



ARTIGO

Avaliação do potencial citotóxico, moluscicida e alelopático dos extratos hidroetanólicos das folhas de *Stryphnodendron obovatum* Benth.

Patrícia de Cássia Salgado¹, Mirian Feliciano da Costa¹, Adriana Muniz Massocatto², Antonio Laverde Junior³, Fernando Frei¹, Rosana Marta Kolb¹ e Catarina dos Santos^{1*}

Recebido: 25 de setembro de 2012 Recebido após revisão: 12 de abril de 2013 Aceito: 15 de abril de 2013
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2382>

RESUMO: (Avaliação do potencial citotóxico, moluscicida e alelopático dos extratos hidroetanólicos das folhas de *Stryphnodendron obovatum* Benth.). *Stryphnodendron obovatum* Benth., conhecida popularmente como barbatimão de folha miúda, é uma árvore típica do Cerrado das regiões centro-oeste e sudeste do Brasil. Vários metabólitos secundários foram identificados nas suas cascas, dentre eles, os taninos, descritos na literatura como alelopáticos. Procurando avaliar uma possível atividade alelopática das folhas de *S. obovatum*, foram testados seus extratos hidroetanólico EtOH:H₂O (70% e 50% v/v), em diferentes concentrações, sobre o desenvolvimento inicial de *Cucumis sativus* L. (pepino). Dentre os resultados obtidos, destacam-se o efeito do extrato hidroetanólico 50% na inibição da formação da raiz principal e das raízes secundárias e o estímulo do extrato hidroalcoólico 70% no crescimento do hipocótilo de *C. sativus*. A atividade citotóxica, avaliada pelo bioensaio de toxicidade sobre náuplios de *Artemia salina* Leach. foi negativa para os extratos testados (CL₅₀ > 1000 µg.mL⁻¹). Concomitantemente, a atividade moluscicida avaliada frente a caramujos da espécie *Biomphalaria glabrata* Say, mostrou baixa toxicidade aguda para soluções do extrato hidroalcoólico 70% nas concentrações de 128,9 µg.mL⁻¹ e 172,8 µg.mL⁻¹ e valores acima de 250 µg.mL⁻¹ para soluções do extrato hidroalcoólico 50%, sendo portanto, considerados inativos para estes. Os resultados sugerem a existência de compostos aleloquímicos nos extratos testados e que estes possuem baixa toxicidade.

Palavras-chave: herbicida natural, crescimento inicial, toxicidade.

ABSTRACT: (Assessment of potential cytotoxic, molluscicidal and allelopathic of *Stryphnodendron obovatum* Benth hydroethanolic leaves extracts). *Stryphnodendron obovatum* Benth. known as barbatimão de folha miúda, is a typical tree of the Midwest and Southeast "Cerrado" regions of Brazil. Several secondary metabolites have been identified in its barks, including tannins, described on the literature as allelochemicals. Beholding to identify a possible allelopathic activity in *S. obovatum* leaves, we tested hydroethanolic EtOH:H₂O (70% and 50% v/v) extracts, in different concentrations, on the initial development of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Among the results, we highlight the effect of the 50% hydroethanolic extract in inhibiting the formation of the main and the secondary roots and the stimulation of the hypocotyl growth in *C. sativus* by the 70% hydroethanolic extract, both in all concentrations tested. The cytotoxic activity, evaluated by bioassay toxicity on *Artemia salina* Leach., was negative for the tested extracts (LC₅₀ > 1000 µg.mL⁻¹). Concomitantly, the molluscicidal activity, evaluated against snails of *Biomphalaria glabrata* Say, presented low acute toxicity of solutions of 70% hydroethanolic extract at concentrations of 128.9 µg.mL⁻¹ and 172.8 µg.mL⁻¹ and values above 250 µg.mL⁻¹ to solutions of 50% hydroalcoholic extract, being therefore considered inactive for these. The results suggest the existence of allelochemicals in the extracts tested and they have low toxicity.

Key words: natural herbicide, initial growth, toxicity.

