

Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas

Grasielle Soares Gusman, Alexandre Horácio Couto Bittencourt e Silvana Vestena*

Departamento de Farmácia, Faculdade de Minas, Av. Cristiano Ferreira Varella, 655, 36880-000, Muriaé, Minas Gerais, Brasil.
*Autor para correspondência. E-mail: svestena@yahoo.com.br

RESUMO. Metabólitos secundários produzidos em algumas plantas podem provocar alterações no desenvolvimento de outras plantas ou até mesmo de outros organismos. O objetivo deste trabalho foi identificar possíveis efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas de *Baccharis dracunculifolia* na germinação e no crescimento de plântulas de *Brassica campestris*, *B. oleracea* cv. Capitata, *Citrullus lanatus*, *Eruca sativa*, *Lactuca sativa* cv. Branca Boston, *L. sativa* cv. Grand Rapids, *L. sativa* cv. Simpson, *Lycopersicon esculentum*, *Raphanus sativus* e *Zea mays* L. Para a obtenção do extrato aquoso, foram utilizadas folhas previamente secas na concentração de 1 g 10 mL⁻¹ (p/v) e utilizadas sete concentrações deste extrato aquoso (100, 90, 70, 50, 30, 10 e 0%), em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de dez sementes das espécies cultivadas. Os extratos aquosos de *B. dracunculifolia* evidenciaram potencialidades alelopáticas sobre a germinação das sementes e no crescimento da parte aérea e do sistema radicular de todas espécies testadas, sendo que a redução na germinação e no crescimento inicial elevaram-se com o aumento das concentrações dos extratos aquosos utilizados. Os resultados indicam a existência de potencial alelopático de *B. dracunculifolia*.

Palavras-chave: germinação, crescimento, inibição.

ABSTRACT. Allelopathy of *Baccharis dracunculifolia* DC. on the germination and development of cultivated species. Secondary metabolites produced in some plant species can cause developmental changes in other plants or even in other organisms. The objective of this work was to identify the possible allelopathic effects of the aqueous extracts of *Baccharis dracunculifolia* leaves in the germination and growth of seedlings of *Brassica campestris*, *B. oleracea* cv. Capitata, *Citrullus lanatus*, *Eruca sativa*, *Lactuca sativa* cv. Branca Boston, *L. sativa* cv. Grand Rapids, *L. sativa* cv. Simpson, *Lycopersicon esculentum*, *Raphanus sativus* and *Zea mays*. The aqueous extracts were made out of dried leaves at 1g 10mL⁻¹ (p/v) concentration and by using seven of those aqueous extract concentrations (100, 90, 70, 50, 30, 10 and 0%), arranged into a completely randomized design, with five repetitions of ten seeds of each cultivated species. The aqueous extracts of *B. dracunculifolia* revealed allelopathic potential in the germination of seeds and in the growth of the aerial part of the root system in all tested species, while the reduction in germination and initial growth intensified with the increase in the concentrations of the aqueous extracts used. The results indicate the existence of allelopathic potential in *B. dracunculifolia*.

Key words: germination, growth, inhibition.

Introdução

As plantas competem por luz, água e nutrientes, revelando uma competição constante entre as espécies que vivem em comunidade. Essa competição contribui para a sobrevivência das espécies no ecossistema. Algumas espécies desenvolvem mecanismos de defesa que se baseiam na síntese de determinados metabólitos secundários, que quando liberados no ambiente interferirão em alguma etapa do ciclo de vida de uma outra planta (Alves *et al.*, 2004).

Os aleloquímicos podem variar quanto à

composição, concentração e localização no vegetal. Essas substâncias podem ser liberadas para o ambiente de diversas formas, sendo que fatores ambientais como temperatura e condições hídricas, por exemplo, influenciam o processo de liberação. A decomposição de resíduos vegetais é uma das fontes mais importantes de aleloquímicos (Reigosa *et al.*, 1999). Pode-se citar também a volatilização pelas partes aéreas da planta; a lixiviação das superfícies do vegetal pela chuva, orvalho e neblina; a exsudação pelas raízes e a lixívia de serapilheira (Anaya, 1999; Gliessman, 2000; Singh *et al.*, 2005).

