

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE GENÓTIPOS DE CANOLA SOBRE *Bidens pilosa*¹

Allelopathic Potential of Aqueous Extracts of Canola Genotypes on Bidens Pilosa

RIZZARDI, A.², RIZZARDI, M.A.³, LAMB, T.D.⁴ e JOHANN, L.B.⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de extratos aquosos de plantas de genótipos de canola na germinação e comprimento da radícula de picão-preto (*Bidens pilosa*). Os tratamentos estudados foram constituídos dos genótipos de canola Hyola 420, Hyola 401, Hyola 43, Hyola 60, Hyola 61, Y 3000, H 1432, Dln 03-02, Dln 03-04, Sdh 03-01, Sdh 03-07, Sw-2797 e Sw-Eclipse, nas concentrações de extrato aquoso a 100, 75, 50, 25 e 0%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial com dois fatores 12 x 4 (genótipos e concentração do extrato), com quatro repetições. O experimento foi conduzido em caixas gerbox com papel de germinação embebido nos extratos das plantas de canola, sobre os quais foram dispostos aquênios de picão-preto. Sete dias após a semeadura, avaliou-se o número de aquênios germinados e o comprimento das radículas. Os resultados revelaram que os extratos de canola influenciam negativamente a germinação de aquênios e o comprimento da radícula de *Bidens pilosa*. Para alguns genótipos, as baixas concentrações de extratos estimularam tanto o crescimento da radícula quanto a porcentagem de germinação dos aquênios; em altas concentrações, os genótipos não diferiram na germinação dos aquênios e no comprimento da radícula.

Palavras-chave: alelopatia, picão-preto, *Brassica napus*, *oleifera*.

ABSTRACT - The objective of this experiment was to evaluate the effect of aqueous extract of plants of canola genotypes on the germination and radicle length of hairy beggartick (*Bidens pilosa*). The treatments consisted of genotypes of canola Hyola 420, Hyola 401, Hyola 43, Hyola 60, Hyola 61, Y 3000, H 1432, Dln 03-02, Dln 03-04, Sdh 03-01, Sdh 03-07, sw-2797, and Sw-Eclipse. The concentrations of aqueous extract of 100, 75, 50, 25 and 0 % were tested. A completely randomized experimental design was used in a factorial 12 x 4 (genotypes and extract concentrations) with four replications. The experiment was carried out in plastic boxes containing at the bottom blotter paper moistened with the aqueous extract, where the hairy beggartick achenes were seeded. Seven days later, the number of germinated achenes was evaluated and the length of radicles measured. The results showed that the canola extracts negatively influenced achene germination and radicle length. The effects increased with increased extract concentrations. At low concentration, some genotype extracts presented a stimulating effect. The results showed that the variability among canola genotypes was only evident at low extract concentrations.

Keywords: allelopathy, hairy beggartick, *Brassica napus*, *oleifera*.

¹ Recebido para publicação em 3.12.2007 e na forma revisada em 25.5.2008.

² Bióloga, aluna do Programa de Pós-graduação em Agronomia – UPF; ³ Eng^a-Agr^a, Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UPF, Bolsista do CNPq, Caixa Postal 611, 99001-970, Passo Fundo, <RS, rizzardi@upf.br>; ⁴ Acadêmicos do Curso de Agronomia, UPF, Bolsistas de Iniciação Científica do CNPq e Fapergs.



INTRODUÇÃO

A alelopatia é uma interação química que ocorre entre os vegetais e desempenha papel importante em diversos ecossistemas (Mairesse, 2005). Esse tipo de interação foi definido por Rice (1984) como qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico, que uma planta exerce sobre outra pela produção de substâncias químicas liberadas no ambiente.

A atividade dos aleloquímicos tem sido usada como alternativa ao uso de herbicidas, nematicidas e inseticidas (Norsworthy & Meehan, 2005). A maioria dessas substâncias provém do metabolismo secundário, que na evolução das plantas representa vantagem contra a ação de microrganismos, vírus, insetos e outros patógenos ou predadores, seja inibindo a ação destes ou estimulando o crescimento e desenvolvimento das plantas (Wu et al., 1999).

