

POTENCIAL ALELOPÁTICO DA CULTURA DA CANOLA (*Brassica napus* L. var. oleifera) NA SUPRESSÃO DE PICÃO-PRETO (*Bidens* sp.) E SOJA

ALLELOPATHIC POTENTIAL OF CANOLA CROP (Brassica napus L. var. oleifera) ON SUPPRESSION OF HAIRY BEGGARTICKS (Bidens sp.) AND SOYBEAN

Mauro Antônio Rizzardi¹, Ronaldo Neves², Tiago Daniel Lamb³, Leonardo Barcarollo Johann⁴

¹ Eng. Agr., Doutor, Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Caixa Postal 611, 99001-970, Passo Fundo, RS. rizzardi@upf.br.

² Biólogo. Aluno do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo.

³ Acadêmico do Curso de Agronomia, bolsista de iniciação científica do CNPq.

⁴ Acadêmico do Curso de Agronomia, bolsista de iniciação científica da Fapergs.

(Recebido para Publicação em 16/05/2007, Aprovado em 11/01/2008)

R. Bras. Agrobiologia, Pelotas, v.14, n.2, p.239-248, abr-jun, 2008

RESUMO

A alelopatia é um fenômeno natural de interferência entre plantas, geralmente caracterizado por interações negativas. Há milhares de anos o homem observa que determinadas plantas suprimem o crescimento de outras, porém nem sempre são conhecidos os mecanismos desta supressão, o que dificulta seu uso no manejo de plantas daninhas. A canola produz uma série de compostos alelopáticos que influenciam na germinação e no crescimento de plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar, em laboratório e em casa de vegetação, o potencial alelopático da canola sobre a germinação e velocidade de emergência de soja e de picão-preto (*Bidens* sp.). Os experimentos foram realizados utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial. Os experimentos conduzidos em laboratório e casa de vegetação revelaram que os extratos aquosos de canola e também sua palha influenciaram negativamente a porcentagem de germinação e a velocidade de emergência de plantas de picão-preto e de soja.

Palavras-chave: alelopatia, brassicaceae, metabólitos secundários, plantas daninhas.

ABSTRACT

Allelopathy is a natural process of interference between plants, usually characterized by negative interactions. The man has observed over thousand of years that specific plants suppress the growth of some other plants. However the mechanisms of this suppression are not always known, making different its use in weed management programs. Canola produces several allelopathic compounds that influence germination and growth of plants area. The objective of this work was to evaluate in laboratory and greenhouse the allelopathic potential of canola biomass on germination, speed of emergency and growth of soybean and hairy beggarticks (*Bidens* sp.). The experiments were done adopting a completely random design, as factorial. The laboratory and greenhouse trials showed that the water extracts of canola plants as well as it's straw had negative influence on the percentage of germination and speed emergency of hairy beggarticks and soybean.

Keywords: allelopathy, brassicaceae, secondary metabolites, weeds

INTRODUÇÃO

O manejo de plantas daninhas vem sendo baseado principalmente no controle químico. Esse freqüente uso de herbicidas, associado ao monocultivo, é uma das principais

formas para seleção de plantas daninhas resistentes aos herbicidas. Os problemas de resistência de plantas daninhas à herbicidas surgiram a partir dos anos 80, com o desenvolvimento e uso repetitivo, por vários anos, de produtos altamente eficientes e seletivos, contribuindo para a seleção de plantas daninhas resistentes aos mesmos (CARVALHO, 2004).

Além dos problemas relacionados à resistência, quando utilizados inadequadamente, os herbicidas desequilibram os ecossistemas, alterando as propriedades físicas e/ou químicas da água e do solo. Apesar disso, é inegável que os herbicidas facilitam consideravelmente a produção de alimentos. A sociedade está questionando o possível impacto de herbicidas na saúde e no ambiente. Assim, métodos alternativos de controle de plantas daninhas são desejados e devem ser buscados. A alelopatia, que, no caso dos vegetais, é um fenômeno natural de interferência entre plantas, caracterizado por EL-KHAWAS & SHEHATA (2005) como uma interação negativa através de sinais químicos, tem despertado interesse de pesquisadores do mundo inteiro, principalmente no que diz respeito à utilização de culturas com potencial alelopático e identificação de novas moléculas herbicidas.