Os efeitos alelopáticos são mediados por substâncias químicas pertencentes a diferentes classes de compostos, tais como fenóis, terpenos, alcaloides, poliacetilenos, ácidos graxos, peptídeos (Medeiros, 1990; Delachiave *et al.*, 1999), quinonas complexas, glicosídeos, cianogênicos, saponinas e taninos (Medeiros, 1990).

Muitas substâncias apontadas como alelopáticas estão também relacionadas com funções de proteção ou defesa das plantas contra o ataque de microrganismos e insetos (Medeiros, 1990; Ferreira e Áquila, 2000). Dentre estas se destacam os taninos (Santamaría, 1999), apontados por Howe e Westley (1988) como substâncias redutoras de digestibilidade em plantas que afastam os agentes dispersores não-especializados das sementes de *Virola surinamensis*. Apenas os tucanos e outras aves de grande porte são capazes de digerir o tanino presente nos frutos de *Virola surinamensis* e são considerados como agentes dispersores efetivos da espécie (Piña-Rodrigues e Lopes, 2001).

A alelopatia é um fenômeno que influencia a sucessão vegetal primária e a secundária, a estrutura e composição de comunidades vegetais, a dinâmica entre diferentes formações, a dominância de certas espécies vegetais, afetando a biodiversidade local e a agricultura (Reigosa *et al.*, 1999). Devido à importância que esse fenômeno apresenta em ecossistemas naturais ou manejados, muitos estudos já foram realizados sobre o tema, sendo que a grande maioria dos trabalhos envolve espécies de interesse econômico (Maraschin-Silva e Áquila, 2006; Tokura e Nóbrega, 2006).

Alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia* DC.), pertencente à família Asteraceae, é um arbusto lenhoso, nativo do Brasil, encontrado nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste (Barroso, 1976). Cresce principalmente em áreas de cerrado, pastagens abandonadas e áreas em processo de sucessão (Bastos, 2001). A espécie é utilizada por suas propriedades analgésica, antiespasmódica, calmante, sedativa e citostática (Lorenzi e Matos, 2002). Além disso, o alecrim-do-campo tem sido objeto de numerosos estudos entomológicos, pela sua riqueza de insetos herbívoros e galhadores destacando-se, principalmente, por sua relação peculiar com as abelhas *Apis mellifera* (Bastos, 2001). De acordo com Park *et al.* (2004), *Baccharis dracunculifolia* é a principal fonte botânica da própolis “verde” produzida no Sudeste brasileiro. Considerando o processo alelopático, pouco se sabe sobre os efeitos desta espécie no estabelecimento das culturas, ou seja, na germinação e no desenvolvimento das plântulas de espécies de importância agrícola.

Sendo assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o potencial alelopático de folhas secas de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas de mostarda (*Brassica campestris* L.), repolho (*Brassica oleracea* L. cv. Capitata), melancia (*Citrullus lanatus* L.), rúcula (*Eruca sativa* L.), alface (*Lactuca sativa* L. cv. Branca Boston, *L. sativa* L. cv. Grand Rapids e *L. sativa* cv. Simpson), tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), rabanete (*Raphanus sativus* L.) e milho (*Zea mays* L.).

Material e métodos

Folhas de alecrim-do-campo foram coletadas no município de Eugenópolis, Estado de Minas Gerais, sendo secas em estufa a 50°C até obtenção de massa seca estável. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Bioquímica da Faculdade de Minas – Faminas, Muriaé, Estado de Minas Gerais.

Para a realização dos bioensaios de germinação, foram utilizadas sementes de mostarda, repolho, melancia, rúcula, alface (cultivares Branca Boston, Grand Rapids e Simpson), tomate, rabanete e milho, sendo que estas espécies e cultivares foram obtidas no comércio local. Foram efetuados testes preliminares em laboratório para verificação da viabilidade e do vigor da germinação das sementes.

Para a obtenção do extrato aquoso de alecrim-do-campo, foram utilizadas folhas previamente secas na concentração de 1 g 10 mL⁻¹ (p/v) e trituradas em um liquidificador. A mistura foi deixada em repouso por 48 h na geladeira (5° ± 1°C), sendo, após, filtrada em funil-de-buchner, por duas vezes, usando-se papel filtro qualitativo. O extrato foi diluído em seis concentrações diferentes (100, 90, 70, 50, 30, 10%) e utilizado água destilada como tratamento-controle.