Os resultados de laboratório são o primeiro passo para a identificação do comportamento de plantas associado com aleloquímicos (Elakovitch, 1999; Mairesse, 2005). Os bioensaios consistem em monitorar a germinação de sementes e/ou o crescimento de plântulas de espécies vegetais, peculiarmente mais sensíveis, na presença de resíduos da planta em estudo ou através da elaboração de extratos (Rice, 1984). A inibição ou o estímulo da germinação ou o crescimento de plântulas são evidências da atividade alelopática (Mairesse, 2005). Nesse sentido, a alelopatia possui potencial no manejo integrado de plantas daninhas, pela capacidade que as plantas têm, inclusive as cultivadas, de produzirem aleloquímicos que inibem o crescimento de plantas daninhas (Wu et al., 1999). A produção de herbicidas a partir dos aleloquímicos e o cultivo de plantas consorciadas ou em sucessão adequadamente escolhidas parecem ser viáveis (Jacobi & Fleck, 2000). Além disso, é uma alternativa para o manejo integrado de plantas daninhas (Buhler, 2002).

O manejo de plantas daninhas com o uso da alelopatia dependerá da escolha adequada da cultura a ser utilizada e do somatório dos efeitos alelopáticos individuais dessas culturas (Buhler, 2002). A tentativa de obter plantas cultivadas com maior potencial alelopático para que possam competir com plantas

daninhas baseia-se não apenas no resgate dessa característica presente em tipos silvestres, mas também na seleção de genótipos que possam mostrar maior ou menor ação alelopática (Jacobi & Fleck, 2000).

Estudos realizados com plantas pertencentes à família Brassicaceae, à qual pertence a canola, indicaram que espécies dessa família produzem altas concentrações de um metabólito secundário denominado glucosinolato, cujo produto de sua hidrólise dá origem a diferentes aleloquímicos (Eberlein et al., 1998; Oerlemans et al., 2006). Os glucosinolatos também são referidos como substância de defesa natural de plantas contra a herbivoria, visto que são tóxicos para a maioria dos animais (Jönsson, 2005).

A cultura da canola possui potencial na produção de óleos vegetais e biocombustível e é estudada quanto ao seu potencial alelopático (Rizzardi et al., 2008). Castro et al. (1983) constataram que extratos de *Brassica napus* inibem a germinação e o crescimento da radícula de alface e tomateiro e relataram também que a canola afeta o desenvolvimento de outras espécies cultivadas. A incorporação no solo de plantas do gênero *Brassica* como adubação verde reduziu a emergência e biomassa de plantas daninhas e soja, além de diminuir o rendimento de grãos da cultura (Krishnan et al., 1998). Rizzardi et al. (2008) observaram efeito inibitório de extratos de folhas, raízes e caule de canola na velocidade de emergência e na porcentagem de germinação de picão-preto e soja.

Levando em consideração a possível existência de diferenças entre genótipos de canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) com relação ao potencial alelopático, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de extratos aquosos de genótipos de canola na germinação e no comprimento da radícula de picão-preto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária (Cepagro) e no Centro de Pesquisa em Alimentação (Cepa), da Universidade de Passo Fundo/RS, durante o ano de 2006.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial com



dois fatores (concentração do extrato e genótipos) e quatro repetições. O fator concentração teve cinco níveis (100, 75, 50, 25 e 0%), e o fator genótipo, 13 níveis (Hyola 420, Hyola 401, Hyola 43, Hyola 60, Hyola 61, Y 3000, H 1432, Dln 03-02, Dln 03-04, Sdh 03-01, Sdh 03-07, Sw-2797 e Sw-Eclipse). O experimento foi conduzido em caixas gerbox, representando as unidades experimentais.

Os genótipos de canola foram cultivados individualmente em casa de vegetação, em canteiros medindo 2 x 1 m, utilizando-se solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro típico. A adubação constou de 12,5 kg de N ha⁻¹, 50 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 50 kg de K₂O ha⁻¹. A irrigação foi realizada com sistema de aspersão. Ao atingir o estágio de florescimento, a parte aérea e as raízes das plantas foram colhidas e levadas ao laboratório.

