

Ensaio e Ciência

Ciências Biológicas,
Agrárias e da Saúde

Vol. 16, Nº. 2, Ano 2012

Deise Dalazen Castagnara

Universidade Estadual do
Oeste do Paraná - Unioeste
deisecastagnara@yahoo.com.br

Cristiane Cláudia Meinerz

Universidade Estadual do
Oeste do Paraná - Unioeste
crismeinerz@hotmail.com

Sidnei Francisco Muller

Universidade Estadual do
Oeste do Paraná - Unioeste
s_fmuller@hotmail.com

Michele A. Hartmann Schmidt

Universidade Estadual do
Oeste do Paraná - Unioeste
mialhartmann@hotmail.com

Tatiane Martinazzo Portz

Universidade Estadual do
Oeste do Paraná - Unioeste
tatimartinazzo@yahoo.com.br

Luciana Villanova Obici

Universidade Estadual do
Oeste do Paraná - Unioeste
lucianaobici@hotmail.com

Vandeir Francisco Guimarães

Universidade Estadual do
Oeste do Paraná - Unioeste
vandeirfg@yahoo.com.br

Anhanguera Educacional Ltda.

Correspondência/Contato
Alameda Maria Tereza, 4266
Valinhos, São Paulo
CEP 13.278-181
rc.ipade@aesapar.com

Coordenação
Instituto de Pesquisas Aplicadas e
Desenvolvimento Educacional - IPADE

Artigo Original
Recebido em: 08/08/2011
Avaliado em: 29/08/2011

Publicação: 30 de outubro de 2012

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE AVEIA, FEIJÃO GUANDU, AZEVÉM E BRAQUIÁRIA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E ATIVIDADE ENZIMÁTICA DO PEPINO

RESUMO

A alelopatia é definida como o efeito inibitório ou benéfico, direto ou indireto, de uma planta sobre outra. Dessa forma, em laboratório e sob o delineamento inteiramente casualizado conduziu-se um bioensaio com o objetivo de avaliar o efeito de extratos aquosos de aveia (*Avena sativa* cv. IPR 126), feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin), azevém anual (*Lolium multiflorum*) e braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) sobre a germinação in vitro, e o conteúdo de proteína celular e atividade da enzima peroxidase do pepino (*Cucumis sativus* L. cv. Calypso). Os extratos de azevém, aveia e braquiária reduziram o IVG, sem significância para a %G. A germinação foi retardada no primeiro dia de contagem pelos extratos de aveia, azevém, e braquiária. Maior conteúdo de proteína foi observado nas plântulas que se desenvolveram na presença do extrato de azevém, enquanto a atividade da enzima peroxidase foi reduzida com a aplicação dos extratos.

Palavras-Chave: Alelopatia; *Avena sativa*; *Brachiaria brizantha*; *Cajanus cajan*; *Lolium multiflorum*.

ABSTRACT

Allelopathy is defined as the inhibitory effect or beneficial, direct or indirect, of one plant to another. Thus, in the laboratory and in a completely randomized design conducted a bioassay with the aim of evaluating the effect of aqueous extracts of oat (*Avena sativa* cv. IPR 126), pigeon pea (*Cajanus cajan* cv. Mandarin), ryegrass (*Lolium multiflorum*) and (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) on germination in vitro, cellular and protein content and the peroxidase activity of cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Calypso). The extracts of ryegrass, oats and *Brachiaria* reduced the abortion without significance for % G. Germination was delayed on the first day of counting by the extracts of oats, ryegrass, and *Brachiaria*. Higher protein content was observed in seedlings that have developed in the presence of the extract of ryegrass, while the peroxidase activity was reduced by applying the extracts.

Keywords: Allelopathy; *Avena sativa*; *Brachiaria brizantha*; *Cajanus cajan*; *Lolium multiflorum*.

