

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE EXTRATOS DE PLANTAS DE COBERTURA SOBRE SOJA, PEPINO E ALFACE¹

JOSELI VIVIANE DITZEL NUNES², DIRCEU DE MELO^{3*}, LÚCIA HELENA PEREIRA NÓBREGA⁴, NEORALDO THADEU PACHECO LOURES³, DAVID ESTEBAN FARIÑA SOSA⁵

RESUMO – A alelopatia pode ser definida como qualquer efeito, direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta sobre a outra, por meio da liberação de compostos químicos no ambiente. Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar, em laboratório, as propriedades alelopáticas de extratos aquosos das plantas de cobertura canola (*Brassica napus* L. var), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), crotalária (*Crotalaria juncea*), linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) nas concentrações de 0; 12,5; 25; 50 e 100%. As plantas utilizadas nos extratos aquosos foram coletadas no período de floração respectivo de cada espécie. Os testes de germinação das sementes foram realizados em caixas gerbox, biomassa verde e seca, comprimento de raiz e de parte aérea das plantas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DÍC), em esquema fatorial (5x5) com quatro repetições por tratamento. Os resultados obtidos permitem concluir que os extratos testados apresentaram efeito alelopático em plântulas de alface, pepino e soja na maioria dos parâmetros avaliados, porém, para porcentagem de germinação de sementes e biomassa seca de soja, verificou-se efeito não significativo. O extrato de crotalária, independente da concentração, foi o que mais contribuiu para aumento da porcentagem de germinação e crescimento das plântulas. Todavia, o extrato de linhaça demonstrou efeito contrário para esses parâmetros nas concentrações de 100%.

Palavras-chave: Alelopatia. Cobertura vegetal. Extratos aquosos.

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF COVER CROPS EXTRACTS ON SOYBEAN, CUCUMBER AND LETTUCE

ABSTRACT – Allelopathy can be defined as any effect, direct or indirect, beneficial or harmful, a plant on the other, through the release of chemical compounds into the environment. Thus, this study aimed at evaluating, in the laboratory, allelopathic effects of aqueous extracts from cover crops as canola (*Brassica napus* L. var), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), sunn hemp (*Crotalaria juncea*), linseed (*Linum usitatissimum* L.) and forage turnip (*Raphanus sativus* L.) at 0, 12.5, 25, 50 and 100% concentrations. The plants used in aqueous extracts were collected during their flowering period of each studied species. Germination tests were performed on seeds gerbox, fresh and dry seedlings biomass, root and shoots seedlings length. The experimental design was completely randomized (CRD) in factorial (5x5) with four replicates per treatment. According to these results, it can be concluded that the tested extracts showed allelopathic effect on seedlings of lettuce, cucumber and soybean on almost all parameters, but for soybean germination and dry mass percentage, this effect was not significant. The sunn hemp extract, despite concentration, contributed the most to increased germination and seedling growth. However, linseed extract showed opposite effect for these parameters in 100% concentrations.

Keywords: Allelopathy. Cover crop. Aqueous extracts.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 19/01/2013; aceito em 06/03/2014

²Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Caixa Postal 701, 32203-000, Cascavel-PR, joselinunes@yahoo.com.br

³Prof. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Caixa Postal 271, 85884-000, Câmpus Medianeira-PR, dirceu@utfpr.edu.br; loures@arnet.com.br

⁴Prof^a Associada, do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE, Caixa Postal 701, 32203-000, Cascavel-PR, lucia.nobrega@unioeste.br

⁵Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Caixa Postal 701, 32203-000, Cascavel-PR, dafaso32@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O termo alelopátia refere-se à capacidade que as plantas têm de interferir no desenvolvimento de outras plantas, por meio de substâncias que liberam na atmosfera ou, quase sempre, no solo (MEDEIROS, 1990; FERREIRA; BORGHETTI, 2004). A alelopátia pode ser um fator determinante do sucesso ou insucesso no cultivo de plantas.

A alelopátia pode ser definida segundo Rice (1984) como qualquer efeito, direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de microrganismos sobre outras plantas, mediante a produção de compostos químicos que são liberados no ambiente.

A liberação destas substâncias secundárias se dá por meio de processos como a exsudação radicular, volatilização de compostos, lixiviação das folhas, e decomposição de resíduos, e comumente estes aleloquímicos são utilizados como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e defensivos agrícolas (BORELLA; PASTORINI, 2009).

Uma infinidade de compostos metabólitos podem ser produzidos pelas plantas, e estes, atuam como efeitos reguladores sobre outras plantas, microrganismos e animais. Cada compostos têm importante função no ecossistema, como substância de sinal, reconhecimento, defesa e inibição (MIZUTANI, 1999; LARCHER, 2000).