Em laboratório, a canola passou por processo de lavagem e assepsia, sendo posteriormente cortada em pedaços de aproximadamente 0,5 cm e congelada à temperatura de aproximadamente -30 °C por 15 horas, processos esses necessários para a liofilização. Depois de congelada, era levada ao liofilizador, onde permanecia aproximadamente 12 horas, até a desnaturação do vegetal. O material proveniente da liofilização era moído e depois acondicionado em recipientes de vidro, sendo guardado em congelador até o preparo do extrato.

Da canola liofilizada e moída foi produzido o extrato, que consistiu em água (Milli-Q® e esterilizada) e canola na proporção de 8 g de material seco/100 mL de solvente. Essa solução foi mantida à temperatura de 25 °C, em agitador mecânico, durante 24 horas. Após esse período, a solução foi centrifugada na rotação de 3.000 rpm durante cinco minutos, coletando-se em seguida o líquido sobrenadante. A solução resultante obtida (extrato 100%) foi utilizada no preparo das diluições. As concentrações utilizadas foram: 100, 75, 50 e 25%, empregando-se água (Milli-Q® e esterilizada) como testemunha (0%).

Os aquênios de *Bidens pilosa* (picão-preto) foram coletados, em área de cultivo de soja, no ano de 2005, sendo selecionados e acondicionados em sacos de papel. Para realização do experimento, passaram por processo de assepsia com hipoclorito de sódio (50%) e água

destilada (50%), ficando imersos nessa solução por cinco minutos; por último, procedeu-se ao enxágüe com água destilada. Depois disso, papéis de germinação germitest foram embebidos com 8 mL do extrato e colocados em caixa do tipo gerbox, para posteriormente receberem 30 aquênios de picão-preto.

A semeadura foi realizada em câmara de fluxo de ar com o auxílio de pinça. As caixas semeadas foram identificadas e acondicionadas em câmara de germinação, permanecendo no local, em temperatura de 22,5 °C, com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro durante sete dias, quando se efetuou a contagem do número de plântulas germinadas. Foram consideradas plântulas normais as que desenvolveram estruturas essenciais da parte aérea e radicular, e plântulas anormais, as que não germinaram ou tiveram estruturas defeituosas. Também aos sete dias, avaliou-se o comprimento das radículas emitidas, utilizando-se paquímetro digital.

Os dados coletados no experimento foram submetidos à análise de variância através do teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando houve significância das concentrações e de sua interação com os genótipos, procedeu-se à análise de regressão, com uso de modelos polinomiais. Realizou-se ainda a análise dos coeficientes β das equações de regressão linear através da comparação pelo teste t, a fim de avaliar a existência de diferenças entre os genótipos quanto ao efeito inibitório para as duas variáveis analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para a variável germinação de aquênios de picão-preto indicaram a existência de interação de concentração do extrato e genótipo (Figura 1). A porcentagem de germinação dos aquênios de picão-preto diminuiu linearmente, para todos os genótipos, à medida que se aumentou a concentração do extrato (Figura 1). Segundo Kato-naguchi et al. (1994), a atividade biológica dos extratos vegetais depende tanto da concentração do aleloquímico quanto do limite da resposta da espécie afetada; no presente trabalho, esses pontos foram marcantes quando se observa a relação negativa entre a



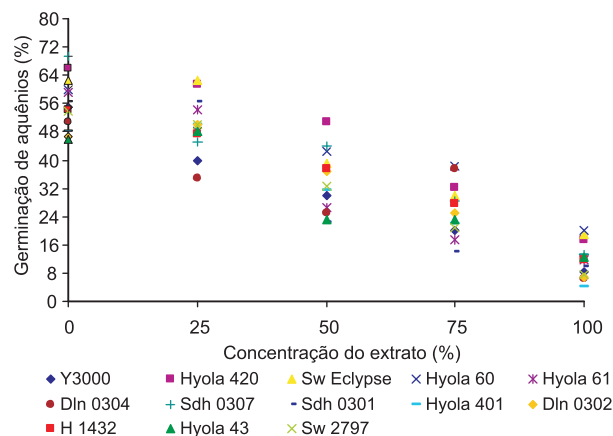


Figura 1 - Efeito da concentração do extrato de genótipos de canola (*Brassica napus*) sobre a porcentagem de germinação de aquênios de picão-preto. UPF, Passo Fundo, RS, 2006.

concentração e a inibição da germinação dos aquênios.