INTRODUÇÃO

O Cerrado, apesar considerado uma área crítica para conservação da diversidade biológica no mundo ("hotspot") devido à sua riqueza de sua biodiversidade, sofre os efeitos de uma alta pressão antrópica a que vem sendo submetida durante anos. Isto ocorre quer seja pela implantação de grandes projetos de agricultura e pela criação de gado de corte, como também pelas ameaças decorrentes desta, como por exemplo, a erosão dos solos e a invasão biológica causada por gramíneas invasoras (Pinheiro & Durigan 2009).

Com cerca de 20% de sua cobertura original e diante

de sua rápida redução é de grande importância o estudo da diversidade das espécies presentes do mesmo. As taxas de desmatamento no Cerrado têm sido historicamente superiores às da floresta Amazônica e o esforço de conservação deste é inferior ao da Amazônia, pois apenas 2,2% da área do Cerrado encontra-se legalmente protegida, e mesmo estas sofrem impactos diversos, como incêndios frequentes e pressões decorrentes do isolamento (Pinheiro & Durigan 2009). Sendo assim, além do conhecimento de suas espécies, informações sobre as interações ecológicas e suas potencialidades farmacêuticas, cosméticas e alimentícias são de fundamental importância.

1. Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Química (LAQUA), Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho" – Unesp. Av. Dom Antonio, 2100, Pq. Universitário, CEP 19806-900, Assis, SP, Brasil.

2. Laboratório de Produtos Naturais, Instituto de Ciências Exatas, Agrárias, Tecnológicas e Geociências, Universidade Paranaense. Praça Mascarenhas de Moraes, s/n, cx. p. 224, CEP 87502-210, Umuarama, PR, Brasil.

3. COLIQ, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Londrina. Avenida dos Pioneiros 3131, CEP 86036-370, Londrina, PR, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: csantos@assis.unesp.br

Dentre as espécies pertencentes ao Cerrado, destacam-se as representantes do gênero *Stryphnodendron*, tradicionalmente utilizadas na medicina popular para o tratamento de lesões e úlceras gástricas (Maroni *et al.* 2006). O *Stryphnodendron obovatum* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae), popularmente conhecido como barbatimão de folha miúda, é uma árvore de pequeno porte, com copa arredondada, de casca rugosa clara e descamante em árvores mais velhas, com ramos espessos e intumescidos (Durigan *et al.* 2004). Sob o ponto de vista químico, a partir do extrato das cascas de *S. obovatum* foi registrada a presença de ácido gálico, ácido *p*-hidroxibenzóico e derivados de catequina e taninos (Lopes *et al.* 2009, Zocoler *et al.* 2009). Estes compostos têm sido identificados frequentemente como agentes alelopáticos (Lobo *et al.* 2008, Santos *et al.* 2011).

A alelopatia envolve a interação química que plantas e microrganismos exercem em ambientes naturais ou agrícolas, pela liberação no ambiente de compostos provenientes do metabolismo secundário afetando, positiva ou negativamente, o crescimento e desenvolvimento de outras plantas (Macias 2004, Rice 1984). Estes aleloquímicos são liberados da planta produtora até a planta receptora por lixiviação, decomposição e exudação das raízes em resposta a fatores de estresse biótico e abiótico (Inderjit & Nielsen 2003). Estes estudos em alelopatia têm mostrado que o desenvolvimento das plântulas, em geral, é mais afetado que a germinação (Peres *et al.* 2004, Barreiro *et al.* 2005), sendo sua avaliação um grande instrumento para a estimativa do potencial alelopático de substâncias ou de extratos a serem testados (Ferreira & Aquila 2000).

Com o intuito de eliminar plantas daninhas, insetos e outras pragas, os criadores utilizam vários agroquímicos sintéticos. Muitos pesticidas são altamente tóxicos ao homem e a outros animais, seja por exposição direta ou devido à acumulação no organismo mediante a ingestão de alimentos contaminado. Além de problemas ambientais e da toxicidade desses compostos ao homem, muitos sistemas agrícolas têm apresentado redução expressiva no poder de controle dos herbicidas sintéticos (Santos *et al.* 2011).