Ao estudarem coberturas de solo com potencial alelopático (canola – *Brassica napus* L. var. nabo-forrageiro – *Raphanus sativus* L., trevo-veiculoso – *Trifolium vesiculosum* e azevém – *Lolium multiflorum* L.) sobre a emergência de *Digitaria spp.*, Morais et al. (2011) verificaram que a canola, mantida na superfície do solo, proporcionou maior porcentagem de emergência de *Digitaria spp.*, a partir de 6 t ha⁻¹, enquanto que o nabo-forrageiro incorporado proporcionou redução da emergência final da planta invasora com o mesmo nível de palhada utilizado. Enquanto Rizzardì et al. (2008a), avaliando o potencial alelopático de extratos aquosos de canola sobre *Bidens pilosa*, concluíram que extratos de canola nas concentrações de 25, 50 e 75% influenciaram negativamente a germinação de aquênios e o comprimento de radícula.

Efeito alelopático também foi observado por Silva et al., (2011), quando cultivou canola sobre a soja, principalmente em anos com reduzida precipitação e com maior expressão no componente de rendimento número de legumes por planta. E observaram ainda que o intervalo adequado para sucessão canola soja, deve ser de no mínimo de vinte dias.

Extratos aquosos de canola nas concentrações de 0, 50, 100, 150 e 200%, bem como sua palhada, influenciaram negativamente a porcentagem de germinação e a velocidade de emergência de plântulas de picão-preto e soja (RIZZARDI et al., 2008b).

E para verificar o efeito alelopático de nabo forrageiro sobre sementes da mesma espécie e de sementes de alface, foram utilizados extratos de fo-

lhas, caules e raízes de nabo forrageiro separadamente, em que se verificou que estes extratos inibiram a germinação de sementes de alface, mas não influenciaram a germinação de sementes de nabo forrageiro (NERY et al., 2013).

Extratos aquosos de plantas de aveia preta (*Avena strigosa*), trigo (*Triticum aestivum*), milheto (*Pennisetum americanum*), colza (*Brassica napus*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), apresentaram efeito alelopático em plântulas de milho interferindo no crescimento de radícula, parte aérea e massa seca (TOKURA e NÓBREGA, 2005).

Ao estudar o efeito de plantas de girassol sobre a cultura do nabo forrageiro, Nery et al. (2014), verificaram a não interferência no estabelecimento da cultura do nabo e o favorecimento quanto ao vigor destas sementes, no entanto, reduziu a produção de sementes por planta.

Nóbrega et al. (2009) constataram redução na emergência de plântulas de soja sob consórcio de aveia-preta + ervilhaca + nabo forrageiro e azevém e aveia-preta. O índice de velocidade de emergência, a porcentagem de emergência em areia e a massa fresca do hipocótilo também foram afetados negativamente pelas plantas de cobertura.

Ao estudar extratos aquosos de espécies forrageiras na germinação e crescimento da soja, Lira et al. (2010) concluíram que os extratos de azevém, triticale e nabo forrageiro não interferiram na porcentagem, no tempo e na velocidade de germinação de sementes.

O potencial alelopático da crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) e gergelim (*Sesamum indicum*) foi verificado na germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) (LIMA et al. 2007). Resultados semelhantes foram encontrados por Lisboa e Didonet (2009), concluindo que extratos aquosos de crotalária apresentaram efeito alelopático, influenciando na germinação, crescimento e oxidação dos tecidos da radícula de alface, picão e corda-de-viola.

Já quanto ao extrato de *Crotalaria juncea* L., associado à densidades de semeadura contribuiu para aumento no número de sementes germinadas de *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) e *Bidens pilosa* L. (picão-preto), porém, retardou a germinação de *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola) (ARAÚJO et al., 2010).

Em estudo para verificar o controle de braquiária por meio de cobertura do solo (com e sem palhada) e aplicação do extrato aquoso de crotalária nas concentrações de 0, 100 e 200% via solo, Oliveira et al. (2010) concluíram que ocorreu inibição de germinação apenas nos tratamentos que não foram conduzidos com cobertura e nas menores concentrações de extrato, e a medida que se aumentou a concentração deste, observou-se incrementos na germinação de braquiária.

Extratos aquosos de soja não afetaram a germinação de sementes de canola, bem como o cresci-

mento foliar, todavia, foi observado que o comprimento radicular de plântulas de canola foi afetado. Em relação ao crambe, o extrato de soja reduziu a germinação de sementes de crambe e o comprimento de raiz (BARRETO et al., 2011).

Em manejos de solo que se beneficiam da rotação de culturas e formação de cobertura sobre o solo, exige-se cada vez mais estudos que recomendem quais são as plantas mais adequadas a serem utilizadas para atender a esses propósitos. Preferencialmente, espécies que, além de proporcionar proteção, ajudem no controle de plantas invasoras sem prejudicar a cultura principal devem ser as escolhidas.