Na média dos 13 genótipos avaliados, o aumento da concentração do extrato de 0 para 100% reduziu a germinação em 80%, o que mostra a existência de efeito supressor do extrato de canola sobre a germinação de aquênios de picão-preto (Figura 1). Resultados semelhantes foram observados por Rizzardi et al. (2008), em que o aumento da concentração do extrato reduziu, em média, em 83% a germinação de picão-preto e em 31% o índice de velocidade de emergência da soja.

Ao analisar individualmente os genótipos avaliados, o aumento na concentração do extrato para 100% diminuiu a germinação de picão-preto na seguinte ordem: Hyola 401 (91,5%) > Dln 0304 (87%) > Dln 0302 (86%) > Y 3000 (85%) > Sw 2797 (85%) > Sdh 0301 (82,5%) > Sdh 0307 (81%) > Hyola 61 (80%) > H 1432 (78,6%) > Hyola 420 (73,5%) > Hyola 43 (73%) > Sw Eclipse (70%) > Hyola 60 (67%). Essas variações no percentual de germinação podem indicar diferenças quanto à intensidade do efeito dos extratos entre os genótipos testados. Os resultados do teste t mostraram a inexistência de diferenças no coeficiente β das equações lineares dos 13 genótipos avaliados (Tabela 1), indicando similaridade na habilidade de suprimir a germinação de picão-preto à medida que se aumentou a concentração do extrato de 0 para 100%.

Tabela 1 - Equações da regressão e significância do teste t entre os genótipos de canola, na avaliação da germinação de aquênios de picão-preto. UPF, Passo Fundo, RS, 2006

Genótipo	Equação de regressão	r^2	P	Teste t ^{1/}
Y 3000	$y = 97,2 - 82,8x$	0,99	0,0001	ns
Hyola 420	$y = 107,0 - 76,4x$	0,95	0,0001	ns
Sw - Eclipse	$y = 106,4 - 76,8x$	0,93	0,0001	ns
Hyola 60	$y = 99,6 - 60,4x$	0,94	0,0001	ns
Hyola 61	$y = 101,6 - 88,8x$	0,92	0,0001	ns
Dln 0304	$y = 99,6 - 77,6x$	0,90	0,0001	ns
Sdh 0307	$y = 95,0 - 74,8x$	0,94	0,0001	ns
Sdh 0301	$y = 105,4 - 95,6x$	0,89	0,0001	ns
Hyola 401	$y = 112,8 - 96,4x$	0,91	0,0001	ns
Dln 0302	$y = 116,2 - 90,4x$	0,87	0,0001	ns
H 1432	$y = 104,8 - 78x$	0,97	0,0001	ns
Hyola 43	$y = 106,4 - 79,6x$	0,86	0,0001	ns
Sw - 2797	$y = 106,8 - 91,2x$	0,97	0,0001	ns

^{1/} Teste t, aplicado aos coeficientes β das equações de regressão na comparação dos genótipos de canola.
ns = não-significativo a 5% de probabilidade de erro.

Na avaliação da porcentagem de germinação em cada concentração, a proximidade dos pontos indica pouca variação entre os genótipos (Figura 1). Quanto mais distantes estiverem os pontos, maiores são as variações entre os genótipos quanto à redução da porcentagem de germinação causada pelos extratos. Observa-se, na concentração de 25%, que os pontos estão mais afastados que na concentração de 100%, indicando que nas menores concentrações existem maiores diferenças entre os genótipos quanto à inibição da germinação (Figura 1).