Um dos procedimentos utilizados para se avaliar a toxicidade destes novos herbicidas naturais é através do ensaio de letalidade com microcrustáceo *Artemia salina* Leach., método inicialmente desenvolvido para detectar compostos bioativos em extratos vegetais (McLaughlin *et al.* 1995), mas que também pode ser utilizado para expressar a toxicidade de um extrato contra organismos não-alvos, como peixes e pequenos crustáceos (Ruiz *et al.* 2005). Além do possível potencial alelopático, extratos ricos em taninos, como os de *S. obovatum*, poderiam ter atividade moluscicida (Alcanfor *et al.* 2001, Lopes *et al.* 2005), já que os extratos etanólicos da casca *Stryphnodendron polyphyllum* e *S. adstringens*, ricos em taninos condensados também mostraram atividade moluscicida (Bezerra *et al.* 2002).

O moluscicida, recomendado pela Organização Mundial da Saúde para principal vetor da esquistossomose na América do Sul, o molusco *Biomphalaria glabrata* Say (Gastropoda, Planorbidae), é a niclosamida pois é o mais efetivo e menos prejudicial ao ambiente e ao ser humano. Porém, devido ao alto custo, o uso desta acaba sendo limitado quando aplicado extensivamente. Além disto, mostrou-se tóxica para espécies aquáticas, como crustáceos do zooplâncton (Ruiz *et al.* 2005). Por esta razão, novas alternativas vindas de produtos naturais têm sido avaliadas, sendo que as plantas candidatas devem ser nativas ou cultivadas no local onde ocorre a epidemia (Alcanfor *et al.* 2001, Ruiz *et al.* 2005).

Considerando as evidências expostas anteriormente para as plantas do gênero *Stryphnodendron* (Lopes *et al.* 2009), o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial alelopático de dois extratos hidroetanólicos foliares de *S. obovatum* (70% e 50%) sobre o desenvolvimento inicial de *Cucumis sativus* L., além da atividade citotóxica contra microcrustáceo *Artemia salina* Leach. e moluscicida contra o molusco *Biomphalaria glabrata* Say, com vistas a um possível herbicida e/ou moluscicida vindos a partir desta planta.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta do Material Vegetal

Folhas de *S. obovatum* foram coletadas no período da manhã, em setembro de 2006, no trecho de mata nativa no Campus da FCL/Assis, Unesp (22°32'20"S e 50°22'60"W), sendo sua exsicata depositada no Herbário do Instituto Florestal "Don Bento Pickel", São Paulo, SP, sob o número SPSF 40.892. As folhas foram secas em estufa a 60 °C, trituradas e armazenadas sob refrigeração até posterior uso.

Preparação dos extratos foliares

Os extratos hidroalcoólicos foram obtidos a partir da adição de 100 mL de EtOH:H₂O 70:30 e 50:50 v/v a 10 g de folhas de *S. obovatum*, sob agitação magnética por duas horas. Após esse período o solvente foi filtrado e o resíduo reextraído por mais duas vezes. Os filtrados foram agrupados e evaporados até a eliminação do solvente, obtendo-se um extrato com 27,4% (Extrato Hidroalcoólico 70% - EHA70) e outro com 20,7% (Extrato Hidroalcoólico 50% - EHA50) de rendimento.

Triagem fitoquímica e avaliação do pH dos extratos foliares

Os principais metabólitos secundários foram detectados de acordo com metodologia qualitativa proposta por Matos (1997). Dessa forma, foi usado o reagente de Liebermann-Burchard (anidrido acético mais H₂SO₄) para esteroides e triterpenoides, o cloreto férrico para fenóis simples e taninos, o reagente Shinoda (HCl concentrado e fita de magnésio granulada) para flavonoides e xantonas, o teste de variação de pH (com hidróxido

de sódio e ácido sulfúrico) para flavonóis, flavanonas e flavanonois e o de espuma com clorofórmio e água destilada para saponinas. Para a medida de pH foi utilizado o pHmetro Tecnal (modelo TEC-2). Para tanto, os extratos hidroalcoólicos foram ressuspensos em água na proporção de 5 mg.mL⁻¹ e feita a leitura em triplicata.