Com relação a novas moléculas herbicidas, DUKE et al. (2002) afirmam que a natureza possui vários materiais bioativos e compostos com propriedades inexploradas e o maior interesse nestes bioativos naturais é descobrir seus sítios de ação visando a identificação de novas moléculas herbicidas. No caso da utilização de extratos alelopáticos como herbicidas, numerosos compostos produzidos por plantas cultivadas mostram-se inibitórios para diversas plantas daninhas e, agem como eficientes herbicidas naturais (CASTRO et al., 1983; MACÍAS et al., 1998; WU et al., 1999).

Muitos autores têm feito referência aos efeitos do potencial alelopático de restos vegetais e extratos sobre a germinação e desenvolvimento de plantas. THEISEN & VIDAL (1999) afirmam que a manutenção de grande quantidade de palha sobre o solo proporciona benefícios ao agricultor, pela liberação de aleloquímicos que influenciam negativamente a germinação das sementes ou o desenvolvimento das plantas daninhas. SANTOS et al. (1992) constataram redução na velocidade e na porcentagem de emergência de caruru-da-mancha

(*Amaranthus viridis*) em função de extratos de casca de arroz e café. DAYAN et al. (1999) concluíram que moléculas aleloquímicas que ocorrem naturalmente em plantas como *Eurycoma longifolia*, *Brucea* spp, *Quassia indica*, *Castela* spp e *Ailanthus* spp, foram fitotóxicas e reduziram o crescimento da radícula de alface (*Lactuca sativa*) e afetaram todas as fases da mitose em cebola (*Allium cepa*), na zona de crescimento da raiz. SOUZA FILHO & ALVES (2000) verificaram que extratos aquosos de folhas e casca de acapu (*Vouacapoua americana*) reduziram a germinação das sementes de malva (*Malva parviflora*). Em outro trabalho, SOUZA FILHO (2002) comprovou que extratos hidroalcoólicos da parte aérea, raízes e sementes e extratos brutos de sementes de *Canavalia ensiformis* exerceram efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes e sobre o alongamento da radícula das plantas daninhas *Mimosa pudica*, *Urena lobata*, *Senna obtusifolia*, *Senna occidentalis*.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial alelopático da canola sobre a germinação e velocidade de emergência da soja e do picão-preto.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Centro de Pesquisa em Alimentos (Cepa) e na área de herbologia, do Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária da Universidade de Passo Fundo.

O primeiro experimento, em câmara de germinação, foi arranjado em esquema fatorial, em que os tratamentos constaram de três fatores: extrato (planta seca e planta verde); órgão da planta (raízes, caules e folhas) e concentração do extrato (0, 20, 40, 80 e 100%). Utilizaram-se quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. O primeiro passo foi a obtenção da matéria-prima para a elaboração dos extratos aquosos. Para isso, foram utilizadas plantas de canola do híbrido Hyola 420 em fase reprodutiva, oriundas de lavouras próximas de Passo Fundo, RS. A coleta foi feita em setembro de 2003, quando as plantas encontravam-se no fim da floração.

O preparo dos extratos, provenientes de plantas secas, foi realizado com órgãos distintos da planta: raízes, caules e folhas. A secagem foi realizada em estufa de circulação forçada de ar, a 50°C e, a trituração em um multiprocessador. Após a trituração completa foi realizada

extração, com água destilada (100g de planta seca/1L de água) a 25 °C, em agitador mecânico, durante 24h. Após este período, o material foi centrifugado a 3.000 rpm, durante cinco minutos, coletando-se em seguida o líquido sobrenadante. A solução obtida (10% peso/volume) foi utilizada no preparo das diluições. Empregaram-se aí as concentrações 100, 80, 40 e 20%, usando-se água destilada como testemunha (concentração zero). O mesmo procedimento, exceto a etapa de secagem em estufa, foi efetuado na preparação dos extratos aquosos dos materiais obtidos de planta verde.

Com a finalidade de verificar os efeitos destes extratos sobre a germinação da espécie receptora, papéis empregados em testes de germinação foram embebidos nos extratos e posteriormente, cada um recebeu 100 aquênios de picão-preto. Após o fechamento, os rolos foram identificados e colocados em câmara de germinação, na temperatura de 24°C, com luz difusa, por uma semana, quando foi efetuada a verificação da porcentagem de germinação. Posteriormente, avaliou-se o número de plântulas normais.