1. INTRODUÇÃO

Na agricultura brasileira, as culturas de cobertura são muito utilizadas pelos produtores, atraídos pelas suas vantagens clássicas, como proteção do solo, ciclagem de nutrientes, fixação de nitrogênio, controle de plantas daninhas, entre outras (TEIXEIRA et al., 2004). A capacidade de supressão de plantas daninhas pelo efeito físico proporcionado pelas culturas de cobertura é bastante conhecida e explorada (TREZZI; VIDAL, 2004), entretanto, para os efeitos de natureza química e biológica, os resultados na literatura ainda são modestos.

A alelopatia pode ser definida como o efeito inibitório ou benéfico, direto ou indireto, de uma planta sobre outra, via produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (SOUZA et al., 2006). É um processo pelo qual os produtos do metabolismo secundário de um vegetal são liberados, afetando a germinação e/ou o desenvolvimento de outras plantas relativamente próximas (SOARES, 2000), por meio da liberação de substâncias pelas partes aéreas, subterrâneas ou pela decomposição do material vegetal (LORENZI, 2000).

A compreensão dos efeitos inibitórios sobre a germinação e o crescimento de plantas é de suma importância no entendimento das interações alelopáticas vegetais em ambientais naturais e agroecossistemas (FRITZ et al., 2007).

Souza Filho et al. (2002), constataram que gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* possuem atividade potencial alelopática inibitória na germinação de sementes de diferentes espécies. Ducca e Zonetti (2008), Severino e Cristofolletti (2001) e Moraes et al. (2009) observaram efeitos supressivos da aveia (*Avena strigosa*), feijão guandu (*Cajanus cajan*) e azevém (*Lolium multiflorum*), respectivamente, no desenvolvimento de plantas de diferentes espécies.

Entretanto, a maioria das pesquisas em alelopatia refere-se apenas ao efeito do aleloquímico sobre a germinação e o crescimento da planta-teste, não considerando os eventos celulares relacionados às mudanças fisiológicas no sistema da planta (PIRES et al., 2001). Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de extratos de aveia, feijão guandu, braquiária e azevém sobre a germinação *in vitro*, conteúdo de proteína celular total e específica e atividade da enzima peroxidase do pepino.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O bioensaio foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Como cultura indicadora, foi utilizado o pepino (*Cucumis sativus* L. cv. Calypso) devido à sua sensibilidade aos metabólitos secundários oriundos da atividade alelopática (ALVES et al., 2004) e por apresentar germinação rápida e uniforme, permitindo expressar resultados mesmo sob baixas concentrações de substâncias alelopáticas (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram obtidos a partir de extratos aquosos das espécies cultivadas para a cobertura do solo: aveia (*Avena sativa* cv. IPR 126), feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin), azevém anual (*Lolium multiflorum*) e braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú), tendo como testemunha a água destilada.

Para a preparação dos extratos, as folhas das plantas foram coletadas no campo agrostológico do Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná em setembro de 2009. A aveia e o azevém encontravam-se no estágio fenológico do alongamento do colmo (LARGE, 1954), enquanto o feijão guandu e a braquiária encontravam-se em estágio vegetativo. Após a coleta o material vegetal foi embalado separadamente em sacos de papel e submetido a secagem em estufa com ventilação forçada de ar a $55^{\circ}\text{C} \pm 2$ por 96 horas até massa constante. Para a preparação dos extratos o material seco foi submetido à moagem em moinho tipo Willey, com facas e câmara de inox e peneira de 1 mm.

Os extratos foram preparados visando a concentração de 5% por meio da infusão do material seco e moído em água destilada aquecida a 80°C . As soluções permaneceram em repouso até atingir a temperatura ambiente. Após esse período, a solução foi centrifugada na rotação de 3.000 rpm durante cinco minutos, coletando-se em seguida o líquido sobrenadante conforme descrito por Rizzardi et al. (2008), o qual foi utilizado para a aplicação nas placas.