Baseados nas informações citadas, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as propriedades alelopáticas das plantas canola (*Brassica napus* L. var), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), crotalária (*Crotalaria juncea*), linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) nas concentrações de 0; 12,5; 25; 50 e 100%, sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de alface, pepino e soja.

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas de cobertura utilizadas para obtenção de extratos foram canola (*Brassica napus* L. var), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), crotalária (*Crotalaria juncea*), linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.).

O experimento foi conduzido durante os meses de agosto a dezembro de 2011 com a semeadura e estabelecimento das culturas dentro de casa de vegetação, em vasos com capacidade de 5,5 L cada. Os demais testes foram realizados no Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas (LASP) do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Câmpus de Cascavel-Paraná.

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada distribuindo-se 10 sementes de cada espécie por vaso, os quais permaneceram em casa de vegetação por 30 dias até o estabelecimento da cultura. Após este período foram transferidos para ambiente externo. Irrigações diárias foram realizadas e quarenta dias após a semeadura foi realizado o desbaste das plantas, deixando apenas três plantas por vaso. As plantas que permaneceram foram as maiores e de melhor aparência.

Para obtenção dos extratos aquosos de canola, crambe, crotalária, linhaça e nabo forrageiro, as plantas foram coletadas em épocas distintas, com auxílio de tesoura de poda, retirando-se apenas a parte aérea, no período de floração respectivo de cada espécie. O material vegetal utilizado foi caules, folhas e flores, os quais foram picados e triturados em liquidificador com água destilada, constituindo um extrato de cada cultura. Os extratos foram realizados na proporção

de 5:1 p/v (sendo cinco partes de água destilada para uma de planta). Os extratos foram armazenados em recipientes escuros, sob refrigeração, a 10°C por 48h, e após foram filtrados em filtro de papel.

O teste de germinação de sementes foi realizado segundo metodologia descrita em (BRASIL, 2009). Caixas de gerbox recobertas com papel mata-borrão umedecido com os extratos aquosos nas concentrações de 0; 12,5; 25; 50 e 100% foram utilizadas. Nessas caixas, foram semeadas 20 sementes das culturas bioindicadoras: alface (*Lactuca sativa*) e pepino (*Cucumis sativus* L.), bem como sementes de soja (*Glycine Max* L.). A germinação foi realizada em câmaras tipo B.O.D. com temperatura média de 25°C. Após a germinação foi determinada a porcentagem de plântulas normais, ao oitavo dia para pepino e soja e ao sétimo dia para alface, foram mensurados os comprimentos da parte aérea e raiz.

A biomassa das plântulas das culturas de alface, pepino e soja foi aferida em balança de precisão 0,001 g com dez plântulas de cada repetição após a avaliação de germinação. A seguir, as plântulas foram acondicionadas em estufa a 60°C por 48h para determinação de massa seca (NAKAGAWA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 5 (cinco plantas x cinco concentrações de extratos), com quatro repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias realizada por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram processados pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observa diferença estatística entre as concentrações nos extratos de canola e crotalária quanto à porcentagem de germinação de sementes de alface (Tabela 1). Porém, houve diferença estatística entre as concentrações nos extratos de crambe, nabo e linhaça para este parâmetro. Sementes de alface sob o extrato de nabo, na concentração de 50%, apresentaram maior porcentagem de germinação.

Resultados semelhantes foram verificados por Lira et al. (2010) em que o extrato de nabo forrageiro não interferiu na porcentagem, no tempo e na velocidade de germinação de sementes de soja.

O extrato que interferiu negativamente sobre a germinação da alface foi o de linhaça, na concentração de 100%. Entre os extratos, as concentrações que apresentaram diferença estatística foram as de 50 e 100%. Não houve diferença estatística entre as concentrações dos extratos de canola, nabo e crotalária sobre a porcentagem de germinação de sementes de pepino.

Sementes de pepino sob extratos de nabo, nas concentrações de 0 e 25%, e de crotalária nas concentrações de 12,5 e 100%, apresentaram maior por-

Tabela 1. Valores médios da porcentagem de germinação de sementes de alface, pepino e soja sob extratos canola, crambe, nabo forrageiro, crotalária e linhaça.

