

# ALELOPATIA DE EXTRATOS DE ADUBOS VERDES SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE ALFACE

## ALLELOPATHY OF GREEN MANURES EXTRACTS ON GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF THE LETTUCE

Wellington Pereira de CARVALHO<sup>1</sup>; Gabriel José de CARVALHO<sup>2</sup>;  
Dyrson de Oliveira ABBADE NETO<sup>3</sup>; Luíz Gustavo Vieira TEIXEIRA<sup>3</sup>

1. Pesquisador, Doutor, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil, wellington.carvalho@embrapa.br. 2. Professor, Doutor, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. 3. Graduando, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

**RESUMO:** Extratos aquosos obtidos de palhas de três gramíneas e três leguminosas nas concentrações de 2,5%, 5% e 10% foram preparados com o objetivo de determinar o potencial alelopático dessas espécies utilizadas como adubos verdes sobre alface (*Lactuca sativa* L.), e estimar a melhor concentração para uso desses extratos em bioensaios de laboratório. Para análise da germinação foram consideradas as variáveis porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação. Para análise do crescimento inicial consideraram-se as variáveis porcentagem de plantas normais, comprimento de raiz e parte aérea, massa fresca de raiz e parte aérea e massa seca de raiz e parte aérea. Os adubos verdes utilizados para preparação dos extratos foram as leguminosas crotalária (*Crotalaria anagyroides* H.B.K.), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) e guandu-anão *Cajanus cajan* (L.) Millsp e as poaceas aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), em cultivo exclusivo e consorciadas, perfazendo dezesseis tratamentos (crotalária, feijão-de-porco, guandu-anão, aveia-preta, sorgo, milheto, crotalária + aveia-preta, crotalária + sorgo, crotalária + milheto, feijão-de-porco + aveia-preta, feijão-de-porco + sorgo, feijão-de-porco + milheto, guandu-anão + aveia-preta, guandu-anão + sorgo, guandu-anão + milheto e testemunha). Adotou-se um arranjo fatorial 16 x 3 (quinze extratos de adubos verdes e testemunha x três concentrações), com três repetições. Os extratos que proporcionam maior efeito nas variáveis estudadas são os de feijão-de-porco e feijão-de-porco + aveia preta e a concentração que melhor estima o efeito dos extratos de adubo verdes é 5%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Extrato alelopático. *Lactuca sativa*. Plantas de cobertura.

### INTRODUÇÃO

As plantas têm capacidade de produzir substâncias químicas que podem contribuir para sua sobrevivência e ou desenvolvimento de mecanismos de defesa. Essas substâncias são metabólitos bioativos (aleloquímicos) oriundos de seu metabolismo secundário. Via de regra, são substâncias solúveis em água, destacando-se as saponinas, os taninos, os alcalóides, os terpenóides e os flavonóides, que são liberadas diretamente no ambiente através de lixiviação, exsudação das raízes e volatilização, bem como pela decomposição de resíduos vegetais (ALVES et al., 2004).

Essas substâncias alelopáticas estão implicadas em uma grande diversidade de efeitos nas plantas. Esses efeitos incluem atraso ou inibição da germinação de sementes, crescimento paralisado, injúria no sistema radicular, clorose, murcha e morte das plantas (CORREIA, 2002).

Tradicionalmente, para a determinação do potencial alelopático de uma planta, tem-se recorrido inicialmente à técnica dos extratos aquosos (SANTOS et al., 2002). Realizada em laboratório, esta técnica é considerada a mais simples e usual, pois é capaz de melhor isolar o efeito alelopático de outras interferências como, por

exemplo, temperatura, disponibilidade de água e fotoperíodo. (GATTI et al., 2004).

O estudo do efeito alelopático de resíduos vegetais utilizados para cobertura morta sobre plantas infestantes e sobre as espécies cultivadas faz-se, geralmente, com bioensaios que utilizam extratos aquosos ou alcoólicos em testes em câmaras de germinação, avaliando a porcentagem de germinação das sementes, o alongamento de raízes e a massa fresca e seca de raízes e parte aérea.

Para que sejam feitos bioensaios com resíduos vegetais, é necessário o uso de biotestes com plantas indicadoras para escolha de qual a melhor concentração deve ser usada (FERREIRA; AQUILA, 2000). A resistência ou tolerância aos metabólitos secundários é uma característica espécie-específica, existindo aquelas mais sensíveis como *Lactuca sativa* L. (alface), *Lycopersicon esculentum* Miller (tomate) e *Cucumis sativus* L. (pepino), consideradas plantas indicadoras de atividade alelopática. Para que seja indicada como planta teste, a espécie deve apresentar germinação rápida e uniforme, e um grau de sensibilidade que permita expressar os resultados sob baixas concentrações das substâncias alelopáticas (GABOR; VEATCH, 1981). Segundo SOUZA et al. (2007), a principal vantagem do uso de *Lactuca*

*sativa* como alvo em biotestes reside na sensibilidade da espécie, mesmo em baixas concentrações de aleloquímicos. Além disso, a espécie apresenta outras peculiaridades que favorecem sua utilização: germinação rápida, em aproximadamente 24 horas, crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos.

Com a hipótese que extratos aquosos oriundos de diferentes tipos de adubos verdes inibem a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface, quando avaliados em condições de laboratório, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes concentrações desses extratos obtidos das palhas de três gramíneas e três leguminosas, em cultivo exclusivo e consorciadas sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de alface, a fim de se estimar a melhor concentração para uso desses extratos em bioensaios de laboratório.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de germinação e crescimento inicial foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, em junho de 2009.