O bioensaio de germinação *in vitro* foi realizado em placas de Petri (9 cm), forradas com papel de filtro umedecido com 6 mL dos extratos, nas quais foram distribuídas 40 sementes de pepino. Para manter assepsia, as placas com o papel filtro foram autoclavadas a 120°C e 1 atm durante 20 minutos. Para a distribuição nas placas, as sementes foram submetidas ao processo da desinfestação em becker com hipoclorito de sódio por cinco minutos, e posteriormente submetidas a três lavagens consecutivas em água destilada e em seguida colocadas sobre papel toalha para retirada do excesso de

água. As placas foram seladas com filme de PVC para evitar evaporação dos extratos ou da água destilada, e mantidas em câmara de germinação à 25 °C, com fotoperíodo de 12 h e irradiância de 45 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

O registro do número de sementes germinadas foi realizado diariamente, e foi iniciado no primeiro dia após a montagem do ensaio e finalizado no 10º dia após o início do experimento. O critério de avaliação da germinação foi a curvatura geotrópica da raiz, como indicado por Ferreira; Aquila (2000). Foram calculados os Índices de Velocidade de Germinação (IVG) e percentual de germinação (germinabilidade), utilizando-se como critério o aparecimento da radícula de comprimento maior que 50% do tamanho da semente para evitar falsa germinação por expansão do embrião com a embebição (LABOURIAU, 1983).

O índice de velocidade de germinação (IVG) evidencia o número de sementes germinadas a cada dia e expressa diretamente o vigor delas pela fórmula de Maguire (1962), em que $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, na qual $G_1, G_2 \dots G_n$ é igual ao número de sementes germinadas, e $N_1, N_2 \dots N_n$ corresponde ao número de dias.

A porcentagem de germinação (%G) representa o número total de sementes germinadas sob determinada condição experimental e foi calculada de acordo com Brasil (2009).

Encerrado o período de germinação, para a determinação do conteúdo de proteína específica e atividade da enzima peroxidase, as plântulas foram coletadas e homogeneizadas em 4 mL de tampão fosfato de sódio 0,01 M (pH 6,0) em almofariz de porcelana previamente resfriado, mantendo-se a temperatura padrão de 4°C. O homogeneizado foi centrifugado a 20.000 g durante 20 minutos. O sobrenadante obtido, considerado como a fração contendo as proteínas solúveis, foi armazenado a 4°C para posteriores análises bioquímicas (LUSSO; PASCHOLATI, 1999).

O teor de proteínas totais foi determinado pelo método de Bradford (1976), consistindo de 600 μL de tampão fosfato 0,01 M (pH 6,0), 200 μL de preparação enzimática e 200 μL de reagente de Bradford (250 mg de corante Coomassie Brilliant Blue G-250, 125 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4) e 125 mL de água destilada). Após adicionar o reagente sob agitação e incubar as amostras por 5 min, foi efetuada leitura em espectrofotômetro a 595 nm. Cada amostra foi formada por três réplicas. A cubeta de referência consistiu de 800 μL de tampão fosfato 0,01 M (pH 6,0) e 200 μL de reagente. A absorbância foi plotada em curva padrão para proteína ($y = 0,0299x + 0,0596$, onde y é a absorbância a 595 nm e x a concentração de proteína (μg)). As atividades enzimáticas foram relacionadas aos teores de proteínas totais.

A atividade de peroxidases foi determinada a 30 °C, através do método espectrofotométrico direto (HAMMERSCHMIDT et al., 1982). A mistura da solução consistiu de 2,8 mL do substrato para enzima (306 µL de peróxido de hidrogênio p.a., 12,5 mL de guaiacol 2% e 87,5 mL de tampão fosfato 0,01M (pH 6,0) e 0,2 mL de preparação enzimática, completando o volume da cubeta de referência (3 mL). A reação foi seguida em espectrofotômetro a 470 nm, pelo período de 2 min. A atividade foi determinada pela variação ocorrida entre os valores extremos, situados na faixa de incremento linear, e expressa em Δ de abs. $\text{min}^{-1} \text{mg proteína}^{-1}$.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey*, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados relativos à germinação sementes de cada repetição foram previamente transformados em arcoseno $\sqrt{P/100}$, para normalização dos dados e estabilização das variâncias de tratamentos (SANTANA; RANAL, 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Índice de velocidade de germinação e porcentagem de germinação

Os extratos de azevém, aveia e braquiária reduziram o IVG das sementes pepino em comparação à testemunha, enquanto o IVG das sementes submetidas ao extrato de feijão guandu não diferiu das demais. Para a germinabilidade não foi possível detectar significância dos extratos estudados ($P < 0,01$), e o valor médio foi de 95,60% (Tabela 01).