Extratos	Canola	Crambe	Nabo	Crotalária	Linhaça	Média	DP
Conc. (%)	Germinação de alface (%)						
0	75 a A	76 b A	70ab A	78 a A	69 b A	74 b	9
12,5	83 a A	78 b A	63 a A	76 a A	61 b A	71 b	12
25	68 a A	79 b A	73ab A	80 a A	60 b A	72 b	11
50	79 a BC	63 b B	88 b C	79 a BC	34 a A	68 b	23
100	74 a B	29 a A	82ab B	86 a B	19 a A	58 a	30
Média	76 C	65 B	75 C	79 C	49 A		
DP	9	21	12	8	23		
Conc. (%)	Germinação de pepino (%)						
0	94 a A	96 b A	100 a A	96 a A	93ab A	96 b	4
12,5	96 a A	93 b A	99 a A	100 a A	94 b A	96 b	4
25	94 a A	98 b A	100 a A	96 a A	91ab A	96 b	4
50	96 a A	88 b A	88 a A	99 a A	90ab A	92ab	8
100	98 a C	73 a A	86 a AC	100 a C	79 a AB	87 a	15
Média	96 BC	89 A	95 ABC	98 C	89 AB		
DP	4	13	8	3	9		
Conc. (%)	Germinação de soja (%)						
0	98 a A	95 a A	89 a A	95 a A	95 a A	94 a	6
12,5	99 a A	94 a A	99 b A	93 a A	99 a A	97 a	5
25	96 a A	96 a A	98ab A	95 a A	95 a A	96 a	4
50	96 a A	96 a A	96ab A	98 a A	95 a A	96 a	5
100	99 a A	99 a A	96 ab A	98 a A	95 a A	97 a	4
Média	98 A	96 A	96 A	96 A	96 A		
	3	4	5	6	5		

Médias de tratamentos seguidas da mesma letra e na mesma cultura bioindicadora, minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. DP: Desvio padrão.

centagem de germinação. Já o extrato de crambe, na concentração de 100%, afetou a porcentagem de germinação do pepino (73%) apresentando menor germinação e diferindo estatisticamente dos demais.

Verifica-se entre os extratos, que apenas o de canola, na concentração 100%, diferiu estatisticamente dos demais.

Na cultura da soja, apenas o extrato de nabo afetou estatisticamente a porcentagem de germinação, diferindo dos demais, em que os tratamentos apresentaram valores acima de 89% de germinação. Observando os extratos, não ocorreu diferença estatística entre as concentrações, sendo estes semelhantes estatisticamente. Em média, para a germinação de sementes de alface e pepino, a concentração que mais afetou reduzindo a germinação foi a de 100%, e o extrato que apresentou menores valores foi o de linhaça, para alface; e crambe seguido de linhaça, para pepino.

Extratos de folhas, caules e raízes de nabo forrageiro demonstraram alelopatia sobre sementes de alface inibindo a germinação de sementes, segundo Nery et al. (2013), enquanto que para as sementes de nabo forrageiro o extrato de mesma planta não provocou inibição na germinação.

Em cultivo no campo foi verificado efeito alelopático da canola sobre a cultura da soja, principalmente em anos com reduzida precipitação e com

maior expressão no componente de rendimento número de legumes por planta, sendo que o intervalo ideal na sucessão canola/soja deve ser de no mínimo vinte dias (SILVA et al., 2011).

Para a variável comprimento médio de parte aérea de plântulas de alface, as concentrações do extrato de canola não apresentaram diferença estatística; já as concentrações dos demais extratos foram estatisticamente diferentes. Entre as plântulas de alface, o maior comprimento de parte aérea foi observado na concentração de 100% no extrato de crotalária, diferindo das demais estatisticamente (Tabela 2).

Nas plântulas de pepino, as concentrações dos extratos testados diferiram estatisticamente entre si e o extrato de canola, na concentração de 100%, apresentou maior comprimento de parte aérea. Rizzardi et al. (2008b) obtiveram resultados divergentes observando que extratos aquosos de canola, bem como seus restos culturais, influenciaram negativamente a germinação e velocidade de emergência de plântulas de picão-preto e desoja. Quanto ao comprimento de parte aérea de plântulas de soja, apenas no extrato de crotalária, verificou-se diferença estatística. O extrato de linhaça na concentração 100% interferiu positivamente, apresentando maiores comprimento de parte aérea. Já em plântulas de alface e pepino, na concentração de 100% foram verificados os menores

Tabela 2. Valores médios de comprimento de parte aérea (cm), de plântulas de alface, pepino e soja sob extratos de canola, crambe, nabo, crotalária e linhaça nas concentrações de 0; 12,5; 25;50 e 100%.