O segundo experimento, em canteiros, foi arranjado em esquema fatorial com dois fatores, material adicionado (palha seca e extrato) e quantidade do material (0, 50, 100, 150 e 200% para extrato e 0, 285, 570, 855 e 1440g para palha), com quatro repetições no delineamento experimental inteiramente casualizado, totalizando 40 parcelas.

Tentando diferenciar o efeito físico do provável efeito alelopático dos extratos, fez-se a coleta, ao acaso, em 2003, de palha em quatro áreas equivalentes a 1 m² em uma lavoura de canola, nas quais se quantificou a massa verde média de palha por hectare, 11.500 kg ha⁻¹. A partir deste valor foram calculadas as proporções para parcelas de 0,5 m² utilizadas neste experimento. Os tratamentos consistiram das seguintes quantidades de palha, proporcionalmente à massa média por hectare na lavoura, para as respectivas concentrações: 50% = 285 g; 100% = 570 g; 150% = 855 g; 200% = 1140 g. Estes valores compuseram o fator quantidade de material.

Nos tratamentos em que se usaram extratos, esses foram preparados a partir da palha obtida em lavoura de canola, conforme descrito para o experimento 1. A palha foi picada em pequenos pedaços e triturada em um liquidificador industrial usando como solvente água destilada (100 g de planta seca/1L de água). Estes extratos foram distribuídos

uniformemente sobre 20 parcelas (sem palha) em única aplicação. Todas as parcelas receberam irrigação periodicamente por aspersão.

As parcelas de 0,5 m² foram instaladas em canteiros dentro de casa de vegetação. Anteriormente à aplicação das fontes de aleloquímicos nas parcelas, foi manualmente semeada a soja. Também foram semeados, a lanço, sob cada parcela, 100 aquênios de picão-preto. O poder germinativo das sementes de soja utilizadas no experimento era de 88% e dos aquênios de picão-preto de 37%. A palha seca de canola foi coletada, pesada e distribuída na superfície do solo de cada parcela de acordo com as proporções previamente estabelecidas.

Em seqüência, avaliou-se diariamente, durante o período de quinze dias, o número de plantas de picão-preto e soja emergidas, para a obtenção do índice de velocidade de emergência (IVE) e percentual de plantas normais emergidas. Para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) foi utilizada a seguinte equação: $IVE = N_1/D_1 + N_2/D_2 + N_n/D_n$; onde: IVE = índice de velocidade de emergência; N_1 = número de plântulas emergidas no primeiro dia; N_n = número acumulado de plântulas emergidas; D_1 = primeiro dia de contagem; D_n = número de dias contados após a semeadura.

Nos dois experimentos, os dados coletados foram submetidos à análise de variância através do teste F e, quando houve efeito significativo das concentrações e de suas interações, essas foram estudadas pela análise de regressão usando os modelos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, em câmara de germinação, a germinação de aquênios de picão-preto (*Bidens* sp.) foi influenciada pelo tipo de extrato, concentrações e órgãos da planta utilizados na preparação

dos extratos (Figura 1). Os efeitos dos extratos aquosos obtidos de planta seca foram diferentes sobre germinação de aquênios de picão-preto, tendo as raízes proporcionado decréscimo linear e os caules e folhas comportamento quadrático (Figura 1a). A relação entre germinação de aquênios de picão-preto e o extrato das raízes de canola obtidos de plantas secas foi linear e inversa: decresceu 0,22% para cada incremento de 1% na concentração do extrato (Figura 1a). Resultado semelhante foi obtido por ALMEIDA (1991), onde extratos aquosos obtidos de plantas secas, a 10% p/v de palha de colza, inibiram em 100% a germinação de aquênios de picão-preto.

Por outro lado, os extratos aquosos obtidos de caules e folhas secas de canola resultaram em comportamento quadrático, com germinações mínimas, respectivamente, de 12 e 3%, ocorrendo nas concentrações de 60 e 80 (Figura 1a). A germinação de sementes ou o desenvolvimento das plântulas de determinadas espécies sofre influência de aleloquímicos contidos em extratos vegetais (ALMEIDA 1991). Todavia, no caso das brassicáceas, família a qual pertence a canola, os mecanismos através dos quais os compostos alelopáticos influenciam a germinação, não são totalmente esclarecidos. Até o momento, o que se sabe é que os efeitos sobre a germinação ocorrem devido à decomposição dos glucosinolatos em isotiocianatos e tiocianatos. Compostos esses que, em baixas concentrações, atrasam a germinação, mantendo as sementes viáveis e em altas concentrações podem penetrar em grandes quantidades na semente reagindo irreversivelmente com enzimas, o que torna as sementes inviáveis (PETERSEN et al., 2001).