Os resultados se assemelham aos obtidos por Jacobi; Fleck (2000), que ao trabalharem com teste de germinação usando um aleloquímico isolado a partir da cultura da aveia (escopoletina), constataram que o aleloquímico inibiu a germinação do azevém. Hageman et al. (2010) ao estudarem o potencial alelopático de genótipos de aveia sobre a germinação de azevém e de amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla* L.), constataram que o extrato de aveia branca cv. IPR 126 foi o único que inibiu totalmente a germinação. Teixeira e Vidal (2004), também observaram tendência de redução do IVG ao testarem extratos aquosos de feijão guandu sobre a germinação de picão preto (*Bidens pilosa*) e alface.

Martins et al. (2006), ao trabalharem com extratos de *Brachiaria brizantha* na solução do solo verificaram possíveis efeitos alelopáticos negativos sobre a porcentagem e velocidade de germinação de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Souza Filho et al. (1997) ao avaliar a atividade alelopática de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sobre diferentes plantas

daninhas, constataram que essa planta de cobertura apresentou atividade alelopática inibitória na germinação de sementes.

A sensibilidade do pepino a extratos alelopáticos de outras plantas já foram observados em outros trabalhos, como no de Belinelo et al. (2008), onde os autores observaram atividade alelopática inibitória variável do *Arctium minus* (Hill) sobre a germinação e crescimento radicular do pepino, e Oliveira et al. (2011), que observaram redução do crescimento de plântulas de pepino originadas e sementes tratadas com extratos de *Emilia sonchifolia* (L.).

Tabela 1. Valores de índice de velocidade de germinação (IVG) e germinabilidade (% G) de sementes de pepino submetidas à teste de germinação com extratos aquosos obtidos a partir de plantas de cobertura.

Extratos	IVG	Germinabilidade
Testemunha	50,06 a*	97,00 ns
Azevém	37,03 b	95,00
Braquiária	35,62 b	94,00
Aveia	37,25 b	95,00
Feijão guandu	42,31 ab	97,00
Média	40,45	95,60
CV (%)	2,34	3,08

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey (5%).

Quanto ao número de sementes germinadas, os extratos *Avena sativa*, *Lolium multiflorum* e *Brachiaria brizantha* retardaram a germinação das sementes no primeiro dia de contagem, sem diferenças para os demais dias do período experimental (Figura 01). Os atrasos observados na germinação se assemelham aos obtidos por Wansdcheer e Pastorini (2008), que ao estudarem os efeitos alelopáticos de *Raphanus raphanistrum* sobre a germinação de sementes de alface e tomate, constataram redução na porcentagem, velocidade e índice de velocidade de germinação, com atraso no processo germinativo e no número de plântulas germinadas por dia.

Segundo Ferreira e Aquila (2000), muitas vezes o efeito alelopático não se dá sobre a porcentagem de germinação, mas sobre a velocidade de germinação ou outro parâmetro do processo, por isso o acompanhamento da germinação deve ser diário. Atrasos na germinação das sementes não são desejados quando se trata de culturas agrícolas, pois além de predispor as sementes por mais tempo ao ataque de pragas e doenças de solo, ocasionam desuniformidade e/ou falhas de estande.

Periotto et al. (2004) demonstraram que extratos de caules e folhas de *Andira humilis* inibiram significativamente a porcentagem de germinação de sementes de alface, enquanto Jacobi; Ferreira (1991) constataram que folhas secas de maricá (*Mimosa*

bimucronat) causaram inibições consideráveis na porcentagem de germinação de sementes de alface, tomate, chicória e cenoura, inibindo também o crescimento radicular.

Maraschin-Silva e Áquila (2006) avaliaram o potencial alelopático de extratos foliares de plantas das famílias Urticaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae e Moraceae e constaram que os extratos das cinco espécies causaram atraso na germinação dos aquênios da alface.