Extratos	Canola	Crambe	Nabo	Crotalária	Linhaça	Média	DP	
Conc. (%)	Comprimento de parte aérea alface (cm)							
0	5,7 a A	4,5 abA	4,2 abA	4,6 a A	5,5 c A	4,9 ab	1,3	
12,50	6,2 a B	5,3 b AB	5,5 b AB	6,7 ab B	4,0 bc A	5,6 b	1,8	
25	6,3 a B	4,6 ab AB	4,3 ab AB	4,9 a B	2,5 ab A	4,5 a	1,4	
50	6,8 a C	2,8 a AB	3,5 ab AB	5,0 a BC	2,6 ab A	4,1 a	1,7	
100	7,1 a B	2,4 a A	2,7 a A	8,5 b B	0,6 a A	4,3 a	3,2	
Média	6,5 B	3,9 A	4,0 A	5,9 B	3,0 A			
DP	1,2	1,3	1,6	1,8	2,0			
Conc. (%)	Comprimento de parte aérea pepino (cm)							
0	10,4 a C	8,8 b BC	7,1 abA	8,5 a AB	7,5 d AB	8,5 ab	1,3	
12,50	11,4 ab C	9,5 b B	7,7 abA	9,7 ab B	6,7 cd A	9,0 b	1,8	
25	11,6 ab D	9,4 b BC	7,8 b B	10,1 ab CD	5,8 bc A	8,9 b	2,2	
50	11,7 ab C	8,5 ab B	8,2 b B	11,3 b C	4,2 ab A	8,8 b	2,9	
100	12,1 b C	6,9 a B	6,0 a B	10,8 b C	3,6 a A	7,9 a	3,3	
Média	11,4E	8,6 C	7,4B	10,1D	5,6 A			
DP	0,9	1,2	1,0	1,1	1,8			
Conc. (%)	Comprimento de parte aérea soja (cm)							
0	5,8 a BC	6,6 a C	5,9 a BC	4,6 a AB	3,4 a A	5,3 ab	1,3	
12,50	6,3 a B	5,9 a B	5,6 a B	6,7 bc B	3,1 a A	5,5 b	1,7	
25	6,3 a C	5,4 a BC	4,2 a B	4,9 ab BC	2,4 a A	4,6 a	1,5	
50	6,7 a B	6,4 a B	4,9 a AB	5,0 ab B	3,2 a A	5,2 ab	1,4	
100	7,2 a CD	6,3 a BC	5,0 a B	8,5 c D	2,7 a A	5,9 b	2,2	
Média	6,4 C	6,1 C	5,1 B	5,9 BC	2,9 A			
DP	1,2	0,8	1,0	1,8	0,6			

Médias de tratamentos seguidas da mesma letra e na mesma cultura bioindicadora, minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. DP: Desvio padrão.

comprimentos de parte aérea, sem, no entanto, diferir dos demais estatisticamente.

Coberturas de inverno como canola e cártamo apresentaram efeito positivo quanto ao desenvolvimento inicial do milho, já o cambre, nabo e aveia tiveram efeito negativo para este mesmo parâmetro (SPIASSI et al., 2011).

Araújo et al. (2010), ao trabalharem com extrato alcaloide de crotalária associado a densidades de sementeira, não observaram efeito alelopático sobre a germinação de picão preto e leiteiro, promovendo aumento no número de sementes germinadas nas duas espécies.

Diferindo destes, Lima et al. (2007) observaram que extratos aquosos de crotalária, feijão de porco e gergelim apresentaram potencial alelopático reduzindo a germinação e o desenvolvimento inicial de picão-preto. Entre os extratos apenas a concentração de 0% não diferiu estatisticamente.

Diferença estatística entre as concentrações dos extratos testados para comprimento de raiz de plântulas de alface foram verificadas (Tabela 3). Destaca-se a concentração de 50% no extrato de crotalária, com incremento do comprimento de raiz. Esses resultados diferem dos observados por Oliveira et al. (2010), pois, quando se elevou a concentração do extrato de crotalária acima de 60% o número de sementes germinadas de braquiária foi maior, e que o

aumento nas concentrações deste extrato promovem incrementos na germinação.

Para o pepino, a concentração de 100% do extrato de linhaça apresentou menores valores de comprimento de raiz. Também ocorreu diferença estatística entre as concentrações dos extratos aplicados sobre sementes. As concentrações de 0e 12,5% do extrato de canola resultaram em maiores comprimento de raiz.

Resultados semelhantes foram encontrados por Rizzardi et al. (2008), os quais verificaram que baixas concentrações de extratos de canola estimulam a porcentagem de germinação dos aquênios e crescimento de raiz de picão-preto. A concentração de 100% de todos os extratos foi a que apresentou menores valores de comprimento de raiz. Entre os extratos, as cinco concentrações diferiram estatisticamente.

Verifica-se na cultura da soja que apenas nas concentrações do extrato de crotalária não ocorreu diferença estatística, e a concentração de 50% deste extrato mostrou o maior comprimento de raiz. Entre os extratos, as cinco concentrações avaliadas apresentaram diferença estatística para as culturas de alface, pepino e soja. Em média, as concentrações que mais afetaram o comprimento de raiz de plântulas de alface e pepino foi a de 100%. Para as plântulas de soja, em média, as concentrações que mais

Tabela 3. Valores médios de comprimento de raiz (cm), de plântulas de alface, pepino e soja sob extratos de canola, crambé, nabo, crotalária e linhaça nas concentrações de 0; 12,5; 25; 50 e 100%.