Bioensaio de alelopatia

O bioensaio de alelopatia foi realizado em placas de Petri (14 cm de diâmetro), previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio 2%, etanol 70%, lavadas com água destilada e secas em estufa por duas horas a 105 °C. Em seguida, as placas foram forradas com duas folhas de papel filtro e umedecidas com uma solução de 10 mL do extrato de diferentes concentrações. Foram utilizadas quatro soluções de concentração de cada extrato hidroetanólico: 100% (5 mg.mL⁻¹) 75% (3,75 mg.mL⁻¹) 50% (2,50 mg.mL⁻¹) e 25% (1,25 mg.mL⁻¹) e, no controle, água destilada. Após a secagem do extrato, as folhas de papel de filtro foram umedecidas com 10 mL de água destilada e colocadas, em cada placa, 25 sementes de pepino. Os experimentos foram conduzidos em germinador Eletrolab, modelo 102 FC, sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. O efeito dos extratos sobre o comprimento da raiz principal, do hipocótilo e do número de raízes secundárias foi avaliado após seis dias de experimento, em 10 plantulas por placa. Foi feito um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada tratamento. Como os dados não apresentaram normalidade e homogeneidade, os extratos de mesma concentração foram avaliados através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn ($p < 0,05$), utilizando o programa Bioestat 5.0. Já os extratos com valores crescentes de concentração foram analisados por regressões utilizando o mesmo programa.

Ensaio de letalidade dos extratos com *Artemia salina*

O ensaio foi realizado segundo o procedimento descrito na literatura (McLaughlin *et al.* 1995). Resumidamente, cada extrato (20 mg) foi dissolvido em 2 mL de solvente apropriado e dessa solução, amostras de 5, 50 e 500 µL foram transferidas, em triplicata, para frascos de 5 mL. Após a evaporação do solvente, uma solução salina (0,38 g.L⁻¹, 5 mL) foi adicionada em cada um dos frascos, resultando em concentrações finais de 10, 100 e 1000 µg.mL⁻¹, respectivamente. Dez Larvas do tipo *nauplii* de *A. salina* foram adicionadas e após 24 h de contato, os sobreviventes foram contados. Os dados foram analisados através do método de Probit e expressos como CL₅₀.

Avaliação da atividade moluscicida

A verificação da atividade moluscicida em espécimes de *B. glabrata* seguiu os procedimentos recomendados pela Organização Mundial de Saúde - OMS (WHO

1965), com adaptações (Silva *et al.* 2008). Foram utilizados quatro caramujos adultos da espécie *B. glabrata* de tamanho uniforme (diâmetro da concha entre 10 e 12 mm) criados em aquários a temperatura de 25 °C. Os testes preliminares (toxicidade aguda) foram realizados com os extratos brutos das folhas de *S. obovatum* em duplicata. Os extratos hidroalcoólicos foram diluídos em água filtrada do aquário, sem cloro, com o auxílio de 100 µL de DMSO na concentração inicial de 400 µg.mL⁻¹. Os moluscos ficaram em contato com a solução, por 24 e 48 horas, à temperatura ambiente. Foi realizada uma prova em branco apenas com o DMSO e como controle positivo a niclosamida (1,0 µg.mL⁻¹). A mortalidade foi avaliada a partir do acompanhamento dos batimentos cardíacos dos caramujos (24 e 48 horas) com auxílio de microscópio estereoscópico. O valor de CL₅₀ foi calculado no programa Probitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na triagem fitoquímica feita a partir dos hidroetanólicos foliares foi verificado a presença de taninos, além de flavonóides e saponinas. Este resultado é compatível com a literatura, uma vez que já foram analisados e quantificados os taninos dos extratos acetônicos das cascas *S. obovatum* (Lopes *et al.* 2009).