De maneira geral, houve pouca variação na porcentagem de germinação de aquênios de picão-preto na testemunha sem extrato (Figura 1). Nesse tratamento, a germinação média foi de 56%, com intervalo que variou de 45,8 a 69,2%, respectivamente para os genótipos Hyola 43 e Sdh 0307.

Na concentração de 25%, o genótipo Dln 0304 foi o que mais reduziu a germinação de picão-preto, embora diferindo estatisticamente só dos genótipos Hyola 420 e Sw-Eclipse. Na concentração de 50%, os genótipos Sdh 0301, Hyola 43, Dln 0304 e Hyola 61 foram os que mais reduziram a germinação de picão-preto. Já na concentração de 75%, somente o genótipo Sdh 0301 apresentou redução mais intensa na germinação de picão-preto.

Na concentração de 100% não foram observadas diferenças entre os 13 genótipos, ficando

os pontos, que representam os genótipos, muito próximos (Figura 1). A maior redução na germinação dos aquênios de picão-preto ocorreu nessa concentração e foi de 79,6% na média de todos os genótipos.

Esses resultados mostram que, em baixas concentrações do extrato, os genótipos se comportam de maneira diferente, alguns até mesmo estimulando a germinação; já em altas concentrações, inibem com a mesma intensidade a germinação. Esses efeitos estão provavelmente associados à presença de metabólitos secundários existentes no extrato de canola. A família Brassicaceae caracteriza-se por produzir glucosinolatos (Oerlemans et al., 2006), que, quando decompostos, transformam-se em isotiocianatos e tiocianatos (Eberlein et al., 1998). Essas substâncias podem, em baixas concentrações, atrasar a germinação e, em altas concentrações, penetrar nas sementes, tornando-as inviáveis (Petersen et al., 2001).

Os resultados da análise do comprimento da radícula mostraram-se muito semelhantes aos da variável porcentagem de germinação de aquênios. A análise de variância indicou a existência de interação de concentração do extrato e genótipos (Figura 2). O comprimento da radícula diminuiu linearmente para todos os genótipos à medida que se aumentou a concentração do extrato (Figuras 2 e 3). O aumento da concentração de 0 para 100% reduziu, em média, em 78,6% o comprimento da radícula.

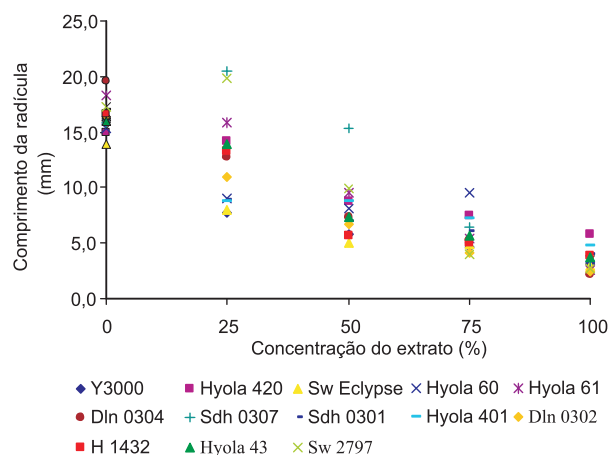


Figura 2 - Efeito da concentração do extrato de 13 genótipos de canola (*Brassica napus*) sobre o comprimento da radícula (mm) de picão-preto (*Bidens pilosa*). UPF, Passo Fundo-RS, 2006.

Na análise individual dos genótipos avaliados, o aumento da concentração do extrato de 0 para 100% diminuiu o comprimento da radícula de picão-preto na seguinte ordem decrescente: Dln 0304 (90%) > Dln 0302 (87,5%) > Hyola 61 (83,4%) > Sw - 2797 (82%) > Y 3000 (81%) > Sdh 0307 (81,3%) > Sw - Eclpse (79%) > Sdh 0301 (76%) > H 1432 (76,5%) > Hyola 43 (75%) > Hyola 60 (73%) > Hyola 401 (69%) > Hyola 420 (60%). Essas variações na redução do comprimento da radícula indicam haver diferenças quanto à intensidade do efeito dos extratos entre os genótipos testados. Os resultados do teste t mostraram a inexistência de diferença no coeficiente β das equações lineares dos 13 genótipos avaliados (Tabela 2). Esses resultados indicam que os genótipos foram similares na habilidade de reduzir a expansão das radículas.