Os adubos verdes utilizados foram as leguminosas crotalária (*Crotalaria anagyroides* H.B.K.), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) e guandu anão *Cajanus cajan* (L.) Millsp e as poaceas aveia preta (*Avena strigosa* Schieb), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown). As palhas foram retiradas de ensaio instalado no campo onde as espécies foram plantadas em cultivo exclusivo (espaçamento de 50 cm) e consorciadas entre si (espaçamento de 25 cm), perfazendo quinze tratamentos.

Após a coleta, que ocorreu imediatamente após o corte do material no campo, o material foi acondicionado em sacos de papel e levado para secar em estufa com circulação forçada a temperatura de 50°C, até obter-se massa seca estável e em seguida foi encaminhado ao laboratório, no qual se obteve os extratos. Para esse procedimento, o material foi picado em fragmentos de 1 cm, pesou-se 10 g e adicionou-se em 100 mL de água destilada (solução 10% p/v a frio). A mistura ficou em repouso por um período de 4 horas à temperatura ambiente, no escuro (evitando a fotodegradação) (CARVALHO et al., 2012) sendo em seguida filtrada em filtro de pano obtendo-se o extrato de maior concentração (10%). Esse extrato foi diluído

para as concentrações de 5 e 2,5% e imediatamente aplicados nas caixas gerbox. A proposta desta metodologia foi aproximar-se das condições de campo onde a extração de aleloquímicos da cobertura morta se dá principalmente por lixiviação causada pela chuva ou por orvalho.

Para a realização do bioteste de germinação e crescimento inicial foram utilizados aquênios de alface (*Lactuca sativa* L. cv. Vera) sem tratamento químico, obtidas no comércio local. Foram efetuados testes preliminares em laboratório para verificação da viabilidade e do vigor da germinação dos aquênios de acordo com NERY (2008).

Os testes foram realizados em caixas gerbox transparentes, forradas com duas folhas de papel mataborrão autoclavadas a 120 °C por uma hora. A quantidade de extrato por gerbox foi calculada multiplicando-se o peso do papel mataborrão por 2,5, totalizando 12 mL por gerbox, (BRASIL, 2009). Foram utilizadas câmaras tipo B.O.D., reguladas para temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas-luz mantido por quatro lâmpadas brancas fluorescentes de 25W, do tipo luz do dia (a irradiância média de duas lâmpadas desse tipo é igual a  $30 \pm 5 \mu\text{mol. m}^2 \text{ s}^{-1}$ , segundo BRAVIN et al., 2006).

Para análise da germinação foram consideradas as variáveis porcentagem de germinação (PG) sendo utilizada a emergência da radícula como critério de germinação (LIMA; MORAES, 2008) e índice de velocidade de germinação (IVG) calculado de acordo com VIEIRA; CARVALHO (1994). O ensaio foi instalado empregando-se 50 aquênios por gerbox e a contagem do número de aquênios germinados foi realizada em intervalos de 24 horas, durante sete dias.

Para o crescimento inicial o ensaio foi instalado empregando-se 20 aquênios de alface por gerbox e consideraram-se as seguintes variáveis: plântulas normais, de acordo com as especificações de BRASIL (2009), comprimento médio da raiz e da parte aérea, massa fresca de raiz e parte aérea e massa seca de raiz e parte aérea. O comprimento da raiz foi obtido de todas as plantas utilizando-se régua com graduação em milímetros, tomando-se a medida do ápice meristemático da raiz principal até a região do coleto, após permanência de sete dias na câmara B.O.D. Esse mesmo procedimento foi empregado para a medição do hipocótilo das plântulas, tomando-se a medida da região do coleto até o ponto de inserção dos cotilédones (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Após a medição do comprimento de raiz e parte aérea, as plântulas foram seccionadas na

região do coleto e separadas as raízes das partes aéreas, que tiveram suas massas aferidas, foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de secagem com circulação forçada a temperatura de 65°C, até obter-se massa seca estável, quando foram então obtidas as médias de massas secas de raiz e parte aérea das plântulas (mg por plântula) em balança analítica de precisão (AND, modelo HR-200).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 16 x 3, com três repetições (três câmaras B.O.D.), em que o primeiro fator correspondeu aos diferentes extratos provenientes das palhas de seis adubos verdes em cultivo exclusivo e consorciados (crotalária, feijão-de-porco, guandu anão, aveia preta, sorgo, milheto, crotalária + aveia preta, crotalária + sorgo, crotalária + milheto, feijão-de-porco + aveia preta, feijão-de-porco + sorgo, feijão-de-porco + milheto, guandu anão + aveia preta, guandu anão + sorgo e guandu anão + milheto) mais a testemunha com água destilada e o segundo fator, às diferentes concentrações (2,5%; 5% e 10%), totalizando 48 tratamentos e 144 parcelas, sendo cada parcela, uma caixa gerbox.

Os extratos de palhas das espécies utilizadas

foram avaliados individualmente quanto ao pH, aferindo-se com pHmetro da (Digimed modelo DM 22) e caracterizados quanto ao potencial osmótico estimado pelo método de Chardakov (BORELLA et al., 2009).

Os dados foram submetidos a análise de variância por meio do software SISVAR<sup>®</sup> (FERREIRA, 2000) e, nos casos de significância do teste F, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Procedeu-se, também, à análise de correlação entre as variáveis avaliadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características físico-químicas

A caracterização dos extratos aquosos (Tabela 1) revelou que estes apresentaram valores de pH e potencial osmótico dentro do que se considera adequado para a germinação e desenvolvimento da alface (CHOU; YOUNG, 1974). Assim, pode-se excluir interferência desses fatores nos efeitos observados, reforçando a idéia de que substâncias químicas foram extraídas e apresentaram efeito tóxico sobre a germinação e o crescimento da alface.