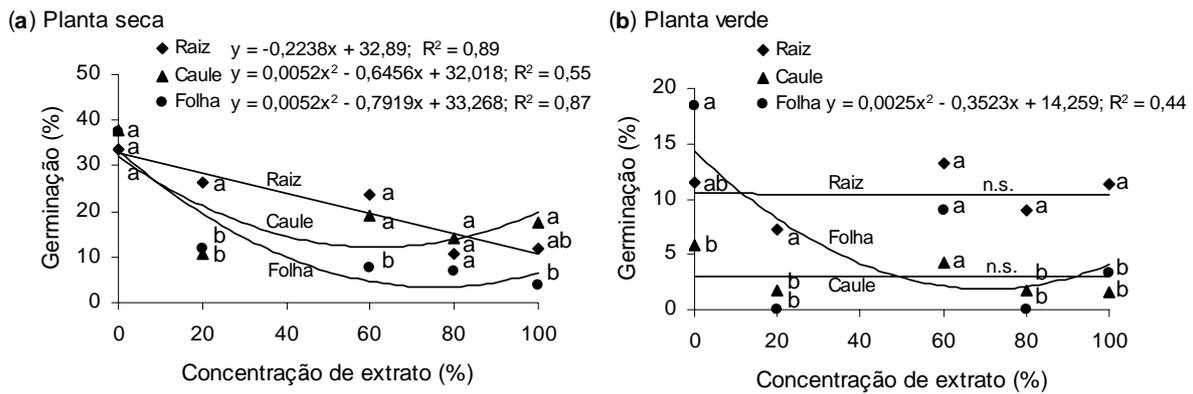


Figura 1 – Efeito de concentrações de extratos aquosos obtidos de raízes, caules e folhas de canola, planta seca (a) e planta verde (b), sobre a porcentagem de germinação de picão-preto (*Bidens* sp.).

Pontos com mesma letra, verticalmente, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey.

Com relação aos extratos oriundos de planta verde, os maiores decréscimos na germinação de aquênios de picão-preto ocorreram quando esses foram elaborados com as folhas (Figura 1b). Neste caso, os extratos das folhas de canola reduziram a germinação de aquênios de picão-preto em média 80%, quando comparados ao controle, seguidos pelos caules e pelas raízes, com reduções médias de 60 e 46%, respectivamente. Resultados próximos aos obtidos por CASTRO et al. (1983), em que extratos de folhas de *Brassica napus* foram mais eficientes em reduzir a germinação das sementes de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) quando comparados aos extratos de raízes.

As raízes exerceram menor influência negativa sobre a germinação de aquênios de picão-preto, quando comparadas aos caules e folhas (Figura 1a). Tal resultado pode ser explicado, pelo menos em parte, devido ao fato das raízes exsudarem a maior parte dos compostos alelopáticos que nelas se encontram, como afirma RADOSEVICH et al. (1997). Em função disso, e também da lixiviação a que os compostos alelopáticos presentes nas raízes estão sujeitos, é possível estimar que os aleloquímicos estivessem presentes em baixas concentrações nestes órgãos, no momento em que os extratos aquosos foram preparados.

Além do mais, com relação à localização dos compostos alelopáticos nas células vegetais, é possível especular que, em decorrência da maior lignificação das raízes, quando comparadas aos caules e folhas, e também da metodologia de preparação dos extratos utilizada nos