Ao comparar as médias dos 13 genótipos na concentração de 25%, observam-se variações entre eles, que podem ser visualizadas pelo afastamento dos pontos (Figura 2). Os genótipos Y 3000 e Sw-Eclpse foram os que mais reduziram o comprimento da radícula. Para essa variável, os genótipos Sw - 2797 e Sdh 0307 estimularam o crescimento. Esses resultados de estímulo de germinação ou comprimento da radícula provavelmente devem-se à presença de alguns aleloquímicos com ação

Tabela 2 - Equações da regressão e significância do teste t entre os genótipos de canola, na avaliação do comprimento da radícula de picão-preto. UPF, Passo Fundo-RS, 2006

Genótipo	Equação de regressão	r^2	P	Teste t ^{1/}
Y 3000	$y = 13,35 - 0,11x$	0,80	0,0001	ns
Hyola 420	$y = 15,28 - 10,1x$	0,92	0,0001	ns
Sw - Eclpse	$y = 12,00 - 0,10x$	0,85	0,0001	ns
Hyola 60	$y = 13,72 - 9,18x$	0,73	0,0001	ns
Hyola 61	$y = 18,71 - 0,16x$	0,98	0,0001	ns
Dln 0304	$y = 17,88 - 0,16x$	0,94	0,0001	ns
Sdh 0307	$y = 20,12 - 0,15x$	0,75	0,0001	ns
Sdh 0301	$y = 14,35 - 0,11x$	0,82	0,0001	ns
Hyola 401	$y = 13,92 - 0,09x$	0,82	0,0001	ns
Dln 0302	$y = 15,08 - 0,13x$	0,95	0,0001	ns
H 1432	$y = 15,60 - 0,13x$	0,87	0,0001	ns
Hyola 43	$y = 15,84 - 0,13x$	0,93	0,0001	ns
Sw - 2797	$y = 19,71 - 0,17x$	0,85	0,0001	ns

^{1/} Teste t, aplicado aos coeficientes β das equações de regressão na comparação dos genótipos de canola.

ns = não-significativo a 5% de probabilidade de erro.