Para os testes de germinação, foram utilizadas placas de Petri esterilizadas de 9 cm de diâmetro, forradas com dois discos de papel-filtro, sendo umedecidas com 7 mL de água destilada (controle) ou do extrato aquoso. Dez sementes das espécies cultivadas por placa de Petri com cinco repetições constituíram a unidade experimental. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram pelo menos 2 mm de protusão radicular (Brasil, 1992). O experimento foi mantido por um período de dez dias, sendo verificado, diariamente, 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 dez dias de experimento.

A determinação do índice de velocidade de

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

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado sendo os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Beiguelman, 2002).

Resultados e discussão

Verificou-se que os extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo reduziram o percentual de germinação de todas espécies testadas (mostarda, repolho, melancia, rúcula, cultivares de alface, tomate, rabanete e milho) (Tabela 1).

Para todas espécies ou cultivares testadas, o percentual de germinação reduziu significativamente com o aumento das concentrações dos extratos aquosos utilizados (Tabela 1). Na concentração de 10% do extrato aquoso do alecrim-do-campo, não foi observado estímulo ou redução no percentual de germinação, quando comparado ao tratamento-controle, para todas as espécies testadas, exceto para a cultivar de alface Branca Boston (Tabela 1).

Os extratos aquosos do alecrim-do-campo inibiram completamente a germinação de sementes de mostarda, a partir da concentração de 50%, de repolho e de rúcula, a partir da concentração de 70%, de melancia nas mais altas concentrações (90 e 100%) e de rabanete na maior concentração (100%) (Tabela 1).

As cultivares de alface também se mostraram sensíveis aos extratos aquosos de alecrim-do-campo. A cultivar Grand Rapids se mostrou menos sensível que as demais (Branca Boston e Simpson) e apenas nas maiores concentrações (90 e 100%) dos extratos foi verificada a redução no percentual de germinação, quando comparado ao tratamento-controle (Tabela 1). As sementes das cultivares Branca Boston e Simpson se mostraram muito sensíveis aos extratos aquosos de alecrim-do-campo. Tanto para a cultivar Grand Rapids como para a

Branca Boston, nos extratos mais concentrados (90 e 100%), não se observou germinação; para a cultivar Simpson, a partir da concentração de 50%, observou-se inibição na germinação (Tabela 1).

As sementes de milho foram as menos sensíveis aos extratos aquosos testados, pois apenas quando foi utilizado extrato puro (100%) é que foi verificada a redução no percentual da germinação, quando comparado ao tratamento-controle (Tabela 1); redução esta de 47,8%. Ao contrário do ocorrido com as sementes de milho, o percentual de germinação das sementes de tomate diminuiu com o aumento das concentrações utilizadas, apesar de se verificar menor sensibilidade que as outras espécies de hortaliças testadas (Tabela 1).

No presente experimento, o índice de velocidade de germinação (IVG) foi afetado pelos extratos aquosos de alecrim-do-campo. Para mostarda, rabanete, rúcula e as cultivares de alface Branca Boston e Simpson, o índice de velocidade de germinação diminuiu a partir da concentração de 10%, quando comparado ao tratamento-controle; para repolho, tomate e a cultivar de alface Grand Rapids, foi verificada a redução a partir da concentração de 30%; para melancia e milho, a partir da concentração de 50%. Esta variável diminuiu com o aumento das concentrações dos extratos utilizados (Tabela 2).

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 de germinação inativa no decorrer do bioensaio (Chiapuso *et al.*, 1997). Muitas vezes, observam-se efeitos significativos de extratos sobre o tempo médio e entropia de germinação e nenhuma diferença na germinabilidade, em relação ao controle (Ferreira e Áquila, 2000), o que foi verificado nos bioensaios realizados com as espécies testadas.

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de espécies cultivadas em extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*).