É usual que em extratos hidroalcoólicos possam conter substâncias que influenciam o seu pH tais como compostos glicosilados, aminoácidos e ácidos orgânicos, tornando-o ácido ou alcalino, podendo afetar o desenvolvimento das plantas, simulando assim um efeito alelopático (Ferreira & Aquila 2000). Para os extratos EHA70 e EHA50 de *S. obovatum* foram encontrados respectivamente os seguintes valores médios de pH: 6,08 e 6,40, sendo que o controle foi 6,01. Levando em consideração que os valores de pH dos extratos testados, pode-se excluir este efeito sobre os resultados da *S. obovatum*.

Relatos anteriores da literatura descrevem a inibição da germinação de *Lactuca sativa* L. (alface) a partir dos extratos aquosos *Stryphnodendron adstringens*, mas para a mesma planta a germinação do pepino não é afetada (Ribeiro *et al.* 2012, Barreiro *et al.* 2005). A análise dos efeitos dos extratos de *S. obovatum* sobre o desenvolvimento inicial das plântulas de pepino foi feita em comparação dos extratos entre si, na mesma faixa de concentração, e o grupo controle. Em relação à formação de raízes secundárias em plântulas de pepino, o extrato EHA50 reduziu o número destas raízes, em todas as concentrações, enquanto o EHA70 não causou diferença significativa em relação ao controle (Tab. 1). Quanto ao crescimento da raiz principal, o EHA50 causou diminuição significativa da mesma em todas as concentrações. Já o EHA70 promoveu a diminuição do tamanho deste órgão apenas a partir da concentração de 50% (Tab. 1).

Barreiro *et al.* (2005) descrevem a ausência de efeito alelopático dos extratos aquosos (casca e folha) *S. adstringens* sobre a germinação de *C. sativus* (pepino). Já

Tabela 1. Efeito alelopático dos extratos de *Stryphnodendron obovatum* Benth., nas concentrações de 25 a 100%, no desenvolvimento inicial de pepino (*Cucumis sativus* L.). Abreviaturas: EHA50, extrato hidroalcoólico 50:50 v/v; EHA70, extrato hidroalcoólico 70:30 v/v.

Tratamentos	Parâmetros		
	Nº raízes secundárias	Raiz principal (cm)	Hipocótilo (cm)
Controle	21,5 (a)*	9,8 (a)	3,30 (a)
EHA50-25%	13,0 (b)	5,55 (b)	4,95 (b)
EHA70-25%	22,5 (a)	9,35 (a)	3,85(b)
EHA50-50%	12,0 (b)	4,65 (b)	4,00 (b)
EHA70-50%	21,0 (a)	6,65 (c)	4,60 (b)
EHA50-75%	13,0 (b)	4,00 (b)	3,65 (ab)
EHA70-75%	18,0 (a)	4,70 (b)	4,05 (b)
EHA50-100%	9,00 (b)	5,20 (b)	4,30 (b)
EHA70-100%	15,0 (a)	4,60 (b)	4,15 (b)

* Medianas seguidas pela mesma letra indicam que não há diferença significativa ($p > 0,05$) entre tratamentos de mesma concentração e entre eles e o controle, considerando cada parâmetro analisado.

para o desenvolvimento, estes mesmos extratos reduziram a formação de plântulas normais de *C. sativus*, sendo este efeito maior nas raízes do que no hipocótilo, sendo que a inibição do crescimento aumentou de acordo com a concentração. Chung *et al.* (2001) sugerem que uma possível explicação para este efeito mais acentuado sobre as raízes é devido a um contato mais efetivo destas com a solução de aleloquímicos.

Da mesma maneira que a *S. adstringens* os extratos hidroalcoólicos da *S. obovatum* estimularam o crescimento do hipocótilo quando comparados ao controle, em praticamente todas as concentrações avaliadas (Tab. 1). Aquila *et al.* (1999), afirma que em uma mesma planta, os efeitos dos compostos alelopáticos podem variar de acordo com o órgão onde eles atuam, ou seja, os aleloquímicos são capazes de causar inibição da raiz enquanto promovem o incremento do hipocótilo. A sensibilidade diferenciada foi constatada entre hipocótilos e raízes nos bioensaios com *E. argentinum*, *L. divaricata* e *M. guianensis*. (Maraschin-Silva & Aquila 2006). No entanto, os pormenores do mecanismo bioquímico que

explicam o porque que os aleloquímicos exercem um efeito tóxico sobre o crescimento de plantas não são ainda bem conhecidos.