**Tabela 1.** Valores de pH e potencial osmótico de 15 extratos aquosos de adubos verdes nas concentrações de 2,5%, 5% e 10% e desdobramento das interações significativas da análise de variância referente a porcentagem de plântulas normais de alface cultivar Vera, submetidas a 15 extratos aquosos de adubos verdes. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Extratos <sup>(1)</sup>	pH			Potencial osmótico (MPa)		
	2,5%	5%	10%	2,5%	5%	10%
FDP	6,37	6,25	6,19	-0,0135	-0,0314	-0,0473
FDP+ AVP	6,36	6,32	6,19	-0,0153	-0,0295	-0,0447
CRO + SOR	6,13	5,98	5,88	-0,0120	-0,0308	-0,0490
CRO + MIL	5,88	5,77	5,69	-0,0144	-0,0291	-0,0487
MIL	6,24	6,21	6,19	-0,0166	-0,0287	-0,0464
AVP	6,30	6,32	6,17	-0,0177	-0,0321	-0,0491
FDP + MIL	6,32	6,26	6,18	-0,0119	-0,0285	-0,0528
FDP + SOR	6,56	6,47	6,39	-0,0138	-0,0311	-0,0488
CRO	5,66	5,50	5,40	-0,0112	-0,0294	-0,0482
GUA + SOR	6,35	6,30	6,20	-0,0129	-0,0306	-0,0484
GUA	6,42	6,41	6,37	-0,0161	-0,0328	-0,0500
CRO + AVP	6,12	6,09	5,96	-0,0111	-0,0277	-0,0539
GUA + AVP	6,33	6,27	6,20	-0,0112	-0,0320	-0,0461
SOR	6,34	6,26	6,21	-0,0182	-0,0332	-0,0458
GUA + MIL	6,32	6,22	6,18	-0,0146	-0,0283	-0,0472
TC		6,09 <sup>(3)</sup>			0,0000 <sup>(4)</sup>	

<sup>(1)</sup>CRO – crotalária, FDP – feijão-de-porco, GUA – guandu anão, AVP – aveia preta, MIL – milheto, SOR – sorgo, TC – tratamento controle. <sup>(2)</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo método de agrupamento de Scott-Knott a 5% de significância. <sup>(3)</sup>pH da água destilada. <sup>(4)</sup>Potencial osmótico da água destilada

Gatti et al. (2004) recomendam que o potencial osmótico de extratos envolvendo testes de

germinação não ultrapasse valores de -0,2 MPa. Extratos aquosos podem apresentar determinados

Alelopatia de extratos...

solutos que podem alterar a propriedade da água, resultando numa pressão osmótica diferente de zero na solução. Tais solutos como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos podem mascarar o efeito alelopático dos extratos por interferir no pH e serem osmoticamente ativos (FERREIRA; AQUILA, 2000). Segundo EBERLEIN (1987), a germinação e o crescimento de plântulas são afetados quando o pH é muito alcalino ou muito ácido com efeitos prejudiciais tanto no sistema radicular quanto na parte aérea, observados em condições de pH abaixo de 4 e superior a 10.

### Germinação e IVG

Pelos resultados observa-se que houve interação significativa entre extratos e concentrações, indicando que houve influência das concentrações nos diferentes tipos de extratos testados para todas as características avaliadas (Tabela 2).

Com os resultados obtidos para porcentagem de germinação de aquênios de alface observa-se que não houve influência dos diferentes extratos testados nas concentrações de 2,5% e 5% (Tabela 3). Segundo BORGES et al. (2007), muitas vezes o efeito alelopático não é sobre a porcentagem de germinação, mas sobre o IVG ou outro parâmetro do processo. De acordo com PERES et al. (2004), a emergência é feita à custa das reservas da semente sendo, por isso, menos sensível à presença de aleloquímicos do que o crescimento das plântulas. As alterações no padrão de germinação podem resultar de efeitos sobre a permeabilidade das membranas, a transcrição do DNA e tradução do RNA, o funcionamento dos mensageiros secundários, a respiração, por seqüestro de oxigênio (fenóis), estruturas citológicas e ultra-estruturais, hormônios, tanto alterando suas concentrações quanto o balanço entre eles, atividade enzimática e de receptores, relações hídricas ou ainda, pela combinação destes fatores (FERREIRA; AQUILA, 2000).

O efeito do extrato de plantas pode ser observado quando se aumenta a concentração em nível tal, que pode afetar um ou mais dos fatores citados anteriormente, como o que ocorreu na concentração de 10% em que os extratos de feijão-de-porco, feijão-de-porco + aveia preta e feijão-de-porco + sorgo diminuíram a porcentagem de germinação. Segundo HARPER; BALKE (1981), o grau de inibição proporcionado por determinado aleloquímico é dependente da sua concentração.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), não houve diferença entre os extratos e entre estes e a testemunha quando sua concentração foi de 2,5% (Tabela 3). Na

CARVALHO, W. P. et al.

concentração de 5% os extratos de feijão-de-porco, feijão-de-porco + aveia preta, crotalária, sorgo e guandu + milho e na concentração de 10% os extratos de feijão-de-porco e feijão-de-porco + sorgo diminuíram o IVG, sendo o extrato de feijão-de-porco o único que causou retardamento do processo germinativo (diminuição o IVG) nas concentrações de 5% e 10%, diminuindo a velocidade de desdobramento e translocação dos componentes nutritivos para a raiz e hipocótilo.

Para os extratos de feijão-de-porco, feijão-de-porco + aveia preta, feijão-de-porco + milho, feijão-de-porco + sorgo, crotalária e sorgo o IVG foi afetado com reduções no número médio de aquênios de alface germinados por dia em relação ao aumento da concentração dos extratos.

Segundo FERREIRA; BORGHETTI (2004), quanto maior o IVG maior o vigor das sementes, sendo que neste experimento os extratos atuaram diminuindo o vigor dos aquênios de alface.