Espécie vegetal	Concentração do extrato (%)						
	0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	72 ± 1,14 b	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c
<i>Brassica oleracea</i> cv. Capitata	96 ± 0,45 a	84 ± 0,45 a	52 ± 1,14 b	12 ± 0,89 c	0 ± 0,00 d	0 ± 0,00 d	0 ± 0,00 d
<i>Citrullus lanatus</i>	80 ± 1,00 a	80 ± 0,71 a	68 ± 0,89 a	40 ± 1,41 b	12 ± 0,55 c	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c
<i>Eruca sativa</i>	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	40 ± 0,71 b	4 ± 0,45 c	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c
<i>Lactuca sativa</i> cv. Branca Boston	92 ± 0,55 a	20 ± 0,00 b	12 ± 0,55 b	12 ± 0,55 b	4 ± 0,45 bc	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c
<i>Lactuca sativa</i> cv. Grand Rapids	100 ± 0,00 a	96 ± 0,45 a	92 ± 0,89 a	80 ± 1,00 a	80 ± 0,71 a	0 ± 0,00 b	0 ± 0,00 b
<i>Lactuca sativa</i> cv. Simpson	84 ± 0,84 a	72 ± 1,52 a	16 ± 0,84 b	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c	0 ± 0,00 c
<i>Lycopersicon esculentum</i>	96 ± 0,45 a	92 ± 0,55 a	88 ± 0,55 a	72 ± 1,52 ab	44 ± 0,84 bc	12 ± 0,55 cd	8 ± 0,55 d
<i>Raphanus sativus</i>	96 ± 0,45 a	96 ± 0,45 a	52 ± 1,14 b	32 ± 0,89 c	12 ± 0,55 d	4 ± 0,45 d	0 ± 0,00 d
<i>Zea mays</i>	92 ± 0,55 a	92 ± 0,55 a	84 ± 0,45 ab	68 ± 1,14 ab	64 ± 0,45 ab	60 ± 1,00 ab	48 ± 1,67 c

As médias ± desvio-padrão, seguidas pelas mesmas letras nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de espécies cultivadas em extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*).

Espécie vegetal	Concentração do extrato (%)						
	0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	7,5 ± 0,09 a	1,2 ± 0,10 b	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Brassica oleracea</i> cv. Capitata	5,2 ± 0,09 a	4,5 ± 0,36 a	2,4 ± 0,54 b	0,2 ± 0,29 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Citrullus lanatus</i>	2,6 ± 0,58 a	2,6 ± 0,61 a	1,7 ± 0,46 ab	0,9 ± 0,21 b	0,2 ± 0,05 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Eruca sativa</i>	8,1 ± 0,20 a	3,8 ± 0,09 b	0,7 ± 0,21 c	0,1 ± 0,08 d	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 d
<i>Lactuca sativa</i> cv. Branca Boston	4,3 ± 0,18 a	0,8 ± 0,09 b	0,5 ± 0,35 b	0,1 ± 0,09 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Lactuca sativa</i> cv. Grand Rapids	8,9 ± 0,10 a	8,7 ± 0,25 a	3,6 ± 0,27 b	2,9 ± 0,19 b	2,6 ± 0,11 b	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Lactuca sativa</i> cv. Simpson	7,8 ± 0,04 a	3,1 ± 0,12 b	0,5 ± 0,14 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Lycopersicon esculentum</i>	3,7 ± 0,17 a	2,0 ± 0,25 ab	1,2 ± 0,18 bc	0,9 ± 0,52 c	0,5 ± 0,10 c	0,1 ± 0,03 d	0,0 ± 0,00 d
<i>Raphanus sativus</i>	9,4 ± 0,78 a	7,0 ± 0,65 b	3,1 ± 0,24 c	2,5 ± 0,69 c	0,2 ± 0,23 d	0,1 ± 0,06 d	0,0 ± 0,00 d
<i>Zea mays</i>	5,4 ± 0,64 a	4,5 ± 0,32 a	4,1 ± 0,15 ab	3,7 ± 0,14 b	3,0 ± 0,25 bc	2,7 ± 0,10 c	2,4 ± 0,57 c

As médias ± desvio-padrão, seguidas pelas mesmas letras nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Adicionalmente, os extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo reduziram o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de todas as espécies testadas (mostarda, repolho, melancia, rúcula, cultivares de alface, tomate, rabanete e milho) (Tabelas 3 e 4).

Ao contrário do ocorrido para o percentual de germinação, quando foi utilizado extrato aquoso na concentração de 10%, já foi verificada a redução no crescimento inicial da parte aérea e do sistema radicular das plântulas (Tabelas 3 e 4). O crescimento inicial tanto da parte aérea como do sistema radicular de mostarda e de repolho foi inibido. Para mostarda, não se observou crescimento da parte aérea e do sistema radicular, a partir da concentração de 50%, e para as plântulas de repolho, o crescimento da parte aérea e do sistema radicular foi inibido a partir da concentração de 50 e 30%,

respectivamente (Tabelas 3 e 4).