Em geral, espera-se que exista correlação entre os efeitos alelopáticos que as concentrações dos extratos sobre as plantas teste (Gusman *et al.* 2008). Para a *S. obovatum*, no extrato EHA50, observou-se redução exponencial tanto do número de raízes secundárias quanto do comprimento da raiz principal conforme a concentração foi aumentada (Fig. 1). Não houve relação significativa entre as concentrações deste extrato e o crescimento do hipocótilo ($R^2=0,0773$; $p=0,6507$). Já para o extrato EHA70, não houve relação significativa entre as concentrações e o número de raízes secundárias em pepino ($R^2=0,9975$; $p=0,0639$). Contudo, observou-se relação linear entre as concentrações e o comprimento da raiz principal de pepino, onde o aumento da concentração do extrato levou a um maior efeito inibitório. No caso do hipocótilo houve estímulo na menor concentração, não havendo aumento do mesmo conforme foi aumentada a concentração do extrato (Fig. 2).

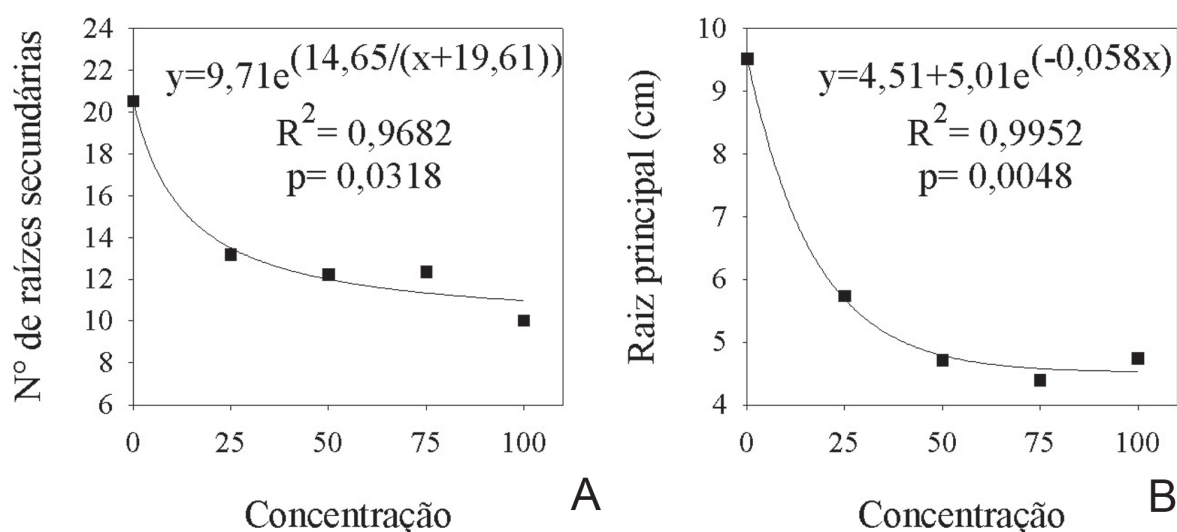


Figura 1. Relações entre a concentração do extrato hidroalcoólico 50% de folhas de *Stryphnodendron obovatum* Benth. com o número de raízes secundárias (A) e o comprimento da raiz principal (B) em pepino.