### Crescimento inicial

O crescimento inicial das plântulas, que é caracterizado por alto metabolismo e sensibilidade ao estresse ambiental, é mais sensível que a germinação, pois para cada semente o fenômeno é discreto, germinando ou não (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Quando se verificou a influência alelopática no crescimento de plântulas de alface foi observada anormalidade na parte aérea e principalmente no sistema radicular, onde as raízes primárias se apresentaram atrofiadas e defeituosas, e em alguns casos, praticamente ausentes. Raízes secundárias oxidadas e escurecidas ou ausentes foram também observadas. A avaliação da anormalidade das plântulas é instrumento valioso em experimentos de alelopatia e a necrose da raiz é o sintoma mais comum da anormalidade (FERREIRA; AQUILA, 2000). Na Tabela 4 onde se encontra a porcentagem de plântulas consideradas normais, pode-se observar que os extratos de feijão-de-porco e feijão-de-porco + aveia preta em todas as concentrações causaram anormalidade, e ainda, com exceção dos extratos de milho, crotalária, crotalária + milho e guandu + milho, todos os extratos causaram anormalidade crescente com o aumento da concentração.

Anormalidades em plântulas de alface também foram observadas por NERY (2008) ao estudar o efeito alelopático do extrato de nabo forrageiro que afetou 87% das plantas analisadas que apresentaram hipocótilo de tamanho reduzido e raízes oxidadas e escurecidas.

**Tabela 2.** Quadrados médios da análise de variância, média e coeficiente de variação de porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes, porcentagem de plantas normais, comprimento médio de raiz (CMR), comprimento médio do hipocótilo (CMH), massa fresca de raiz (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de alface cultivar Vera, submetida a três concentrações de 15 extratos aquosos de adubos verdes. UFLA, Lavras, MG, 2009.

	PG	IVG	Normais	CMR	CMH	MFR	MFPA	MSR	MSPA
Blocos	1943.92	8.91	4,78	0,03	1,88	0,01	5,54	0,00076	0,0212
Extratos (E)	130.63**	1,90**	4196,98**	14,48**	2,86**	1,65**	9,74**	0,01794**	0,0109**
Concentrações (C)	686.11**	14,88**	954,69**	19,45**	0,80**	4,67**	66,39**	0,03286**	0,0052ns
E x C	72.96*	0,93**	99,82**	1,15**	0,25**	0,30**	2,58**	0,00345**	0,0085**
Res	38.60	0,36	11,88	0,02	0,05	0,01	0,45	0,00019	0,0032
Média	91.84	9,09	56,05	1,58	1,65	0,92	6,29	0,09	0,46
CV	6.77	6,63	6,15	7,89	13,68	11,81	10,60	14,69	12,26

ns - não significativo; \*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 3.** Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente a valores médios de porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de aquênios e comprimento médio de raiz (CMR) e comprimento médio de hipocótilo (CMH) de plântulas de alface cultivar Vera, submetidas a 15 extratos aquosos de adubos verdes. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Extratos <sup>(1)</sup>	PG (%)			IVG		
	2,5%	5%	10%	2,5%	5%	10%
FDP + SOR	90 aB <sup>(2)</sup>	93 aB	70 aA	9,13 aB	9,43 bB	6,67 aA
FDP	93 aB	93 aB	72 aA	9,90 aC	8,73 aB	6,30 aA
FDP+ AVP	97 aB	88 aB	80 aA	9,43 aB	8,93 aB	8,00 bA
CRO	93 aA	92 aA	85 bA	9,33 aB	8,57 aB	7,80 bA
CRO + AVP	97 aA	93 aA	87 bA	9,90 aA	9,47 bA	8,77 cA
SOR	97 aB	80 aA	88 bB	9,47 aB	8,27 aA	7,37 bA
MIL	97 aA	88 aA	88 bA	9,80 aA	9,13 bA	8,77 cA
GUA + MIL	92 aA	90 aA	90 bA	9,27 aA	8,77 aA	8,83 cA
AVP	97 aA	92 aA	90 bA	9,80 aA	9,23 bA	9,07 cA
CRO + MIL	93 aA	93 aA	90 bA	9,43 aA	9,27 bA	9,00 cA
GUA + AVP	100 aA	95 aA	92 bA	9,77 aA	9,70 bA	9,73 cA
GUA + SOR	98 aA	97 aA	92 bA	9,47 aA	9,77 bA	9,10 cA
CRO + SOR	97 aA	97 aA	92 bA	9,77 aA	9,50 bA	8,73 cA
FDP + MIL	97 aA	95 aA	97 bA	9,93 aB	9,67 bB	8,70 cA
GUA	90 aA	92 aA	97 bA	9,20 aA	9,30 bA	9,33 cA
TC	98 a	100 a	97 b	9,53 a	9,70 b	9,50 c

<sup>(1)</sup>CRO – crotalaria, FDP – feijão-de-porco, GUA – guandu anão, AVP – aveia preta, MIL – milheto, SOR – sorgo, TC – tratamento controle. <sup>(2)</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo método de agrupamento de Scott-Knott a 5% de significância.