Melancia e rúcula também se mostraram muito sensíveis aos extratos aquosos, sendo que o crescimento inicial tanto da parte aérea como do sistema radicular de melancia foi inibido a partir da concentração de 70% dos extratos do alecrim-do-campo; já para as plântulas de rúcula, os extratos aquosos inibiram o crescimento da parte aérea a partir da concentração de 70% e do sistema radicular a partir da concentração de 50% (Tabelas 3 e 4).

O crescimento inicial das plântulas de tomate e de rabanete também sofreu redução na presença dos extratos aquosos utilizados. O crescimento inicial da parte aérea e do sistema radicular das plântulas de tomate foi inibido a partir da concentração de 70 e 100%, respectivamente, e para rabanete, não se observou crescimento nas maiores concentrações (90 e 100%) utilizadas (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Efeito alelopático de extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) sobre o crescimento (cm) da parte aérea de espécies cultivadas.

Espécie vegetal	Concentração do extrato (%)						
	0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	6,0 ± 0,29 a	3,8 ± 0,53 b	1,1 ± 0,95 c	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 d
<i>Brassica oleracea</i> cv. Capitata	1,2 ± 0,23 a	0,8 ± 0,08 b	0,1 ± 0,09 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Citrullus lanatus</i>	2,1 ± 0,21 a	1,1 ± 0,28 ab	0,6 ± 0,18 b	0,1 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Eruca sativa</i>	2,5 ± 0,26 a	1,1 ± 0,30 b	0,7 ± 0,38 b	0,1 ± 0,13 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Lactuca sativa</i> cv. Branca Boston	1,6 ± 0,11 a	0,8 ± 0,54 b	0,2 ± 0,36 b	0,2 ± 0,18 b	0,0 ± 0,09 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b
<i>Lactuca sativa</i> cv. Grand Rapids	1,5 ± 0,34 a	1,5 ± 0,25 a	0,5 ± 0,22 b	0,4 ± 0,18 b	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Lactuca sativa</i> cv. Simpson	1,4 ± 0,27 a	1,4 ± 0,47 a	0,2 ± 0,21 b	0,2 ± 0,21 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b
<i>Lycopersicon esculentum</i>	3,9 ± 0,25 a	3,4 ± 0,52 a	0,6 ± 0,22 b	0,1 ± 0,10 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Raphanus sativus</i>	4,2 ± 0,58 a	3,6 ± 0,23 a	2,7 ± 0,41 ab	2,0 ± 0,11 b	0,4 ± 0,25 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Zea mays</i>	2,7 ± 0,31 a	2,5 ± 0,21 a	2,5 ± 0,54 a	2,5 ± 0,58 a	2,1 ± 0,31 ab	1,4 ± 0,22 bc	1,1 ± 0,22 c

As médias ± desvio-padrão, seguidas pelas mesmas letras nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Efeito alelopático de extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) sobre o crescimento do sistema radicular (cm) de espécies cultivadas.

Espécie vegetal	Concentração do extrato (%)						
	0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	3,7 ± 0,65 a	2,9 ± 1,63 a	0,9 ± 0,81 b	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Brassica oleracea</i> cv. Capitata	1,6 ± 0,27 a	0,5 ± 0,15 b	0,0 ± 0,04 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Citrullus lanatus</i>	1,6 ± 0,33 a	0,6 ± 0,13 b	0,6 ± 0,16 b	0,2 ± 0,13 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Eruca sativa</i>	3,5 ± 0,60 a	2,3 ± 0,80 a	0,2 ± 0,10 b	0,0 ± 0,04 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b
<i>Lactuca sativa</i> cv. Branca Boston	2,1 ± 0,23 a	0,3 ± 0,67 b	0,2 ± 0,36 b	0,1 ± 0,16 b	0,0 ± 0,09 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b
<i>Lactuca sativa</i> cv. Grand Rapids	1,9 ± 0,23 a	1,4 ± 0,18 a	0,2 ± 0,11 b	0,1 ± 0,08 b	0,0 ± 0,04 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b
<i>Lactuca sativa</i> cv. Simpson	1,0 ± 0,13 a	1,0 ± 0,54 a	0,2 ± 0,33 b	0,1 ± 0,21 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b
<i>Lycopersicon esculentum</i>	8,0 ± 0,92 a	3,9 ± 0,29 b	1,0 ± 0,18 c	0,4 ± 0,11 cd	0,2 ± 0,05 d	0,1 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00 d
<i>Raphanus sativus</i>	10,1 ± 1,28 a	9,2 ± 0,86 a	2,3 ± 0,31 b	1,7 ± 0,49 b	0,1 ± 0,08 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c
<i>Zea mays</i>	6,1 ± 1,15 a	5,8 ± 0,43 a	4,1 ± 0,45 b	3,7 ± 0,32 b	3,1 ± 0,59 bc	2,1 ± 0,36 cd	1,5 ± 0,24 d