Extratos	Canola	Crambe	Nabo	Crotalária	Linhaça	Média	DP
Comprimento de raiz alface (cm)							
Conc. (%)							
0	3,8 a B	3,6 c B	3,2 c AB	8,0 ab C	2,4 d A	4,2 c	2,0
12,50	5,0 ab B	2,5 bc A	2,3 bc A	8,6 ab C	2,0 cd A	4,1 c	2,6
25	5,1 b B	1,7 ab A	1,4 ab A	7,3 a C	1,4 bc A	3,4 ab	2,5
50	8,5 c B	1,1 a A	1,3 a A	9,2 b B	1,1 ab A	4,3 bc	4,0
100	7,8 c B	0,9 a A	1,2 a A	8,5 ab B	0,4 a A	3,8 a	3,8
Média	6,0 C	1,9 B	1,9 B	8,4 D	1,5 A		
DP	2,0	1,1	0,8	1,3	0,8		
Comprimento de raiz pepino (cm)							
Conc. (%)							
0	11,2 b B	9,5 c AB	8,1 bc A	10,6 c B	10,9 d B	10,1 d	1,3
12,50	11,2 b B	8,6 c A	9,4 cd AB	10,9 c B	7,8 c A	9,6 d	1,5
25	9,5 ab BC	7,8 c AB	10,8 d C	9bc BC	6,3 c A	8,7 c	1,7
50	9,9 b C	4,9 b A	7,4 b B	7,5 b B	4,7 b A	6,9 b	2,2
100	7,8 a C	2,4 a A	4,8 a B	5,5 a B	3,2 a A	4,7 a	2,1
Média	9,9 C	6,7 A	8,1 B	8,7 B	6,6 A		
DP	1,4	2,8	2,3	2,2	2,9		
Comprimento de raiz soja (cm)							
Conc. (%)							
0	3,8 a A	3,1 a A	3,8 a A	8,0 a B	7,7 c B	5,3 a	2,2
12,50	5,0 a AB	3,6 ab A	5,6 ab AB	8,6 a C	5,8 abc B	5,7 a	2,1
25	5,1 a AB	3,2 a A	5,0 abAB	7,3 a C	5,4 ab BC	5,2 a	1,5
50	8,5 b BC	4,2 ab A	6,8 bc B	9,2 a C	7,4 bc BC	7,2 b	2,2
100	7,8 b B	5,4 b A	8,0 c B	8,5 a B	5,2 aA	7,0 b	1,7
Média	6,0 B	3,9 A	5,9 B	8,4 C	6,3 B		
DP	2,0	1,1	2,0	1,3	1,4		

Médias de tratamentos seguidas da mesma letra e na mesma cultura bioindicadora, minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. DP: Desvio padrão.

afetaram o comprimento de raiz foram a de 0; 12,5 e 50%, não diferindo estatisticamente dos demais.

Extratos aquosos de soja afetaram o comprimento radicular de canola e de crambé, mas, não interferiram no desenvolvimento de área foliar destas espécies (BARRETO et al., 2011).

Não se observa diferença estatística entre as concentrações do extrato de canola sobre os valores médios de biomassa fresca em plântulas de alface e pepino (Tabela 4). Já as concentrações dos demais extratos para estas culturas diferiram estatisticamente quanto a este parâmetro. O extrato de nabo, na concentração de 0 e 25%, e o extrato de crotalária, na concentração de 25%, demonstraram efeito positivo com maiores valores de biomassa fresca.

Nas plântulas de pepino, o extrato de canola, na concentração de 100%, apresentou maior biomassa fresca, sem diferir estatisticamente das demais. Enquanto que, na cultura da soja, o extrato de crotalária, na concentração de 100%, apresentou os melhores resultados. Na cultura da soja, as concentrações dos extratos de canola, crambé e nabo não diferiram entre si.

Observa-se ainda que o extrato de linhaça, na concentração de 100%, afetou negativamente as plântulas de alface, pepino e soja, demonstrado por menores valores de biomassa fresca. Houve diferença estatística entre os extratos nas concentrações

avaliadas em plântulas de alface, pepino e soja. Em média, as concentrações de 100% foram as que mais afetaram a porcentagem de biomassa fresca de alface e pepino.

Ocorreu diferença estatística apenas entre as concentrações do extrato de crotalária para os valores médios de biomassa seca de alface (Tabela 5). A concentração de 12,5% do extrato de crotalária diferiu dos demais estatisticamente, demonstrando maiores valores de biomassa seca de plântulas de alface, enquanto a concentração de 100% do extrato de linhaça interferiu negativamente neste parâmetro.

Para a cultura do pepino, nos extratos de nabo e crotalária ocorreu diferença estatística, e a concentração de 12,5% do extrato de nabo apresentou maiores valores de biomassa seca, mostrando que baixas concentrações de extrato de nabo podem favorecer o aumento da biomassa seca de pepino. Tokura e Nóbrega (2005) obtiveram resultados semelhantes, pois, maior biomassa seca de plântulas de milho foi observada na concentração de 25%, seguidas das concentrações de 50; 100 e 75%, respectivamente. Também foi verificado por Morais, Santos e Rossetto (2014), que plantas de girassol mostraram efeito alelopático sobre nabo forrageiro, reduzindo a produção de sementes por planta, mas, não interferiram no estabelecimento da cultura e no vigor destas sementes.