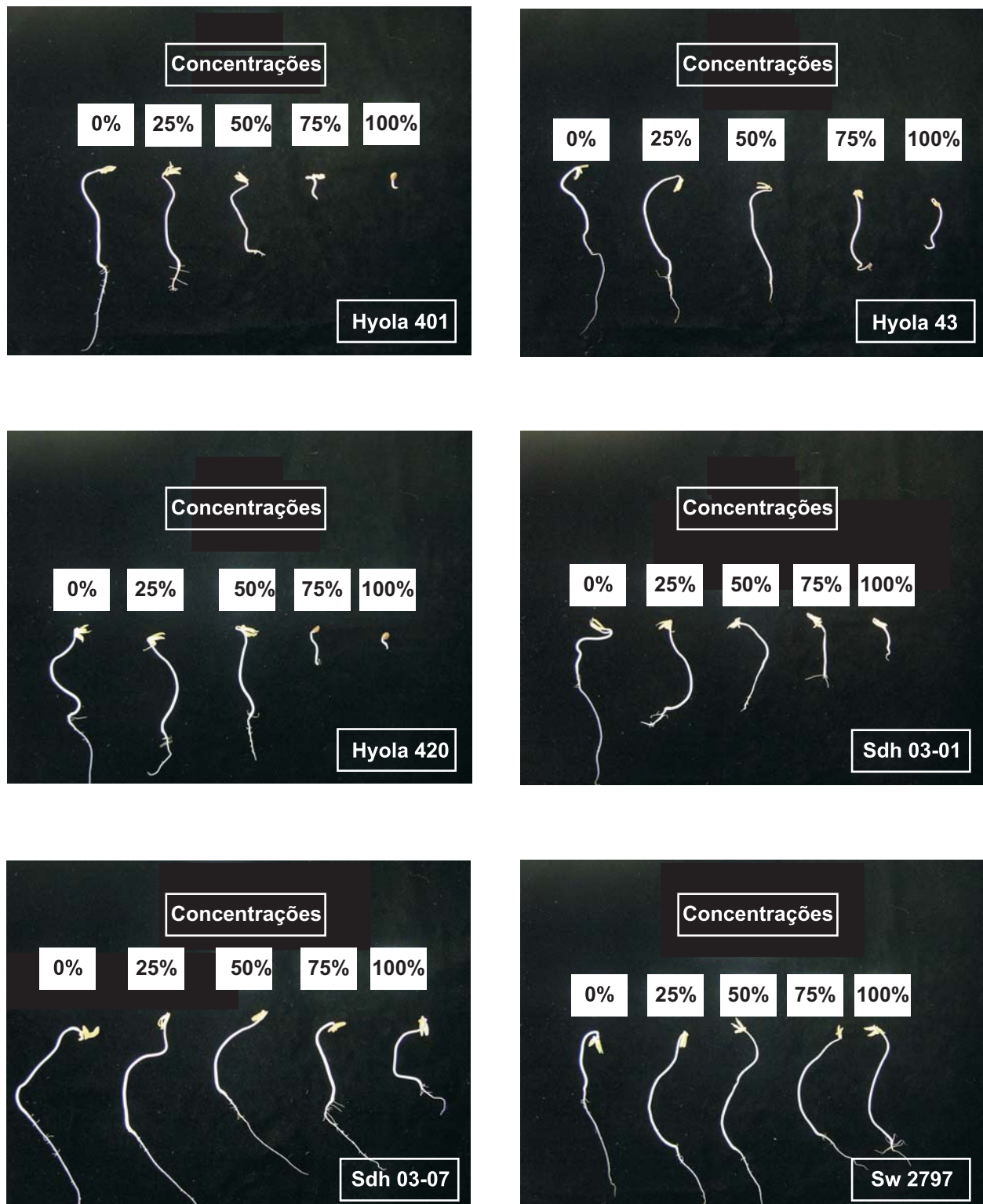


Figura 3 - Efeito da concentração do extrato de genótipos de canola (*Brassica napus*) no comprimento da radícula de picão-preto (*Bidens pilosa*).

estimulatória – esse fato pode ser caracterizado como efeito alelopático (Carvalho et al., 2002).

Na concentração de 25%, na média dos genótipos, o comprimento da radícula diminuiu 23,1% quando comparado com o da testemunha. Entre os genótipos, a ordem de redução foi: Y 3000 (50%) > Sdh 0301 (47,1%) > Hyola 401 (44%) > Sw - Eclipse (43%) > Hyola 60 (40%) > Dln 0304 (35%) > Dln 0302 (31 %) > H 1432 (23,6%) > Hyola 43 (12,5%) > Hyola 61 (12%) > Hyola 420 (6,7%) > Sw - 2797 (+17%) > Sdh 0307 (+ 25%).

Nas concentrações de 50 e 75%, os genótipos se comportaram de maneira similar. Na concentração de 50%, o genótipo Sdh 0307 foi o que menos influenciou o comprimento da radícula; já para os demais genótipos os efeitos foram similares. Na concentração de 75%, o genótipo com menor influência no comprimento da radícula foi o Hyola 60.

Na concentração de 100% não foram constatadas diferenças entre os genótipos. Nessa concentração, os pontos se aproximaram e a redução média no comprimento da radícula foi de 78,7%, em relação à testemunha (Figura 2). De acordo com Souza Filho et al. (1997), a interferência no desenvolvimento da radícula é um dos melhores indicadores para o estudo de extratos com potencial alelopático.