As médias ± desvio-padrão, seguidas pelas mesmas letras nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O crescimento das plântulas das cultivares de alface foi o mais sensível aos extratos aquosos de alecrim-do-campo. Tanto para a parte aérea como para o sistema radicular das três cultivares (Grand Rapids, Simpson e Branca Boston), a partir da concentração de 30%, foi observada a redução no crescimento e, a partir da concentração de 70% dos extratos, observou-se inibição no crescimento inicial das plântulas (Tabelas 3 e 4). No entanto, esta acentuada sensibilidade encontrada em todas espécies apresentadas não foi observada para o crescimento inicial das plântulas de milho, apesar de ser verificada redução no crescimento inicial tanto da parte aérea como do sistema radicular das plântulas com o aumento das concentrações utilizadas (Tabelas 3 e 4).

As alterações no padrão de germinação e no desenvolvimento podem resultar de diversos efeitos causados em nível primário. Entre elas, Ferreira e Áquila (2000) destacam alterações na permeabilidade de membranas, na transcrição e tradução do DNA, no funcionamento de mensageiros secundários, na respiração, pelo seqüestro do oxigênio, na conformação de enzimas e receptores, ou ainda, pela combinação destes fatores.

Em muitos estudos e no presente trabalho, os efeitos alelopáticos podem ser observados tanto sobre a germinação quanto sobre o crescimento da plântula. O efeito é mais drástico sobre o crescimento do que sobre a germinação (Ferreira e Áquila, 2000; Iganci *et al.*, 2006). Resultados similares já foram encontrados em outros trabalhos conduzidos em espécies pioneiras (Jacobi e Ferreira, 1991; Delachiave *et al.*, 1999; Áquila, 2000; Maraschin-Silva e Áquila, 2005).

Delachiave *et al.* (1999), enfatizam que o tomateiro e o milho têm se mostrado bastante sensíveis aos efeitos de compostos alelopáticos. Relata-se que a juglona, uma toxina extraída de raízes e casca de *Juglans nigra*, inibiu o desenvolvimento do tomateiro, o qual, frequentemente, é empregado para detectar a presença de toxinas, por sua extrema susceptibilidade às mesmas; já *Stylosanthes guyanensis*, em condições de campo, apresentou efeitos alelopáticos prejudiciais ao desenvolvimento de milho, arroz e trevo vermelho. Além disso, Ferreira e Áquila (2000) e Alves *et al.* (2004) relatam que a resistência ou tolerância aos metabólitos secundários é uma característica espécie-específica, existindo aquelas mais sensíveis, como alface, tomate e pepino, estando de acordo com os dados encontrados no presente trabalho.

Compostos fenólicos correspondem à classe de metabólitos secundários na qual se encontra a maior parte dos compostos com atividade alelopática, incluindo desde fenóis simples até taninos de estrutura complexa (Rice, 1984). Entre os fenóis, poucos são voláteis, e entre os compostos voláteis com efeito

alelopático, são conhecidos alguns terpenos (Rice, 1984; Mazzafera, 2003). *B. dracunculifolia* apresenta compostos fenólicos, taninos, terpenos e alcalóides que podem ser os responsáveis pelos efeitos fitotóxicos na germinação das sementes e no crescimento inicial das plântulas das espécies testadas (Lorenzi e Matos, 2002).

As substâncias alelopáticas, tais como saponinas e taninos, podem apresentar mecanismos de ação indiretos ou diretos. Os efeitos indiretos incluem alterações nas propriedades e no estado nutricional do solo, bem como nas populações e, ou atividades de microrganismos. Já os efeitos diretos, que são mais estudados, incluem alterações no metabolismo vegetal, podendo afetar as características citológicas, a absorção mineral, a respiração, a atividade enzimática, a divisão celular, entre outros (Rice, 1984; Rizvi e Rizvi, 1992).