Entre os extratos, somente nas concentrações

Tabela 4. Valores médios de biomassa fresca de plântulas de alface, pepino e soja sob extratos de canola, crambe, nabo, crotalária e linhaça nas concentrações de 0; 12,5; 25; 50 e 100%.

Extratos	Canola	Crambe	Nabo	Crotalária	Linhaça	Média	DP
Conc.(%)	Biomassa fresca alface (g)						
0	0,12 a AB	0,09 bc A	0,15 b B	0,13 ab B	0,12 c AB	0,12 c	0,02
12,5	0,14 a B	0,10 c A	0,14 b B	0,13 ab B	0,11 c AB	0,12 c	0,02
25	0,14 a B	0,10 c A	0,15 b B	0,15 b B	0,08 b A	0,12 c	0,04
50	0,14 a B	0,06 b A	0,12 ab B	0,13 ab B	0,05 b A	0,10 b	0,04
100	0,12 a B	0,03 a A	0,10 a B	0,11 a B	0,01 a A	0,07 a	0,04
Média	0,13 B	0,08 A	0,13 B	0,13 B	0,07 A		
DP	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04		
Conc. (%)	Biomassa fresca pepino (g)						
0	2,63 a B	2,11 ab A	2,38 b AB	2,19 a AB	2,41 b AB	2,34 b	0,26
12,5	2,78 a B	2,20 b A	2,49 b AB	2,51 ab AB	2,17 b A	2,43 b	0,28
25	2,96 a C	2,28 b AB	2,54 b BC	2,66 ab BC	1,96 b A	2,48 b	0,41
50	2,86 a C	2,05 ab B	2,57 b C	2,81 b C	1,32 a A	2,32 b	0,64
100	2,98 a C	1,73 a B	1,91 a B	2,70 b C	1,16 a A	2,10 a	0,71
Média	2,84 D	2,07 B	2,38 C	2,57 C	1,81 A		
DP	0,22	0,32	0,32	0,28	0,55		
Conc. (%)	Biomassa fresca soja (g)						
0	5,57 a B	5,57 a B	5,57 a B	4,70 a AB	4,47 b A	5,17 ab	0,65
12,5	5,43 a B	5,25 a B	5,52 a B	5,44 a B	3,88 ab A	5,10 ab	0,87
25	5,68 a B	4,96 a B	4,71 a B	4,83 a B	3,43 ab A	4,72 a	0,82
50	5,87 a C	5,15 a BC	5,07 a BC	4,66 a AB	4,02 ab A	4,95 a	0,73
100	6,21 a BC	5,33 a B	5,19 a B	7,07 b C	3,40 a A	5,44 b	1,36
Média	5,75 C	5,25 B	5,21 B	5,34 BC	3,84 A		
DP	0,67	0,44	0,52	1,10	0,46		

Médias de tratamentos seguidas da mesma letra e na mesma cultura bioindicadora, minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. DP: Desvio padrão.

Tabela 5. Valores médios de biomassa seca (mg) de plântulas de alface, pepino e soja sob extratos de canola, crambe, nabo, crotalária e linhaça nas concentrações de 0; 12,5; 25; 50 e 100%.

Extratos	Canola	Crambe	Nabo	Crotalária	Linhaça	Média	DP
Conc. (%)	Biomassa seca alface (mg)						
0	0,5 a A	10,0 a A	10,0 a A	2,5 a A	10,0 a A	7,5 a	2,7
12,5	7,5 a A	7,5 a A	10,0 a A	37,5 b B	2,5 a A	13,0 a	21,0
25	5,0 a A	5,0 a A	10,0 a A	10,0 a A	7,5 a A	7,5 a	2,3
50	12,5 a A	7,5 a A	7,5 a A	10,0 a A	2,5 a A	8,0 a	3,8
100	5,0 a A	5,0 a A	10,0 a A	10,0 a A	0,1 a A	6,0 a	2,4
Média	7,0 AB	7,0 AB	9,5 AB	14,0 B	4,5 A		
DP	4,3	1,18	2,1	20,7	2,6		
Conc. (%)	Biomassa seca pepino (mg)						
0	190 a A	200 a A	210 b A	188 a A	193 a A	196 a	18
12,5	193 a AB	198 a AB	165 a A	233 b B	208 a AB	199 a	38
25	203 a A	193 a A	178ab A	213ab A	220 a A	201 a	24
50	205 a A	173 a A	208ab A	210ab A	205 a A	200 a	20
100	198 a AB	185 a A	205ab AB	230ab B	202 a AB	204 a	19
Média	198 AB	190 A	193 A	215 B	206 AB		
DP	12	23	23	35	16		
Conc. (%)	Biomassa seca soja (mg)						
0	1140 a AB	1153 a AB	1243 a B	1108 a A	1210 a AB	1171 a	79
12,5	1130 a AB	1143 a AB	1223 a B	1040 a A	1110 a AB	1129 a	83
25	1145 a A	1123 a A	1208 a A	1095 a A	1125 a A	1139 a	58
50	1110 a A	1095 a A	1183 a A	1068 a A	1178 a A	1127 a	77
100	1115 a A	1095 a A	1245 a B	1123 a AB	1105 a A	1137 a	87
Média	1128 AB	1122 AB	1220 C	1087 A	1146 B		
DP	64	59	49	74	74		