**Tabela 4.** Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente a valores médios de porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de aquênios e comprimento médio de raiz (CMR) e comprimento médio de hipocótilo (CMH) de plântulas de alface cultivar Vera, submetidas a 15 extratos aquosos de adubos verdes. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Extratos <sup>(1)</sup>	Plântulas normais (%)			CMR (cm)			CMH (cm)		
	2,5%	5%	10%	2,5%	5%	10%	2,5%	5%	10%
FDP + SOR	24.67 aB <sup>(2)</sup>	24.00 aB	18.67 aA	1,96 dC	1,55 fB	0,35 bA	1,37 bB	0,84 aA	0,96 aA
FDP	28.00 aB	23.00 aA	21.00 aA	0,31 aA	0,18 aA	0,05 aA	2,24 cB	1,37 bA	1,02 aA
FDP+ AVP	32.67 bB	33.67 bB	27.00 bA	0,48 aB	0,30 aB	0,05 aA	0,98 aA	1,17 aA	0,76 aA
CRO	34.67 bA	33.00 bA	35.00 cA	0,92 bA	0,73 cA	0,83 cA	2,77 dA	2,69 dA	2,84T eA
CRO + AVP	47.67 cA	44.67 dA	43.00 dA	2,66 fB	1,39 eA	1,20 dA	2,13 cB	1,49 bA	1,58 bA
SOR	51.67 cA	60.67 eB	47.33 dA	3,24 gC	2,11 gB	0,68 cA	1,92 cB	1,45 bA	1,44 bA
MIL	59.67 dB	63.33 eB	46.00 dA	1,87 dB	0,98 dA	0,38 bA	2,14 cB	2,46 dB	1,40 bA
GUA + MIL	61.67 dC	38.33 cB	32.33 cA	4,06 iC	2,46 hB	0,46 bA	1,28 aA	1,02 aA	0,89 aA
AVP	65.33 dA	72.00 fA	68.00 eA	0,93 bB	0,53 bA	0,36 bA	2,84 dC	1,94 cA	2,40 dB
CRO + MIL	65.33 eB	44.67 dA	50.33 dA	3,62 hC	1,68 fB	0,45 bA	1,26 aA	1,25 aA	1,21 bA
GUA + AVP	71.00 eC	64.67 eB	48.33 dA	3,09 gC	2,40 hB	1,19 dA	1,59 bA	1,37 bA	1,94 cB
GUA + SOR	75.00 eB	71.67 fB	66.00 eA	2,02 dC	1,16 dB	0,65 cA	1,57 bA	1,60 bA	1,90 cA
CRO + SOR	79.67 fB	74.67 fA	70.33 eA	1,43 cB	0,72 cA	0,67 cA	1,24 aA	1,30 aA	1,44 bA
FDP + MIL	81.33 fB	70.67 fA	70.33 eA	1,36 cB	0,65 cA	0,58 cA	1,57 bA	1,42 bA	1,49 bA
GUA	86.00 fA	87.00 gA	81.00 fA	2,43 eC	1,98 gB	1,52 eA	2,84 dB	2,95 eB	2,36 dA
TC	100.00 g	100.00 h	100.00 g	4,84 j	6,08 i	5,43 f	1,06 a	1,17 a	1,32 b

<sup>(1)</sup>CRO – crotalaria, FDP – feijão-de-porco, GUA – guandu anão, AVP – aveia preta, MIL – milheto, SOR – sorgo, TC – tratamento controle. <sup>(2)</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo método de agrupamento de Scott-Knott a 5% de significância.

O sistema radicular das plantas é mais sensível a ação de aleloquímicos, porque seu alongamento depende de divisões celulares, que, se inibidas, comprometem o seu desenvolvimento normal. Os ácidos fenólicos são potentes aleloquímicos que induzem o aumento da atividade de enzimas oxidativas, tendo como consequência final a modificação da permeabilidade das membranas e a formação de lignina, que contribuem para a redução do alongamento radicular (FERRARESE et al., 2000). Ácidos fenólicos tais como ácido clorogênico, ácido ferúlico e ácido p-anísico foram encontrados por MENDONÇA (2008) em sementes de feijão-de-porco, causando efeito fitotóxico no desenvolvimento de plântulas de trapoeraba e corda-de-viola, o que leva a pressupor sua existência também na parte aérea da planta, causando o mesmo efeito em plântulas de alface, como pode ser observado na Tabela 4, onde os extratos de feijão-de-porco e feijão-de-porco + aveia preta reduziram o comprimento médio de raiz (CMR) em todas as concentrações testadas, sendo que a redução aumentou com o aumento da concentração como observado em todos extratos estudados, exceto feijão-de-porco e crotalária.

Já para o comprimento médio do hipocótilo (CMH) pode-se observar efeito dos extratos em todas as concentrações estudadas (Tabela 4). Na concentração de 2,5%, com exceção dos extratos de feijão-de-porco + aveia preta, crotalária + sorgo, crotalária + milho e guandu + milho que não apresentaram efeito em comparação com o tratamento controle, todos os outros proporcionaram aumento no comprimento do hipocótilo, sendo que os extratos de crotalária, guandu e aveia preta apresentaram o maior estímulo ao crescimento.

Na concentração de 5%, com exceção dos extratos de feijão-de-porco + aveia preta, feijão-de-porco + sorgo, crotalária + sorgo, crotalária + milho e guandu + milho que não apresentaram efeito em comparação com o tratamento controle, todos os outros proporcionaram aumento no comprimento do hipocótilo, sendo que o extrato de guandu apresentou o maior estímulo ao crescimento (Tabela 4).

Quando se aumentou a concentração para 10%, os extratos de feijão-de-porco, feijão-de-porco + aveia preta, feijão-de-porco + sorgo e guandu + milho afetaram o crescimento da parte aérea diminuindo o comprimento do hipocótilo em comparação com o tratamento controle. O extrato de guandu + aveia preta foi o único que proporcionou aumento da parte aérea de plântulas de alface em função do aumento de sua concentração.

Pelos dados da Tabela 4 pode-se observar que houve maior efeito dos extratos estudados na redução do sistema radicular do que da parte aérea das plântulas de alface, fato também verificado visualmente, o que provavelmente se deve à utilização pelas plântulas da reserva nutricional das sementes havendo a translocação desses componentes nutritivos para o hipocótilo.