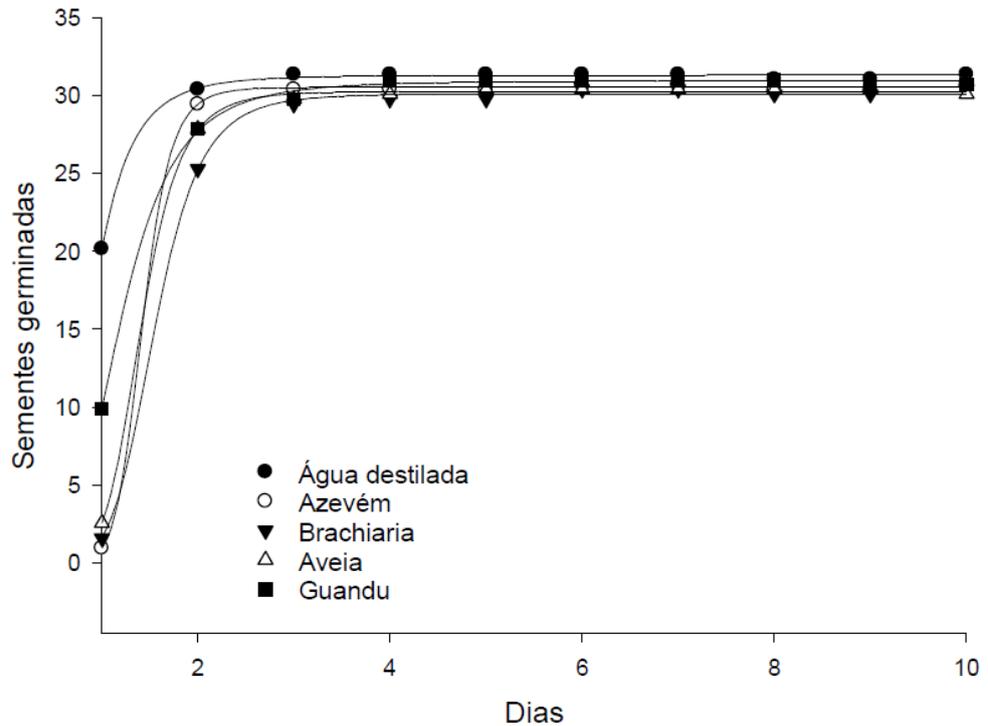


Figura 1. Germinação de sementes de pepino submetidas a testes de germinação com diferentes extratos.

3.2. Conteúdo de proteína e atividade da enzima peroxidase

Para o conteúdo de proteína, observou-se maior concentração nas plântulas que se desenvolveram na presença do extrato de azevém e menor na testemunha, porém, ambas não diferiram das demais (Figura 2A). Pires et al. (2001) também observaram aumento na concentração protéica ao estudarem a aplicação de extratos de leucena (*Leucaena leucocephala*) sobre o desenvolvimento de plântulas de milho.

Alves et al. (2003) ao trabalharem com plantas estressadas por excesso de nutrientes, constataram que a atividade das enzimas glutathione S-transferase e superóxido dismutase foi induzida pelo estresse. Ferreira et al. (2002) ao trabalhar com genótipos de milho submetidos a estresse hídrico encontraram na fase de recuperação, maior acúmulo prolina livre nas folhas de plantas submetidas ao estresse.

Quanto à atividade da enzima peroxidase, as plântulas originadas das sementes tratadas com extratos de aveia e azevém apresentaram atividade da enzima inferior em relação à testemunha, porém, não diferiram das demais (Figura 2B). A redução na atividade da enzima peroxidase não era esperada, visto que é comum a intensificação da sua atividade em células sob condições de estresse. Entretanto, esse resultado pode estar relacionado com as diferenças no estágio de desenvolvimento das plântulas, pois nas placas onde foi aplicada somente a água destilada, a germinação foi mais precoce, fazendo com que no momento da coleta essas plântulas estivessem mais desenvolvidas e mais lignificadas, e como a peroxidase é uma enzima ligada aos processos de lignificação, conseqüentemente sua atividade seria maior nas células dessas plântulas (MARAFON et al., 2009). Segundo Anterola e Lewis (2002), maiores atividades de peroxidase resultam em reforço da parede celular, que pode ser devida à deposição de lignina e suberina (BOUDET, 1998). A lignina é formada pela oxidação desidrogenativa, catalisada pela peroxidase na presença H₂O₂ (peróxido de hidrogênio), e destaca-se por ser o maior produto de uma via metabólica que garante a manutenção da vida dos vegetais superiores (DAVIN; LEWIS, 1995).