Médias de tratamentos seguidas da mesma letra e na mesma cultura bioindicadora, minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. DP: Desvio padrão.

de 0; 12,5 e 100% houve diferença estatística. A concentração de 100% do extrato de nabo apresentou maior valor médio de biomassa seca de plântulas de soja, não diferindo das demais. Em média, não ocorreu diferença estatística entre as concentrações dos extratos aplicados em alface, pepino e soja e os extratos que apresentaram menores valores de biomassa seca foram o de linhaça, aplicados na alface, de crambe e nabo, aplicados em pepino e na soja, o extrato de crotalária.

CONCLUSÃO

Os extratos e as concentrações interferiram na germinação de sementes, parte aérea, raiz, biomassa fresca e seca das plântulas de alface e pepino, sem, no entanto, afetarem a germinação de sementes e biomassa seca de plântulas de soja.

O extrato, independente da concentração, que mais afetou positivamente as culturas foi o de crotalária. O extrato de linhaça demonstrou comportamento inverso, na maioria das vezes, na concentração de 100%.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. O.; ESPÍRITO SANTO, C. L.; SANTANA, C. N. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.5, n.2, p.109-115, 2010.
- BARRETO, B. C. P. et al. Interferência alelopática de extrato da soja sobre sementes de canola e crambe. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 4, n. 2, p. 188-198, 2011.
- BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n.3, p. 67-75, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000.
- LIMA, C.; PEREIRA, L. M.; MAPELI, N. C. Potencial alelopático de crotalária, feijão-de-porco e gergelim na germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto (*Bidens pilosa*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Guarapari, v. 2, n. 2, p.1175-1178, 2007.
- LIRA, R. K.; FORTES, A. M. T.; CAMOZZATO, A. M. Alelopatia de espécies forrageiras na germinação e no crescimento da soja. **Cultivando o saber**, Cascavel, v.3, n.4, p.67-75, 2010.
- LISBOA, O. A. de S.; DIDONET, A. D. Efeito alelopático de crotalária e braquiária na germinação de sementes de picão preto, corda-de-violão e alface. **XII Congresso Brasileiro de Fisiologia vegetal "Desafios para produção de alimentos e bioenergia"**, Fortaleza, p. 166-167, 2009.
- MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Horti Sul**, Pelotas, v.1, n.3, p.27-32, 1990.
- MIZUTANI, J. Selected allelochemicals. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.18, n.5, p.653-671, 1999.
- MORAIS, C. S. B. de; SANTOS, L. A. dos; ROSSETTO, C. A. V. Desempenho agrônomo da cultura do nabo forrageiro influenciado pelos resíduos de plantas de girassol. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 117-128, 2014.
- MORAIS, P. V. D. et al. Culturas de cobertura com potencial alelopático sobre emergência de *Digitaria spp.* **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n. 2, p.292-299, 2011.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 2, p. 1-24.
- NERY, M. C. et al. Potencial alelopático de *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 23, n. 1, 2013.
- NÓBREGA, L. H. P et al. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja (*Glycine max* L. Merrill) sob cobertura vegetal. **Acta Scientiarum Agromomy**, Maringá, v.31, n.3, p.461-465, 2009.
- OLIVEIRA, Y. A. S. et al. Controle de *Brachiaria ruziziensis* através do manejo em cobertura e uso do extrato de da crotalária (*Crotalaria juncea*) aplicada via solo. **XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, Ribeirão Preto, 2010.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press, 1984.

RIZZARDI, A. M. et al. Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 717-724, 2008a.

RIZZARDI, A. M. et al. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassic napus* L. var. oleífera) na supressão de picão-preto (*Bidens sp.*) e soja. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.239-248, 2008b.

SILVA, J. A. G. et al. Alelopatia da canola sobre o desenvolvimento e produtividade da soja. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.4, p. 428-437, 2011.

SPIASSI, A. et al. Alelopatia de palhadas de coberturas de inverno sobre o crescimento inicial de milho. **Semana: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 577-582, 2011.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.287-292, 2005.