experimentos, o encontro entre as enzimas que degradam alguns compostos alelopáticos da canola, tornando-os mais fitotóxicos, não tenha ocorrido nas mesmas proporções em extratos de caules, folhas e raízes. Isso pode ter contribuído para as respostas variadas na germinação de aquênios de picão-preto em função dos órgãos da planta (Figura 1). Deve-se considerar também, que outros fatores, como ação de microrganismos presentes nos tecidos vegetais, podem influenciar a ação alelopática dos extratos.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que os efeitos alelopáticos dependem da concentração em que a substância alelopática está presente nos extratos. Por outro lado, o fator órgão (raízes, folhas e caules) parece ter importância, visto que foram encontradas diferenças significativas quando se utilizaram extratos aquosos obtidos de diferentes órgãos na mesma concentração (Figura 1). A tendência em diminuir a germinação de aquênios de picão-preto pode estar relacionada ao fato dos glucosinolatos, metabólitos secundários presentes na canola, terem baixa atividade biológica antes de serem convertidos em isotiocianatos (ITCs) pela enzima mirosinase e alta atividade após a conversão. O fato é que os glucosinolatos estão presentes em maior quantidade no vacúolo celular e a mirosinase está ligada à parede celular, havendo uma distância entre os dois (PETERSEN et al., 2001). Então, a preparação dos extratos, mencionada anteriormente, pode ter promovido o encontro entre a enzima e o substrato, oportunizando assim a formação de novos compostos

fitotóxicos, capazes de exercer influência nas diversas etapas da germinação, visto que, como já foi mencionada, a ação desses compostos se dá também sobre as enzimas, moléculas chave na retomada metabólica que o processo de germinação.

No segundo experimento, em canteiros, foi encontrado efeito significativo das quantidades de material

sobre o índice de velocidade de emergência do picão e da soja, entretanto não houve interação entre material adicionado (palha e extrato) e quantidade do material e de efeito simples do material adicionado. A análise de regressão indicou relação quadrática do IVE do picão-preto (Figura 2) e da soja (Figura 3) em função das quantidades do material.

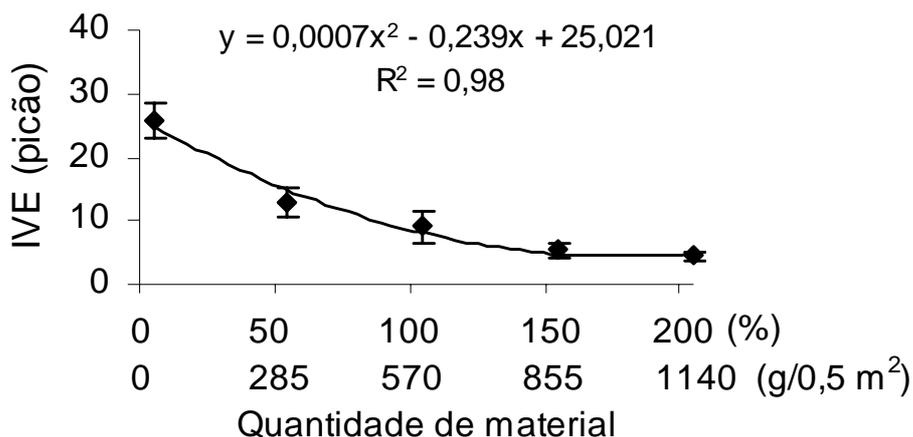


Figura 2 – Efeito das quantidades de material, na média do material adicionado (Palha e extrato), de canola, no índice de velocidade de emergência (IVE) do picão-preto.

Barras verticais representam o erro-padrão da média.

Em geral, o índice de velocidade de emergência diminuiu à medida que houve incremento nas quantidades do material. No caso da soja (Figura 3), a resposta ao aumento das quantidades foi pouco acentuada, reduzindo em média 31% a velocidade de emergência em relação ao controle, mostrando tolerância desta cultura ao possível efeito

alelopático exercido pela canola. Em contrapartida, o picão-preto (Figura 2) reduziu o IVE, em média, 68% em relação ao controle, chegando a 83% de redução na quantidade de 200%. Isso pode ser explicado, provavelmente, pelos efeitos alelopáticos de substâncias presentes na palha e nos extratos de canola.

