: As médias e desvio padrão seguidas pelas mesmas letras minúsculas para concentração do extrato, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

- AIRES, S.S.; FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. 2005. Efeitos alelopáticos de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, p. 339-344.
- AQUILA, M.E.A. 2000. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Iheringia**, Série Botânica, v. 53, p. 51-66.
- ARANTES, M.C.B.; OLIVEIRA, L.M.G.; FREITAS, M.R.F.; SILVA, L.N.M.; NOGUEIRA, J.C.M.; PAULA, J.R.; BARA, M.T.F. 2005. Estudo farmacognóstico do *Cyperus rotundus* L. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 2, n. 2, p. 17-20.
- BARBOSA, E.G.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T.

2008. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian cerrados. **Brazilian Archives of biology and Technology**, v. 51, n. 4, p. 825-831.
- BEIGUELMAN, B. 2002. **Curso prático de bioestatística**. 5. ed. Ribeirão Preto: Funpec, 274 p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1978. **Physiology and biochemistry of seeds, in relation to germination**. Berlin: Springer-Verlag. 306 p.
- BIANCHI, M.A. 1995. **Programa de difusão do manejo integrado de plantas daninhas em soja no Rio Grande do Sul: 1994/1995**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 31 p.
- BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. 2009. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 67-75.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 365 p.
- CARMO, F.M.S.; BORGES, E.E.L.; TAKAKI, M. 2007. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorífera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botânica Brasílica**, v. 21, n. 3, p. 697-705.
- CENTENARO, C.; CORRÊA, L.G.P.; KARAS, M.J.; VIRTUOSO, S.; DIAS, J.F.G.; MIGUEL, O.G.; MIGUEL, M.D. 2009. Contribuição ao estudo alelopático de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 1, p. 304-308.
- CHENG, H.H. 1992. A conceptual framework for assessing allelochemicals in the soil environment. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V. (Ed) **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman & Hall. 480 p.
- CHIAPUSIO, G.; SÁNCHEZ, A.M.; REIGOSA, M.J.; GONZÁLEZ, L.; PELLISSIER, F. 1997. Do germination indices adequately reflect allelochemical effects on the germination process? **Journal of Chemical Ecology**, v. 23, p. 2445-2453.
- CHUNG, I.M.; AHN, L.K.; YUN, S.J. 2001. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection**, v. 20, p. 921-928.
- CRUZ-ORTEGA, R.; ANAYA, A.L. HERNÁNDEZ-BAUTISTA, B.E.; LAGUNA-HERNÁNDEZ, G. 1998. Effects of allelochemical stress produced by *Sicyios deppei* on seedling root ultrastructure of *Phaseolus vulgaris* and *Cucurbita ficifolia*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 24, n. 12, p. 2039-2057.
- DIAS, J.F. G.; CÍRIO, G.M.; MIGUEL, M.D.; MIGUEL, O.G. 2005. Contribuição ao estudo alelopático de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss., Celastraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p. 220-223.
- EINHELLIG, F.A. 1999. An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses. p.479-494. In: INDERJIT, K.M.M.; DAKSHINI & FOY, C.L. **Principles and Practices in Plant Ecology**. Boca Raton, CRC Press.
- FERNANDEZ, C.; MONNIER, Y.; ORMEÑO, E.; BALDY, V.; GREFF, F.; PASQUALINI, V.; MEVY, J.P.; BOUSQUET-MÉLOU, A. 1996. Potential allelopathic effect of *Pinus halepensis* in the secondary succession: an experimental approach. **Chemoecology**, v. 16, n. 2, p. 97-105.
- FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Edição Especial, v. 12, p. 175-204.
- FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. 2004. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 323 p.
- FERREIRA, M.C.; SOUZA, J.R.P.; FARIA, T.J. 2007. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1054-1060.
- GATTI, A.B., PEREZ, S.C.J.G.A.; LIMA, M.I.S. 2004. 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, n. 3, p. 459-472.
- HERNÁNDEZ-TERRONE, M.G.; MORAIS, S.A.L.; FERREIRA, S.; SANTOS, D.Q.; NASCIMENTO, E.A.; CHANG, R. 2007. Estudo fitoquímico e alelopático do extrato de caule de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*). **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 755-762.
- INDERJIT; ASAKAWA, C.; DAKSHINI, K.M.M. 1999. Allelopathic potential of *Verbesina encelioides* root leachate in soil. **Canadian Journal of Botany**, v. 77, p. 1419-1424.
- JACOBI, U.S.; FERREIRA, A.G. 1991. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 7, p. 935-943.
- LABOURIAU, L.F.G. 1983. **Agerminação das sementes**. Washington: Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. 174 p. (Série Biologia, 24).
- LIN, D.Z.; DONG, Y.J.; TSUZUKI, E.; SUGIMOTO, Y.; DONG, Y.J.; MATSUO, T.H. 2004. Allelopathic effects of aqueous *Aloe vera* leaf extracts on selected crops. **Allelopathy Journal**, v. 13, p. 67-74.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177.
- MALHEIROS, A.; PERES, M.T.L.P. 2001. Alelopatia: interações químicas entre espécies. In: YUNES, R.A.; CALIXTO, J.B. **Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna**. p. 503-523.
- MARASCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M.E.A. 2005. Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. **Iheringia**, Série Botânica, v. 60, n. 1, p. 91-98.
- MARASCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M.E.A. 2006. 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.
- MIRÓ, C.P., FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. 1998. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 8, p. 261-270.