O efeito dos extratos aquosos dos adubos verdes na massa fresca de raiz (MFR) foi um reflexo de sua atuação no comprimento da raiz. Na Tabela 5 pode-se observar que os extratos que causaram maior redução nessa variável em todas as concentrações foram feijão-de-porco e feijão-de-porco + aveia preta corroborando o ocorrido com o CMR. Na Tabela 6 verifica-se que há correlação entre as duas variáveis. O aumento da concentração causou redução na MFR para todos os adubos verdes estudados, com exceção para o extrato de crotalária. Redução na massa fresca de plântulas de alface em função da redução da parte aérea e das raízes foram encontradas por BORELLA et al. (2009) estudando o efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* sobre alface.

Quando se analisou o efeito dos extratos aquosos na massa fresca de parte aérea (MFPA) pode-se observar que na concentração de 2,5%, de acordo com o que ocorreu com o CMH, houve aumento dessa variável com a aplicação dos extratos. Pelos dados da Tabela 6 pode-se verificar que a correlação dessas duas variáveis é significativa. Os extratos que proporcionaram maior aumento na MFPA foram crotalária + aveia preta, guandu + aveia preta e guandu + milho. Observando-se os resultados da análise de CMH e MFPA nas Tabelas 4 e 5, pode-se presumir que o extrato aquoso da palha de guandu, seja ele em cultivo exclusivo ou em consorciação com sorgo ou aveia preta, quando aplicado em doses baixas, pode agir como estimulante do crescimento de outras plantas, como ocorreu com a alface.

Apesar de os compostos alelopáticos na maioria das vezes agirem como inibidores da germinação e do crescimento, alguns trabalhos demonstram que estes podem atuar como promotores de crescimento quando presentes em menores concentrações como, por exemplo, o estudo realizado por GHAYAL et al. (2007) com extratos de folhas de *Cassia uniflora* L. que estimularam a germinação e o crescimento inicial de sementes de mostarda e rabanete nas concentrações de 2,5% e 5% e inibiram quando nas concentrações de 15% e 20%.

**Tabela 5.** Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente a massa fresca de raiz (MFR) e massa fresca de parte aérea (MFPA) de plântulas de alface cultivar Vera, submetidas a 15 extratos aquosos de adubos verdes. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Extratos <sup>(1)</sup>	MFR (mg/plântula)			MFPA (mg/plântula)		
	2,5%	5%	10%	2,5%	5%	10%
FDP	0,32 aB <sup>(2)</sup>	0,05 aA	0,00 aA	6,10 aC	4,35 aB	2,50 aA
FDP+ AVP	0,38 aC	0,27 aB	0,00 aA	6,90 aC	4,50 aB	2,80 aA
CRO	0,53 bA	0,69 bA	0,55 cA	6,85 aA	6,60 bA	6,00 cA
MIL	0,63 bB	0,70 bB	0,27 bA	6,50 aB	6,75 bB	4,15 bA
AVP	0,65 bB	0,60 bB	0,20 bA	6,50 aA	6,40 bA	6,60 cA
GUA	1,03 cB	1,10 dB	0,71 dA	8,20 bB	7,70 cB	6,10 cA
FDP + SOR	1,12 cC	0,84 cB	0,33 bA	7,00 aC	4,95 aB	3,40 aA
CRO + SOR	1,13 cB	0,87 cA	0,82 dA	6,95 aB	6,60 bB	5,50 cA
FDP + MIL	1,14 cB	0,75 bA	0,67 cA	6,60 aC	5,30 aB	4,05 bA
GUA + SOR	1,22 cB	1,18 dB	0,51 cA	7,75 bB	8,05 cB	5,90 cA
CRO + AVP	1,40 dB	1,50 eB	0,78 dA	9,00 cC	7,55 cB	6,30 cA
SOR	1,50 dC	1,10 dB	0,65 cA	8,00 bB	9,25 dC	4,15 bA
GUA + AVP	1,50 dB	2,05 fC	0,90 dA	9,50 cB	6,65 bA	7,00 cA
TC	1,85 e	2,23 g	1,86 e	5,60 a	7,40 c	6,35 c
CRO + MIL	1,93 eC	1,03 dB	0,35 bA	6,55 aB	6,30 bB	4,15 bA
GUA + MIL	2,23 fC	1,27 dB	0,57 cA	8,70 cC	7,00 bB	5,00 cA

<sup>(1)</sup>CRO – crotalária, FDP – feijão-de-porco, GUA – guandu anão, AVP – aveia preta, MIL – milheto, SOR – sorgo, TC – tratamento controle. <sup>(2)</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo método de agrupamento de Scott-Knott a 5% de significância.

**Tabela 6.** Valores *r* de correlação de Pearson entre variáveis de crescimento inicial de plântulas de alface cultivar Vera, submetidas a três concentrações de 15 extratos aquosos de adubos verdes. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Variáveis(1)	CMR	CMH	MFR	MFPA	MSR
CMH	0,16 ns	-	-	-	-
MFR	0,96*	0,44 ns	-	-	-
MFPA	0,45 ns	0,92*	0,68 ns	-	-
MSR	0,99**	0,25 ns	0,97*	0,54 ns	-
MSPA	- 0,52 ns	0,70 ns	- 0,25 ns	0,38 ns	- 0,47 ns

(1) CMR-comprimento médio de raiz, CMH-comprimento médio do hipocótilo, MFR-massa fresca de raiz, MFPA-massa fresca de parte aérea, MSR-massa seca de raiz, MSPA-massa seca de parte aérea. ns - não significativo. \*, \*\*significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

Na concentração de 5% os extratos aquosos que causaram maior redução na MFPA foram feijão-de-porco, feijão-de-porco + aveia preta, feijão-de-porco + sorgo e feijão-de-porco + milheto. Os extratos de feijão-de-porco, feijão-de-porco + aveia preta e feijão-de-porco + sorgo também proporcionaram diminuição da MFPA na concentração de 10%.