Apesar de não serem constatadas diferenças entre os genótipos na intensidade de redução (Tabelas 1 e 2), observou-se que as concentrações dos extratos de canola exercem efeito inibitório diferenciado entre os genótipos, tanto na germinação dos aquênios (Figura 1) quanto no comprimento da radícula do picão-preto (Figura 2). Essas diferenças foram significativas principalmente em baixas concentrações do extrato. Uma das explicações para o observado pode-se dever ao efeito alelopático que as plantas da família das brássicas exercem. Entre os metabólitos secundários existentes nessas plantas estão os glucosinolatos (Norsworthy, 2003). A hidrólise dos glucosinolatos gera produtos voláteis, entre eles os isotiocianatos, que possuem acentuado efeito alelopático sobre uma série de espécies vegetais (Brown et al., 1991). Segundo Norsworthy & Meehan (2005), uma das principais características desse composto é sua atividade herbicida.

Pode-se concluir que os extratos de canola nas concentrações de 25, 50 e 75% influenciam negativamente a germinação de aquênios e o comprimento da radícula de picão-preto, sendo um indicativo para estudos mais detalhados sobre a capacidade alelopática da própria espécie em estudo, assim como de outras espécies, em diferentes sistemas agrícolas, onde é possível utilizar a canola como cultura sucessora.

LITERATURA CITADA

- BROWN, P. D. et al. Allelochemicals produced during glucosinolate degradation in soil. **J. Chem. Ecol.**, v. 17, n. 4, p. 2021-2034, 1991.
- BUHLER, D. D. Challenges and opportunities for integrated weed management. **Weed Sci.**, v. 50, n. 2, p. 273-280, 2002.
- CARVALHO, G. J.; FONTANÉTTI, A. A.; CANÇADO, C. T. Potencial alelopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) e da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Ci. Agrotec.**, v. 26, n. 3, p. 647-651, 2002.
- CASTRO, P. R. C. et al. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. Santa Cruz). **Planta Daninha**, v. 6, n. 2, p. 79-85, 1983.
- EBERLEIN, C. V. et al. Glucosinolate production by five field-crown *Brassica napus* cultivars used as green manures. **Weed Technol.**, v. 12, n. 4, p. 712-718, 1998.
- ELAKOVICHTH, S. D. Bioassays applied to allelopathic herbaceous vascular hydrophytes. In: INDERJIT, K. M. N.; FOY, C.L. (Eds.) **Principles and practices in plant ecology**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 45-56.
- JACOBI, U. S.; FLECK, N. G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n. 1, p. 11-19, 2000.
- JÖNSSON, M. **Responses to oilseed rape and cotton volatiles in insect herbivores and parasitoids**. 205 f. Tese (Doctor Thesis in Crop Science) - Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2005.
- KATO-NAGUCHI, H. et al. Allelopathy of oats. I. Assessment of allelopathic potential of extract of oat shoots an identification of an allelochemical. **J. Chem. Ecol.**, v. 20, n. 2, p. 309-314, 1994.
- KRISHNAN, G.; HOLSHOUSER, D. L.; NISSEN, S.J. Weed control in soybean (*Glycine max*) with green manure crops. **Weed Technol.**, v. 12, n. 1, p. 97-102, 1998.



- MAIRESSE, L. A. S. **Avaliação da bioatividade de extratos de espécies vegetais, enquanto excipientes de aleloquímicos**. 2005. 329 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- NORSWORTHY, J. K. Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). **Weed Technol.**, v. 17, n. 2, p. 307-313, 2003.
- NORSWORTHY, J. K.; MEEHAN, J. T. Use of isothiocyanates for suppression of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*), pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*), and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). **Weed Sci.**, v. 53, n. 6, p. 884-890, 2005.
- OERLEMANS, K. et al. Thermal degradation of glucosinolates in red cabbage. **Food Chem.**, v. 95, n. 1, p. 19-29, 2006.
- PETERSEN, J. et al. Weed suppression by release of isothiocyanates from turnip-rape mulch. **Agron. J.**, v. 93, n. 1, p. 37-43, 2001.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984. 422 p.
- RIZZARDI, M. A. et al. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. **R. Bras. Agroci.**, 2008 (Trabalho aceito para publicação).
- SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 32, n. 2, p. 165-170, 1997.
- WU, H. et al. Crop cultivars with allelopathic capability. **Weed Res.**, v. 39, n. 3, p. 171-180, 1999.