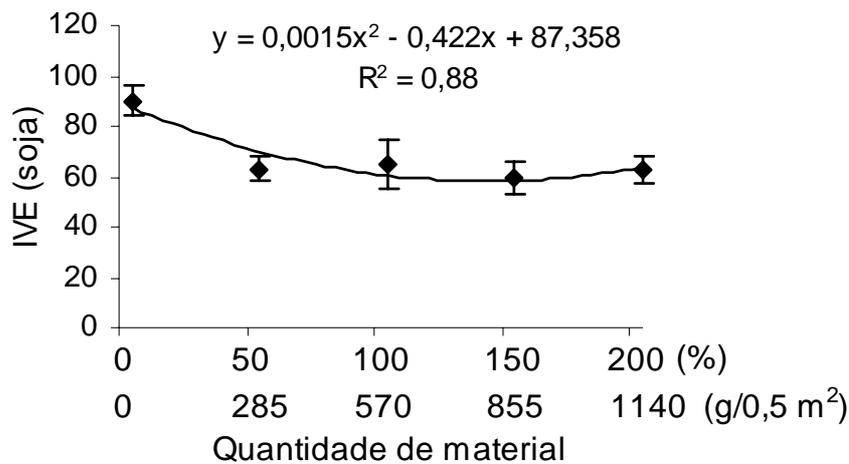


Figura 3 – Efeito das quantidades do material, na média do material adicionado (palha e extrato) de canola no índice de velocidade de emergência (IVE) de soja.

Barras verticais representam o erro-padrão da média.

Com relação às informações anteriores, TEIXEIRA et al. (2004), trabalhando com extratos aquosos da parte aérea de mucuna-preta (*Stilozobium aterrimum*), encontraram resultados semelhantes, em que a mucuna-preta reduziu o IVE do picão-preto em consequência de seus efeitos alelopáticos. De maneira similar NUNES et al. (2003), também constataram redução na velocidade de emergência de soja com o aumento na massa de palha de sorgo por área.

Os resultados obtidos nesse experimento permitem observar que o IVE é um indicador mais sensível dos efeitos alelopáticos, quando comparado ao percentual de germinação, porque detecta os efeitos ao longo da emergência e não somente ao final dela. Deve-se salientar, porém, que a redução na velocidade de emergência do picão-preto é extremamente vantajosa para a cultura, visto que lhe oferece uma vantagem competitiva e, conforme FLECK et al. (2002), na busca por recursos limitados no meio, há prêmio para aqueles vegetais que exibem estabelecimento precoce.

É importante ressaltar que aleloquímicos, dentre eles os glucosinolatos, importantes compostos alelopáticos das brassicáceas, têm sua produção afetada por fatores ambientais, como temperatura e fertilidade do solo (EBERLEIN et al., 1998). Por isso, a reprodução fiel destes resultados no campo é pouco provável. Todavia, com base

nos resultados obtidos, fica comprovado que a manutenção de palha de canola sobre o solo pode oferecer vantagens competitivas à soja, em relação às plantas daninhas.

A germinação de sementes de soja não foi afetada pela variação na concentração dos extratos e na massa de matéria seca nem material adicionado. Assim, analisando-se isoladamente os percentuais de germinação acumulada na quantidade de 100% do material, pode-se observar diferenças significativas somente nos dois primeiros dias após a emergência. Posteriormente os percentuais de germinação tornaram-se muito próximos e não diferiram estatisticamente (Figura 4). Analisando-se a Figura 4, em que se isolaram apenas os efeitos dos materiais na quantidade de 100%, sobre o potencial de germinação da soja, observa-se que, após sete dias, a germinação foi estatisticamente igual. Tal resultado demonstra que o efeito fitotóxico da canola sobre a soja, nesse caso, ocorreu por um curto período de tempo, certamente, devido à decomposição dos compostos alelopáticos no solo. Também fica claro que, nas condições em que o experimento foi conduzido, a soja é capaz de se recuperar da ação alelopática exercida pela canola.

A análise de variância revelou efeito significativo da massa da matéria seca e da concentração do extrato sobre a germinação de aquênios de picão-preto. Entretanto não houve interação entre material adicionado e quantidade do

material e do efeito simples do material adicionado (Figura 5). A análise de regressão indicou relação quadrática entre o potencial de germinação de aquênios de picão-preto e as quantidades do material, com uma germinação mínima de 7%, ocorrendo a partir da quantidade de 185%. O percentual de germinação do picão-preto diminuiu à medida que houve

incremento nas quantidades do material. A redução média foi de 65% em relação ao controle, chegando a 83% de redução na quantidade de 200%. Isso pode ser explicado, provavelmente, pelos efeitos alelopáticos de substâncias presentes na palha e nos extratos de canola.