Em relação à massa seca de raiz (MSR) verificou-se que os extratos causaram redução nesse parâmetro em todas as concentrações utilizadas (Tabela 7) a exemplo do ocorrido com o CMR e MFR, havendo correlação entre essas três variáveis (Tabela 6). Na concentração de 2,5% os extratos de feijão-de-porco, crotalária, crotalária + sorgo e

guandu + aveia preta apresentaram maior redução da MSR e dos quatro tipos de extratos, somente o de feijão-de-porco causou maior redução tanto do CMR como da MFR e da MSR. Na concentração de 5% os extratos de feijão-de-porco e aveia preta causaram maior redução da MSR, destacando-se novamente o feijão-de-porco na redução do CMR, da MFR e da MSR. Na concentração de 10% os extratos de feijão-de-porco, feijão-de-porco + aveia preta, aveia preta e milheto proporcionaram maior redução da MSR. Nessa concentração mais elevada os extratos de feijão-de-porco e feijão-de-porco + aveia preta provocaram maior redução das variáveis CMR, MFR e MSR.

**Tabela 7.** Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente a massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de alface cultivar Vera, submetidas a 15 extratos aquosos de adubos verdes. UFLA, Lavras, MG, 2009.

Extratos <sup>(1)</sup>	MSR (mg/plântula)			MSPA (mg/plântula)		
	2,5%	5%	10%	2,5%	5%	10%
FDP	0,043 aB <sup>(2)</sup>	0,000 aA	0,000 aA	0,510 bB	0,385 aA	0,475 bB
CRO + SOR	0,053 aA	0,110 cB	0,053 bA	0,445 aA	0,425 aA	0,550 bB
CRO	0,055 aA	0,100 cB	0,035 bA	0,505 bB	0,515 bB	0,375 aA
GUA + AVP	0,063 aA	0,150 dC	0,110 dB	0,610 cB	0,470 bA	0,550 bB
GUA	0,077 bA	0,133 dC	0,103 dB	0,450 aA	0,450 bA	0,495 bA
AVP	0,083 bB	0,013 aA	0,000 aA	0,340 aA	0,500 bB	0,515 bB
GUA + SOR	0,087 bA	0,113 cB	0,068 cA	0,435 aA	0,425 aA	0,500 bA
CRO + AVP	0,090 bB	0,107 cB	0,050 bA	0,465 aA	0,460 bA	0,460 bA
MIL	0,100 bB	0,083 cB	0,000 aA	0,455 aA	0,400 aA	0,525 bB
FDP+ AVP	0,120 cC	0,065 bB	0,000 aA	0,510 bA	0,465 bA	0,435 aA
FDP + MIL	0,140 dC	0,110 cB	0,071 cA	0,440 aA	0,465 bA	0,460 bA
SOR	0,153 dB	0,153 dB	0,130 eA	0,430 aA	0,340 aA	0,390 aA
CRO + MIL	0,160 eC	0,120 cB	0,067 cA	0,460 aA	0,465 bA	0,450 bA
GUA + MIL	0,173 eB	0,160 eB	0,059 cA	0,480 aA	0,470 bA	0,415 aA
FDP + SOR	0,183 eC	0,143 dB	0,050 bA	0,510 bA	0,535 bA	0,465 bA
TES	0,183 e	0,173 e	0,227 f	0,450 a	0,485 b	0,460 b

<sup>(1)</sup>CRO – crotalária, FDP – feijão-de-porco, GUA – guandu anão, AVP – aveia preta, MIL – milho, SOR – sorgo, TES – testemunha.

<sup>(2)</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo método de agrupamento de Scott-Knott a 5% de significância.

Com base nos resultados encontrados para PG, IVG, CMR, MFR, MFPA e MSR, pode-se sugerir a existência do potencial alelopático da parte aérea de feijão-de-porco, pela sensibilidade observada nas sementes de alface, espécie esta usada por ser indicadora da presença de aleloquímicos. Estudos fitoquímicos têm mostrado que a *Canavalia ensiformis* é fonte de diferentes classes de compostos provenientes de metabolismo secundário como cianoglicosídeos, flavonóides, alcalóides, taninos e terpenóides tais como as saponinas que são terpenóides glicosados que estão diretamente ligados a efeitos alelopáticos (SANTOS, 2004).

Quanto às concentrações estudadas, somente os extratos de guandu e guandu + aveia preta apresentaram aumento da MSR com o aumento das concentrações.

Quando se comparou o efeito dos extratos na massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de alface com o tratamento controle, pode-se verificar que na concentração de 2,5% não houve redução dessa variável, como ocorrido com a MFPA (Tabela 7). Ao contrário, o maior estímulo ao crescimento foi causado pelo extrato de guandu + aveia preta. Já na concentração de 5% os extratos de feijão-de-porco, crotalária + sorgo, guandu + sorgo, milho e sorgo apresentaram maior redução da MSPA e na concentração de 10% os extratos de crotalária, sorgo, feijão-de-porco + aveia preta e

guandu + milho proporcionaram a maior diminuição.

Com relação às concentrações estudadas pode-se concluir que a de 5% estimou melhor o efeito dos extratos de adubos verdes por não apresentar extremos como as outras avaliadas. A concentração de 2,5% mostrou pouco efeito sobre as variáveis observadas como ocorreu com o PG e IVG em que não houve influência dos extratos em relação ao tratamento controle. Já a concentração de 10% apresentou efeitos deletérios principalmente para o sistema radicular das plântulas, sendo que para alguns tipos de extratos praticamente não houve crescimento da raiz primária como, por exemplo, para os extratos de feijão-de-porco e feijão-de-porco + aveia preta que não apresentaram MFR.

## CONCLUSÕES

Os extratos que apresentam maior efeito alelopático sobre alface são os de feijão-de-porco e feijão-de-porco + aveia preta.