Em todos tratamentos com extratos de alecrim-do-campo, foram registradas anormalidades, principalmente no sistema radicular, onde as raízes primárias se apresentaram mais espessas, continham mais pelos absorventes em relação ao controle e, nas concentrações a partir de 30%, as raízes apresentaram-se atrofiadas, defeituosas, curtas e desproporcionais em relação às outras estruturas da planta; para algumas espécies, os extratos aquosos provocaram oxidação ou necrose nas raízes, exceto para as plântulas de milho (Tabela 5). Esses dados também foram encontrados em outros estudos de alelopatia (Jacobi e Ferreira, 1991; Medeiros e Luchesi, 1993; Áquila, 2000; Gatti *et al.*, 2004; Maraschin-Silva e Áquila, 2006).

A presença de anormalidades em raízes parece ser uma boa característica para registro de anormalidade de plântula, pois este órgão é mais sensível à ação alelopática que a parte aérea (Pires e Oliveira, 2001). A avaliação da anormalidade das plântulas é instrumento valioso nos experimentos de alelopatia, e a necrose da radícula é o sintoma mais comum da anormalidade (Ferreira e Áquila, 2000). Compostos químicos que, muitas vezes, apresentam efeito alelopático também podem ter efeitos genotóxicos e mutagênicos (Nunes e Araújo, 2003).

É comum encontrar, nas plantas superiores, compostos com propriedades alelopáticas diversificadas quimicamente, sendo que a quantidade e a composição destes podem variar com a espécie estudada, estágio de desenvolvimento e época de coleta (Jacobi e Ferreira, 1991; Ferreira e Áquila, 2000). Também, deve ser considerado que em condições de solo o efeito dos agentes aleloquímicos pode ser diferente do observado *in vitro*. Os processos utilizados para demonstrar que determinados extratos têm efeitos alelopáticos não prova mais do que a existência de aleloquímicos no material vegetal, não podendo inferir que em condições de campo elas se manifestem.

Tabela 5. Porcentagem média de plântulas com anormalidade e mortalidade cultivadas em extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*).

Espécie vegetal		Concentração do extrato (%)						
		0	10	30	50	70	90	100
<i>Brassica campestris</i>	(Anormalidade)	-	-	82	-	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	100	100	100	100
<i>Brassica oleracea</i> cv. Capitata	(Anormalidade)	-	-	-	-	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	100	100	100	100	100
<i>Citrullus lanatus</i>	(Anormalidade)	-	-	22	87	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	100	100	100
<i>Eruca sativa</i>	(Anormalidade)	-	-	72	-	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	100	100	100	100
<i>Lactuca sativa</i> cv. Branca Boston	(Anormalidade)	-	-	12	62	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	100	100	100
<i>Lactuca sativa</i> cv. Grand Rapids	(Anormalidade)	-	-	27	57	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	100	100	100
<i>Lactuca sativa</i> cv. Simpson	(Anormalidade)	-	-	22	67	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	100	100	100
<i>Lycopersicon esculentum</i>	(Anormalidade)	-	-	-	46	74	85	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	-	100
<i>Raphanus sativus</i>	(Anormalidade)	-	-	16	22	66	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	100	100
<i>Zea mays</i>	(Anormalidade)	-	-	-	-	-	-	-
	(Mortalidade)	-	-	-	-	-	-	-

Desta forma, os resultados do presente trabalho indicam a presença de toxidez e, possivelmente, potencial alelopático promovido pelas folhas secas de alecrim-do-campo. Este efeito se manifestou pela redução ou inibição do percentual de germinação e de crescimento inicial das plântulas das espécies testadas, bem como pelas anormalidades estruturais encontradas nas plântulas.

Conclusão

Os efeitos alelopáticos foram observados tanto na germinação quanto no crescimento inicial da plântula, sendo o efeito mais drástico sobre o crescimento inicial do que sobre a germinação.

Os extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo reduziram a velocidade de germinação das espécies testadas.

Os extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo, a partir da concentração de 50 e, ou 70% do extrato aquoso, acarretaram inibição no crescimento para todas espécies testadas, exceto para o milho.