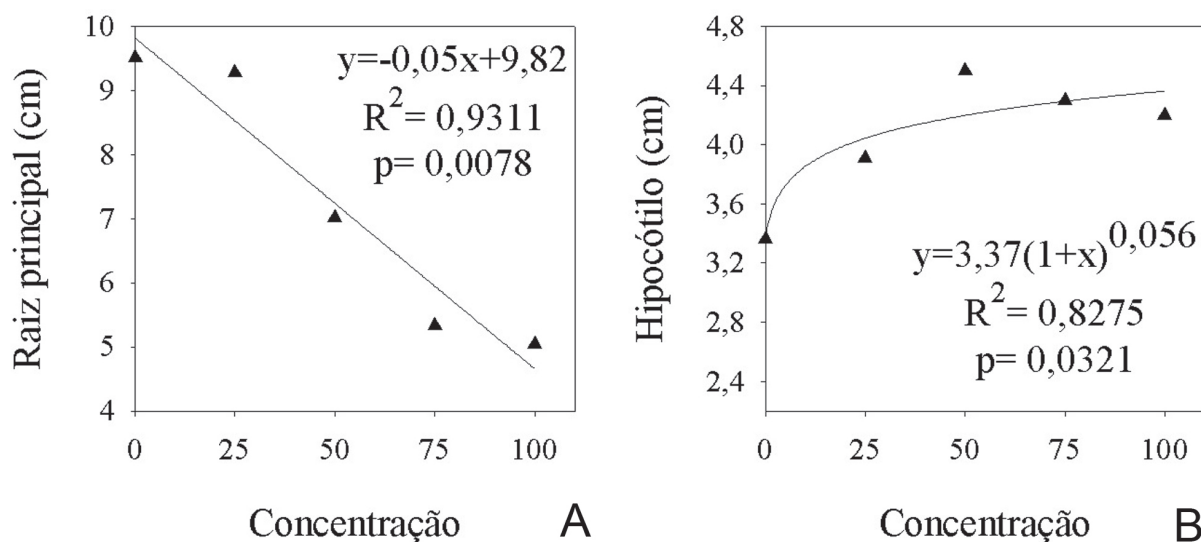


Figura 2. Relações entre a concentração do extrato hidroalcoólico 70% de folhas de *Stryphnodendron obovatum* Benth. com o comprimento da raiz principal (A) e do hipocótilo (B) em pepino.

Reigosa *et al.* (1999) afirmaram que cada processo fisiológico tem resposta diferente a certa dose de cada aleloquímico em particular. As diferenças encontradas entre os extratos hidroetanólicos de *S. obovatum* provavelmente são o reflexo da diferença da concentração dos metabólitos secundários extraídos, uma vez que existe uma pequena diferença de polaridade dentre os solventes utilizados para o preparo dos extratos.

Os resultados obtidos no ensaio com *A. salina* indicaram uma baixa toxicidade dos extratos testados, uma vez que todos apresentaram $CL_{50} > 1000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ (McLaughlin *et al.* 1995). Por outro lado, a baixa toxicidade dos extratos da *S. obovatum* aliada a sua hidrossolubilidade dos extratos foi considerada uma característica interessante para utilização para controle da população de caramujos em ambientes naturais. Na análise contra as formas adultas de *B. glabrata* o extrato mais ativo foi o EHA70, nas CL_{50} de $128,9 \mu\text{g.mL}^{-1}$ e $172,8 \mu\text{g.mL}^{-1}$; para o EHA50, foram encontrados valores acima de $250 \mu\text{g.mL}^{-1}$. Sabendo que os extratos brutos de plantas podem ser considerados ativos para valores de $CL_{50} \leq 100 \mu\text{g.mL}^{-1}$, os extratos avaliados não poderiam constituir uma alternativa aos moluscicidas sintéticos (Silva *et al.* 2008). Assim como nos estudos de atividades alelopáticas acima, as diferenças de atividade moluscicida podem ser explicadas em termos de extração de metabólitos secundários e polaridade das soluções extrativas, pois ao comparar os resultados deste trabalho com os de Bezerra *et al.* (2002) para as *Stryphnodendron*, verifica-se que compostos com maior atividade moluscicida possivelmente são melhor extraídos em maior concentração de etanol, pois são os melhor extraem mais taninos condensados.