- MURAKAMI, C.; CARDOSO, F.L.; MAYWORM, M.A.S. 2009. Potencial fitotóxico de extratos foliares de *Aloe arborescens* Miller (Asphodelaceae) produzidos em diferentes épocas do ano. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n. 1, p. 111-117.
- PEREIRA, B.F.; SBRISIA, A.F.; SERRAT, B.M. 2008. Alelopatia intra-específica de extratos aquosos de folhas e raízes de alfafa na germinação e no crescimento inicial de plântulas de dois materiais de alfafa: crioulo e melhorado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 561-564.
- PERIOTTO, F.; PEREZ, S.C.J.G.A.; LIMA, M.I.S. 2004. 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.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; LOPES, B.M. 2001. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 130-136.
- REIGOSA, M.J. SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLEZ, L. 1999. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 5, p. 577-608.
- RIBEIRO, J.P.N. MATSUMOTO, R.S.; TAKAO, L.K.; VOLTARELLI, V.M.; LIMA, M.I.S. 2009. Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *Crinum americanum* L. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 1, p. 183-188.
- RICE, E.L. 1984. **Allelopathy**. 2. ed. New York, Academic Press. 422 p.
- RODRIGUES, K.C.S. 2002. **Verificação da atividade alelopática de *Myrciaria cuspidata* Berg. (Camboim)**. 78f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; CHINI, N.; MARTIN, T.N.; MARCHESE, J.A.; SOARES, A.B. 2009. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1653-1659.
- SCRIVANTI, L.R.; ZUNNINO, M.P.; ZYGADLO, J.A. 2003. *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 31, p. 563-572.
- SILVA, G.B.; MARTIM, L.; SILVA, C.L.; YOUNG, M.C.M.; LADEIRA, A.M. 2006. Potencial alelopático de espécies arbóreas nativas do cerrado. **Hoehnea**, v. 33, n. 3, p. 331-338.
- SIMÕES, C.M.O.; SCHENKE, E.P.; GOSMAN, G.; PALAZZO, J.C.M. de; MENT, L.A.; PETROVICK, P. 2000. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2 ed. UFRGS, Porto Alegre.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; GUILHON, G.M.S.P.; ZOGHBI, M.G.B.; CUNHA, R.L. 2009. Análise comparativa do potencial alelopático de extrato hidroalcoólico e do óleo essencial de folhas de cipó d'alho (Bignoniaceae). **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 647-653.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2009. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 848 p.
- VÁLIO, I.F.; SCARPA, F.M. 2001. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 697-701.
- VYVYAN, J.R. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. **Tetrahedron**, v. 58, p. 1631-1646.
- WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINI, L.H. 2008. 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.