Em todos tratamentos com extratos de alecrim-do-campo, foram registradas anormalidades, principalmente no sistema radicular, exceto para plântulas de milho.

Referências

- ALVES, M.C.S. et al. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1083-1086, 2004.
- ÁQUILA, M.E.A. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca*

- sativa* L. *Iheringia Bot.*, Porto Alegre, v. 53, p. 51-66, 2000.
- ANAYA, A.L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. *CRC Crit. Rev. Plant. Sci.*, Boca Raton, v. 18, n. 6, p. 697-739, 1999.
- BARROSO, G. Compositae: subtribo Bacchariridinae Hoffman. Estudo das espécies ocorrentes no Brasil. *Rodriguesia*, Rio de Janeiro, v. 10, p. 7-273, 1976.
- BASTOS, E.M.A.F. *Origem botânica e indicadores de qualidade da "própolis verde" produzida no Estado de Minas Gerais, Brasil*. 2001. Tese (Doutorado)–Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.
- BEIGUELMAN, B. *Curso prático de bioestatística*. 5. ed. Ribeirão Preto: Funpec, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992.
- CHIAPUSO, G. et al. Do germination indices adequately reflect allelochemical effects on the germination process? *J. Chem. Ecol.*, New York, v. 23, p. 2445-2453, 1997.
- DELACHIAVE, M.E.A. et al. Efeitos alelopáticos de losna (*Artemisia absinthium* L.) na germinação de pepino, milho, feijão e tomate. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 265-269, 1999.
- FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, Londrina, v. 12, p. 175-204, 2000.
- GATTI, A.B. et al. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Bot. Bras.*, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 459-472, 2004.
- GLIESSMAN, S.R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: UFRGS, 2000.
- HOWE, H.F.; WESTLEY, L.C. *Ecological relationships of plants and animals*. New York: Oxford University Press, 1988.

- IGANCI, J.R.V. *et al.* Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 79-82, 2006.
- JACOBI, U.S.; FERREIRA, A.G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) sobre espécies cultivadas. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 26, n. 7, p. 935-943, 1991.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 231-238, 2003.
- MARSCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. *Iheringia, Bot.*, Porto Alegre, v. 60, n. 1, p. 91-98, 2005.
- MARSCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Acta Bot. Bras.*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.
- MEDEIROS, A.R.M. Alelopatia: importância e suas aplicações. *Horti Sul*, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 27-32, 1990.
- MEDEIROS, A.R.M.; LUCCHESI, A.A. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alface em testes de laboratório. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 28, n. 1, p. 9-14, 1993.
- NUNES, A.P.M.; ARAUJO, A.C. Ausência de genotoxicidade de esteviosídeo em *E. coli*. In: SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 10., 2003, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: UERJ, 2003. p. 15.
- PARK, Y.K. *et al.* Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia* as the main botanical origin of southeastern Brazilian propolis. *J. Agric. Food. Chem.*, Washington, D.C., v. 52, p. 1100-1103, 2004.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; LOPES, B.M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. *Floresta ambient.*, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 130-136, 2001.
- PIRES, N.M.; OLIVEIRA, V.R. Alelopatia. In: OLIVEIRA, R.S.; CONSTANTIN, J. (Ed.). *Plantas daninhas e seu manejo*. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.145-185.
- REIGOSA, M.J. *et al.* Ecophysiological approach in allelopathy. *CRC Crit. Rev. Plant. Sci.*, Boca Raton, v. 18, n. 5, p. 577-608, 1999.
- RICE, E.L. *Allelopathy*. 2. ed. New York: Academic Press, 1984.
- RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V. Exploration of allelochemicals in improving crop productivity. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V. (Ed.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. London: Chapman and Hall, 1992. p. 443-472.
- SANTAMARIA, L.M. *Interacción entre organismos: sistemas de defensa*. Berkeley: Chimera Javeriana, 1999.
- SINGH, H.P. *et al.* Phytotoxic effects of *Parthenium hysterophorus* residues on three *Brassica* species. *Weed Biol. Manag.*, Carlton, v. 5, p. 105-109, 2005.
- TOKURA, L.K.; NÓBREGA, L.H.P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 28, n. 3, p. 379-383, 2006.

Received on September 14, 2007.

Accepted on March 20, 2008.