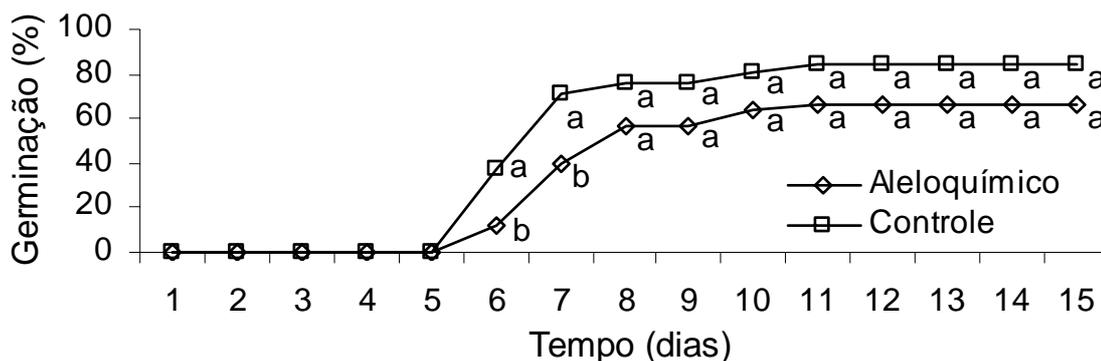


Figura 4 – Percentuais de germinação acumulada de sementes de soja em função do aleloquímico de canola na concentração de 100%. Pontos com mesma letra, verticalmente, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste Tukey.

Pelo resultado assim obtido, pode-se supor que a canola possui potencial para o controle do picão-preto. Semelhante potencial de inibição da germinação do picão-preto foi observado para outras plantas, conforme PIRES et al. (2001), que verificaram redução na germinação de aquênios de picão-preto pelo extrato aquoso de leucena a 50% de concentração (p/v) e DAUGOVISH et al. (2004), que observaram a inibição completa da germinação de *Lolium multiflorum* e *Amaranthus retroflexus* quando tratadas com extratos aquosos e tecidos da planta de mostarda oriental (*Brassica juncea*). TEIXEIRA et al. (2004) também

observaram redução na germinação da alfaca e do picão-preto pela ação de extratos aquosos de *Crotalaria juncea*.

A não observância de diferenças no efeito dos materiais adicionados, oriundos da palha seca distribuída e dos extratos aquosos, indicam que a redução na germinação do picão-preto não foi apenas por efeitos físicos da camada vegetal ou até mesmo pelo impedimento da passagem de luz, que é importante para a germinação da planta daninha em questão, mas sim, pela soma de fatores físicos e fitotóxicos exercidos pela palha e extratos respectivamente.

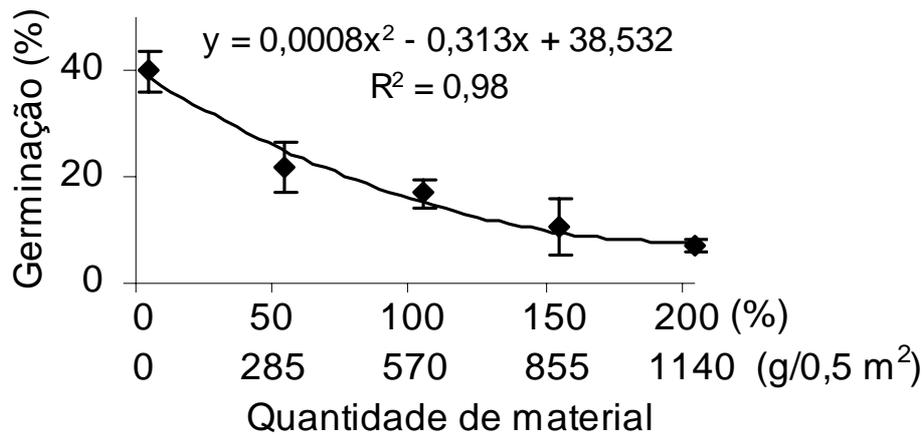


Figura 5 – Efeito das quantidades do material, na média do material adicionado (palha e extrato) de canola, sobre a porcentagem de germinação do picão-preto.