Para testes de laboratório de avaliação do efeito alelopático de extratos provenientes de palhas de *Crotalaria anagyroides* H.B.K., *Canavalia ensiformis* (L.) D.C., *Cajanus cajan* (L.) Millsp., *Avena strigosa* Schieb, *Sorghum bicolor* (L.) Moench e *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown, em cultivo exclusivo e consorciadas, a melhor concentração a ser utilizada é 5%.

**ABSTRACT:** Aqueous extracts obtained from three *Poaceae* species and three legume species straws at concentrations of 2,5%, 5% and 10% were prepared in order to determine the allelopathic potential of these species used as green manures on lettuce (*Lactuca sativa* L.), and to estimate these extracts optimal concentration for use in laboratory bioassays. For germination analysis, it was considered the variables percent germination and speed of germination index. For initial growth analysis, it was considered the variables percentage of normal plants, radicle and shoot lengths, and fresh and dry weight of the radicle and shoot. Green manures used for the preparation of extracts were the legume species sunn hemp (*Crotalaria anagyroides* H.B.K.), jack bean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) and pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp and the *Poaceae* species black oat (*Avena strigosa* Schieb), shattercane (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), with and without intercropping, completing a total of sixteen treatments (sun hemp, jack bean, pigeon pea, black oat, shattercane, millet, sun hemp + black oat, sun hemp + shattercane, sun hemp + millet, jack bean + black oat, jack bean + shattercane, jack bean + millet, pigeon pea + black oat, pigeon pea + shattercane, pigeon pea + millet and control). It was adopted a 16 x 3 factorial design (Fifteen green manures and the control X three concentrations) with three repetitions. The extracts that provide the greatest effect on the studied variables were from jack bean and jack bean + black oat and the concentration that best estimates the effect of green manures extracts of is 5%.

**KEYWORDS:** Allelopathic extract. Cover crops. *Lactuca sativa*.

---

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. C. S.; MEDEIROS FILHO, S.; INNECO, R.; TORRES, S. B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 1083-1086, 2004.
- AQUÍLA, M. E. A. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento de *Lactuca sativa* L. **Iheringia**, v. 53, p. 51-66, 2000.
- BORELLA, J.; WANDSCHEER, A. C. D.; BONATTI, L. C.; PASTORINI, L. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, p. 260-265, 2009.
- BORGES, C. S.; CUCHIARA, C. C.; MACULAN, K. Alelopatia do extrato de folhas secas de mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 747-749, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 2009. 399 p.
- BRAVIN, I. C.; VALENTIN, Y. Y.; YOKOYA, N. S. Formação de calos e regeneração de segmentos apicais de *Hypnea musciformis* (Wulfer) Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta): obtenção de culturas axênicas e efeitos da concentração de agar. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, p. 175-182, 2006.
- CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; FONSECA, G.; ANDRADE, L.; VALACI, F.; OLIVEIRA, D. P. Alelopatia de adubos verdes sobre feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, p. 86-93. 2012.
- CHOU, C. H.; YOUNG, C. C. Effects of osmotic concentration and pH on plant growth. **Taiwania**, Taipei, v. 19, n. 2, p. 157-165, 1974.
- CORREIA, N. M. **Palhadas de sorgo associadas ao herbicida imazamox no controle de plantas daninhas e no desenvolvimento da cultura da soja em sucessão**. 2002. 58 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- EBERLEIN, C. V. Germination of *Sorghum alnum* seeds and longevity in soil. **Weed Science**, Champaign, v. 35, p. 796-801, 1987.

- FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N. E.; FERRARESE FILHO. Ferulic acid uptake by soybean root in nutrient culture. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 22, p. 121-124, 2000.
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 66 p.
- FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, p. 175-204, 2000.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- GABOR, W. E.; VEATCH, C. Isolation of phytotoxin from quackgrass (*Agropyron repens*) rhizomes. **Weed Science**, Champaign, v. 29, p. 155-159, 1981.
- GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, p. 459-472, 2004.
- GHAYAL, N. A.; DHUMAL, K. N.; DESHPANDE, N. R. Phytotoxic effects of *Cassia uniflora* leaf leachates on germination and seedling growth of radish (*Raphanus sativus*) and mustard (*Brassica juncea*). **Allelopathy Journal**, v. 19, p. 361-372, 2007.
- HARPER, J. R.; BALKE, N. E. Characterization of the inhibition of K<sup>+</sup> absorption in oat roots by salicylic acid. **Plant Physiol.**, v. 8, p. 1349-1353, 1981.
- LIMA, J. D.; MORAES, W. S. Potencial alelopático de *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação de alface e tomate. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringa, v. 30, p. 409-413, 2008.
- MENDONÇA, R. L. **Determinação de aleloquímicos por HPLC/UV-Vis em extratos aquosos de sementes de *Canavalia ensiformis* e estudo da atividade alelopática**. 2008. 116 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Curso de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- NERY, M. C. **Germinação e potencial alelopático de *Raphanus sativus* L. var. oleiferus**. 2008. 116 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- PERES, M. T. L. P.; SILVA, L. B.; FACCENDA, O.; HESS, S. C. Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, p. 723-730, 2004.
- SANTOS, J. C. F.; SOUZA, I. F.; MENDES, A. N.; MORAIS, A. R. Efeito de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 783-790, 2002.
- SANTOS, S. **Potencial alelopático e avaliação sistemática de compostos secundários em extratos provenientes de *Canavalia ensiformis* utilizando eletroforese capilar**. 2004. 185 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.
- SOUZA, C. S. M.; SILVA, W. L. P.; GUERRA, A. M. N. M.; CARDOSO, M. C. R.; TORRES, S. B. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, p. 96-100, 2007.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. 164 p.