Outra hipótese para a redução na atividade da enzima peroxidase mesmo com o aumento do conteúdo celular de proteína pode estar relacionada com o aumento da atividade da enzima catalase, como já reportado por Faust e Wang (1993). Enquanto a peroxidase está envolvida em vários processos fisiológicos vegetais, (GASPAR et al., 1982), atuando tanto no sentido da síntese quanto da degradação do H₂O₂, produzido durante as reações de síntese de proteínas, organelas e ATP em células estressadas, a catalase está envolvida na remoção de H₂O₂ produzido dentro das células (MARAFON et al., 2009). A produção do H₂O₂ é aumentada em situações de estresse, induzidos por fatores abióticos e/ou bióticos (APEL; HIRT, 2004), e essas moléculas podem reagir com os radicais livres, produzindo oxigênio singlete e radical hidroxil (OH⁻) (HENDRY, 1993), que são altamente tóxicas às células, capazes de provocar injúrias oxidativas como: peroxidação de lipídios, desnaturação de proteínas e mutações no DNA (APEL; HIRT, 2004), e nessas condições as enzimas removedoras de radicais livres, como a catalase e peroxidase podem reduzir os produtos tóxicos resultantes do ataque de radicais livres, antes que os danos possam ocorrer, segundo os mesmos autores (NKANG et al., 2000).

Segundo Faust e Wang (1993), a redução na atividade da peroxidase e ativação da catalase ocorre em função do fornecimento de oxigênio aos tecidos, aumento na quantidade de auxinas, especialmente do ácido indolacético e na diminuição da produção de etileno.

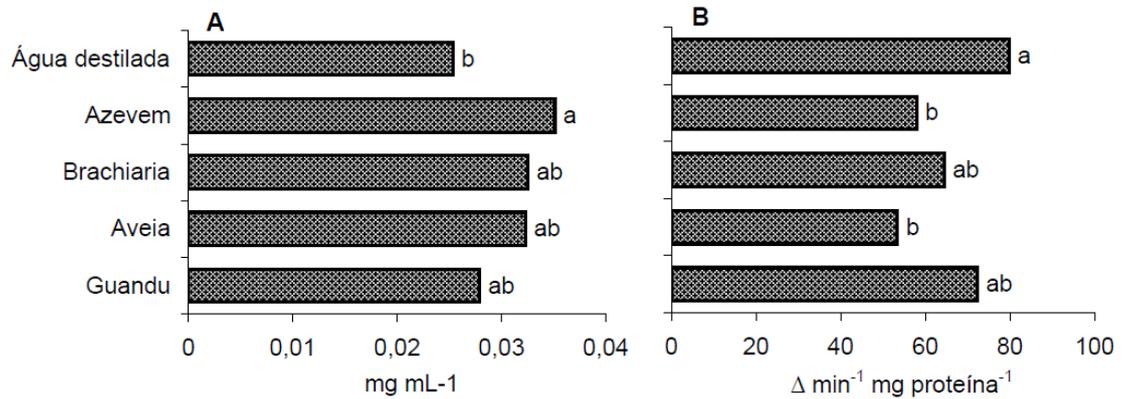


Figura 2. Teores de proteína (A) e atividade da enzima peroxidase (B) em plântulas de pepino germinadas a partir de sementes submetidas a extratos aquosos de azevém, braquiária, aveia e feijão guandu*. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey (5%).