CONCLUSÕES

A interpretação dos resultados obtidos no presente trabalho indica que os prováveis efeitos alelopáticos ocorrem em função da concentração em que a substância alelopática está presente no material adicionado (extrato ou palha) e do órgão da planta (folha, caule e raízes). A constatação de efeitos fitotóxicos sugere a necessidade de isolar e identificar os compostos alelopáticos presentes na canola.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991.
- BUHLER, D. D. Challenges and opportunities for integrated weed management. **Weed Science**, Lawrence, v.50, n.3, p. 273 – 280, 2002.
- CARVALHO, J. C. Mecanismo de ação dos herbicidas e sua relação com a resistência a herbicidas. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. *Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas*. Campinas: HRAC-BR, 2004. p. 23 – 48
- CASTRO, P. R. C.; RODRIGUES, D. D.; MORAIS, M.A.; CARVALHO, V.L.M. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tomateiro. **Planta Daninha**, Campinas, v.6, n.2, p. 79-85, 1983.
- DAUGOVISH, O.; DOWNE, J.; BECKER, O.; BROWNE, G.; DUNNIWAY, J. Mustard-based biofumigation for row crops. In: CALIFORNIA CONFERENCE ON BIOLOGICAL CONTROL, 2004. p. 72.
- DAYAN, F. E.; WATSON, S. B.; GALINDO, J.C.G.; HERNANDES, A.; DOU, J.; MCCHESENEY, J.D.; DUKE, S.O. Phytotoxicity of quassinoids: physiological responses and structural requirements. **Pesticide Biochemistry & Physiology**, Califórnia, v. 65, n.1, p. 15–24, 1999.
- DUKE, S. O.; DAYAN, F.E.; RIMANDO, A.M.; SCHRADER, K.K.; AUOTTA, Q.; OLIVA, A.; ROMAGNI, J.G. Chemicals from nature for weed management. **Weed Science**, Lawrence, v.50, n. 2, p. 138–151, 2002.
- EBERLEIN, C. V.; MORRA, M.J.; GUTTIERI, M.J.; BROWN, P.D.; BROWN, J. Glucosinolate production by five field-grown *Brassica napus* cultivars used as green manures. **Weed Technology**, Lawrence, v.12, n.3, p. 712 – 718, 1998.
- EL-KHAWAS, S. A.; SHEHATA, M. M. The allelopathic potentialities of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus rostrata* on monocot (*Zea mays* L.) and dicot (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. **Biotechnology**, Sargodha, v.4, n.1, p. 23-34, 2005.
- FLECK, N. G.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M.A. Velocidade de estabelecimento em cultivares de arroz irrigado como característica para

RIZZARDI et al. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) na supressão de picão-preto...

aumentar a habilidade competitiva com plantas concorrentes.

Ciência Rural, Santa Maria, v.33, n.1, p. 635-640, 2002.

MACÍAS, F. A.; VARELA, M.R.; TORRES, A.; OLIVA, M.R.; MOLINILLO, J.M.G. Bioactive norsesquiterpenes from *Helianthus annuus* with potential allelopathic activity.

Phytochemistry, Califórnia, v 48, n.4, p. 631–636, 1998.

NUNES, J. C. S.; ARAUJO, E.F.; SOUZA, C.M.; BERTINI, L.A.; FERREIRA, F.A. Efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo em características de plantas de soja e milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n.3, p 115 –126, 2003.

PETERSEN, J.; BELZ, R.; WALKER, F.; HURLE, K. Weed suppression by release of isothiocyanates from turnip-rape mulch. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n.1, p. 37– 43, 2001.

PIRES, N. M.; PRATES, H.T.; PEREIRA FILHO, I.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; FARIA, T.C.L. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p. 61 – 65, 2001.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2 ed New York: Wiley, 1997. 589p.

SANTOS, J. C. F.; SOUZA, I.F.; MENDES, A.N.G.; MORAIS, A.R.; CONCEIÇÃO, H.E.º; MARINHO, J.T.S. Efeito de extratos de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.6, p. 783 -790, 1992.

SOUZA FILHO, A. P. S. Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n.3, p. 357 – 64, 2002.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S.M. Potencial alelopático de plantas de acapu (*Vouacapoua americana*): efeito sobre plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, n.3, p. 435 – 441, 2000.

TEIXEIRA, C. M.; ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO G. J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n.3, p. 691–695, 2004.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do campim-marmelada. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n.2, p.189 – 96, 1999.

WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. HAIG, T. Crop cultivars with allelopathic capability. **Weed Research**, Oxford, v. 39, n.3, p. 171–180, 1999.