Trabalhando com embriões de milho estressados pela dessecação, Leprince et al. (1990), observaram uma diminuição na atividade da enzima peroxidase, enquanto Pires et al. (2001), ao estudarem a aplicação de extratos de leucena sobre o desenvolvimento de plântulas de milho também observaram efeitos dos extratos sobre a atividade da peroxidase.

4. CONCLUSÕES

Extratos de *Avena sativa*, *Lolium multiflorum* e *Brachiaria brizantha* possuem efeitos alelopáticos potenciais sobre o pepino, retardando a germinação das sementes.

O extrato de azevém aumenta o conteúdo celular de proteína enquanto os extratos de aveia e azevém reduzem a atividade celular da enzima peroxidase.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.; CARDOSO, L.R.; SAVRONI, J.L.R.; FERREIRA, L.C.; BOARO, C.S.F.; CATANEO, A.C. Avaliações fisiológicas e bioquímicas de plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*) cultivadas com níveis excessivos de nutrientes. **Planta daninha**, Viçosa, v.21, (Edição Especial), p.27-35, 2003.
- ALVES, M.C.S.; MEDEIROS FILHO, S.; NNECCO, R.; TORRES, S.B. Alelopátia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.
- ANTEROLA, A.M.; LEWIS, N.G. Trends in lignin modification: a comprehensive analysis of the effects of genetic manipulations/mutations on lignification and vascular integrity. **Phytochemistry**, Oxford, v. 61, p.221-294, 2002.
- APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of the Plant Biology**, Palo Alto, v. 55, p. 373-399, 2004.
- BELINELO, V.J.; CZEPAK, M.P.; VIEIRA FILHO, S.A.; MENEZES, L.F.T.; JAMAL, C.M. Alelopátia de *Arctium minus* Bernh (asteraceae) na germinação e crescimento radicular de sorgo e pepino. **Caatinga**, v.21, n.4, p.12-16, 2008.

- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação** – do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.209-222.
- BOUDET, A.M. A new view of lignification. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 3, p.67-71, 1998.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.
- BRASIL. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.
- DAVIN, L.B.; LEWIS, N.G. **Phenylpropanoid metabolism**: biosynthesis of monolignols, lignans and neolignans, lignins and suberins. New York: Plenum, 1995.
- DUCCA, F.; ZONETTI, P.C. Efeito alelopático do extrato aquoso de aveia preta (*Avena strigosa* schreb.) na germinação e desenvolvimento de soja (*Glycine max* L. merril). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 1, n. 1, p. 101-109, 2008.
- FAUST, M.; WANG, S.Y. Biochemical events associated with resumption of growth in temperate zone fruit trees **Acta Horticulturae**, Copenhagen, n. 329, p. 257-264, 1993.
- FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v.12, (Edição Especial), p.175-204, 2000.
- FERREIRA, V.M.; MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; OLIVEIRA, L.E.M.; PURCINO, A.A.C. Metabolismo do nitrogênio associado à deficiência hídrica e sua recuperação em genótipos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 13-17, 2002.
- FRITZ, D.; BERNARDI, A.P.M.; HAAS, J.S.; ASCOLI, B.M.; BORDIGNON, S.A.L.; VON POSER, G.L. Germination and growth inhibitory effects of *Hypericum myrianthum* and *H. polyanthum* extracts on *Lactuca sativa* L. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Curitiba, v.17, n.1, p.44-48, 2007.
- GASPAR, T.H.; PENEL, C.L.; THORPE, T.; GREPPIN, H. **Peroxidases**: a survey of their biochemical and physiological roles in higher plants. Genève: Université de Genève, 1982. 544 p.
- HAGEMANN, T.R.; BENIN, G.; LEMES, C.; MARCHESE, J.A.; MARTIN, T.N.; PAGLIOSA, E.S.; BECHE, E. Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.3, p.509-518, 2010.
- HAMMERSCHMIDT, R.; NUCKLES, E.M.; KUC, J. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. **Physiological Plant Pathology**, London, v.20, p.73-82, 1982.
- HENDRY, G.A.F. Oxygen, free radical processes and seed longevity. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 141- 153, 1993.
- JACOBI, U.S.; FERREIRA, A.G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p. 935-943, 1991.
- JACOBI, U.S.; FLECK, N.G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 11-19, 2000.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington. 1983.
- LARGE, E.C. Growth stages in cereals. **Plant Pathology**, London, v. 3, p.128-129, 1954.
- LEPRINCE, O.; BRONCHART, R.; DELTOUR, R. The role of free radicals and radical processing systems in loss of desiccation tolerance in germinating maize (*Zea Mays* L.). **New Phytologist**, London, v. 116, p. 573-580, 1990.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608p.
- LUSSO, M.F.G.; PASCHOLATI, S.F. Activity and isoenzymatic pattern of soluble peroxidases in maize tissues after mechanical injury or fungal inoculation. **Summa Phytopathological**, v. 25. p. 244-249, 1999.

- MAGUIRE, J.D. Speed of germination – aid in selection aid evolution for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARAFON, A.C.; HERTER, F.L.G.; BACARIN, M.A.; HAWERROTH, F.J. Atividade da peroxidase durante o período hibernar de plantas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch.) cv. jubileu com e sem sintomas da morte precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p. 938-942, 2009.
- MARASCHIN-SILVA, F.; AQÜILA, M.E.S.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v.20, n.1, p.61-69, 2006.
- MARTINS, D.; MARTINS, C.C.; COSTA, N.V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 61-70, 2006.
- MEDEIROS, A.R.M.; CASTRO, L.A.S.; LUCCHESI, A.A. Efeitos alelopáticos de algumas leguminosas e gramíneas sobre a flora invasora. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.47, n.1, p.1-10, 1997.
- MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, G.K.; SANTOS, L.S.; PANOZZO, L.E. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta daninha**, Viçosa, v.27, n.2, p.289-296, 2009.
- NKANG, A.; OMOKARO, D.; EGBE, A. Effects of desiccation on the lipid peroxidation and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in seeds of *Telfairia occidentalis*. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 28, n. 1, p. 1-9, 2000.
- OLIVEIRA, L.G.A.; BELINELO, V.J.; ALMEIDA, M.S.; AGUILAR, E.B.; VIEIRA FILHO, S.A. Alelopatia de *Emilia sonchifolia* (L.) Dc. (asteraceae) na germinação e crescimento inicial de sorgo, pepino e picão preto. **Enciclopédia Biosfera**, vol.7, n.12, p. 1-10, 2011.
- PERIOTTO, F.; PEREZ, S.C.J.G.A.; LIMA, M.I.S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v.18, n.3, p.425-430, 2004.
- PIRES, N. M.; SOUZA, I.R.P.; PRATES, H.T.; FARIA, T.C.L.; PEREIRA FILHO, I.A.; MAGALHÃES, P.C. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v.13, n.1, p. 55-65, 2001.
- RIZZARDI, A.; RIZZARDI, M.A.; LAMB, T.D.; JOHANN, L.B. Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*. **Planta daninha**, v.26, n.4, p. 717-724, 2008.
- SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. Análise estatística. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação – do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.197-208.
- SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p. 223-228, 2001.
- SOARES, G.L.G. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. Grand Rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.7, p.190-197, 2000.
- SOUZA FILHO, A.P.S., ALVES, S.M. AND DUTRA, S. Estádio de desenvolvimento e estresse hídrico e as potencialidades alelopáticas do capim-marandu. **Planta daninha**, Viçosa, v.20, n.1, p.25-31, 2002.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Inibição da germinação e alongamento da radícula de invasoras de pastagens pelos extratos aquosos de gramíneas forrageiras tropicais. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 19, n. 1, p. 45-50, 1997.
- SOUZA, L.S.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C.A. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p. 657-668, 2006.

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

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condições de campo: II - Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.

WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINI, L.H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p. 949-953, 2008.

Deise Dalazen Castagnara

Doutoranda em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Cristiane Cláudia Meinerz

Doutoranda em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Sidnei Francisco Muller

Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Michele Alessandra Hartmann Schmidt

Doutoranda em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Tatiane Martinazzo Portz

Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Luciana Villanova Obici

Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Vandeir Francisco Guimarães

Professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.