Os resultados obtidos demonstram a existência de potencial alelopático dos extratos das folhas de *S. obovatum* sobre as raízes de *C. sativus*, que aliadas a uma baixa toxicidade, são características promissoras para

prospecção de novas moléculas com potencial herbicida dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ALCANFOR, J.D.X., FERRI, P.H., SANTOS, S.C. & BEZERRA, J.C.B. 2001. Plantas moluscicidas no controle de caramujos transmissores da esquistossomíase, com ênfase na ação de taninos. *Revista de Patologia Tropical* 30(2): 167-175.
- AQUILA, M.E.A., UNGARETTI, J.A.C. & MICHELIN, A. 1999. Preliminary observation on allelopathic activity in *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. *Acta Horticulturae*, 502: 383-388.
- BARREIRO, A.P., DELACHIAVE, M.E.A. & SOUZA, F.S. 2005. Efeito alelopático de extratos de parte aérea de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] na germinação e desenvolvimento da plântula de pepino. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 8: 4-8.
- Bezerra, J.C.B., Silva, I.A., Ferreira, H.D., Ferri, P.H., Santos, S.C. 2002. Molluscicidal activity against *Biomphalaria glabrata* of Brazilian Cerrado medicinal plants. *Fitoterapia*, 73: 428-430.
- CHUNG, I.M., AHN, J.K. & YUN, S.J. 2001. Assesment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-gall*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Crop Protection*, 20: 921-928.
- DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. *Plantas do Cerrado Paulista: imagens de uma paisagem ameaçada*. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica.
- FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12: 175-204.
- GUSMAN, G.S., BITTENCOURT, A.H.C. & VESTENA, S. 2008. Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 30(2): 119-125.
- INDERJIT & NIELSEN, E. 2003. Bioassays and field studies for allelopathy in terrestrial plants: progress and problems. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(3-4): 221-238.
- LOPES, G.C., SANCHES, A.C.C., TOLEDO, C.E.M., ISLER, A.C. & MELLO, J.C.P. 2009. Determinação quantitativa de taninos em três espécies de *Stryphnodendron* por cromatografia líquida de alta eficiência. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 45(1): 135-143.
- MACIAS, F. A. 2004. Allelopathy, a natural strategy for weed control. *Pest Management Science*, 69(3): 327-348.

- MARASCHIN-SILVA, F. & AQUILA, M.E.A. 2006. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. *Revista Árvore*, 30(4): 547-555.
- MARONI, B. C., DI STASI, C. & MACHADO, S. R. 2006. *Plantas medicinais do cerrado de Botucatu - Guia Ilustrado*. São Paulo: UNESP.
- MATOS F.J.A. 1997. *Introdução à Fitoquímica Experimental*. UFC: Fortaleza.
- MCLAUGHLIN, J.L., SAIZARBITORI, T.C. & ANDERSON, J.E. 1995. Tres bioensayos simples para químicos de productos naturales. *Revista de la Sociedad Venezolana Química*, 18: 13-18.
- PERES, M.T.L. P., BARBOSA, L., FACCENDA, O. & HESS, S.C. 2004. Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). *Acta Botanica Brasílica*, 18(4): 723-730.
- PINHEIRO, E.S. & DURIGAN, G. 2009. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 32(3): 441-454.
- REIGOSA, M.J., SANCHEZ-MOREIRAS, A.E. & GONZALES, L. 1999. Ecophysiological approach in allelopathy. *Critical Reviews in Plant Science*, 18(5): 577-608.
- RIBEIRO, L. O., BARBOSA, S., BALIERO, F. P., BEIJO, L. A., SANTOS, B. R., GOUVEA, C. M. C. P. & PAIVA, L. V. 2012. Fitotoxicidade de extratos foliares de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em bioensaio com alface. *Revista Brasileira de Biociências* 10(2): 220-225.
- RICE, E.L. 1984. *Allelopathy*. New York: Academic Press.
- RUIZ, A.L.T.G., MAGALHÃES, E.G., MAGALHÃES, A.F., FARIA, A.D., AMARAL, M.C.E., SERRANO, D.R., ZANOTTI-MAGALHÃES, E.M. & MAGALHÃES L.A. 2005. Avaliação da atividade tóxica em *Artemia salina* e *Biomphalaria glabrata* de extratos de quatro espécies do gênero *Eleocharis* (Cyperaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 15(2): 98-102.
- SANTOS, S., MORAES, M.L.L., REZENDE, M.O.O. & SOUZA FILHO, A.P.S. 2011. Potencial alelopático e identificação de compostos secundários em extratos de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) utilizando eletroforese capilar. *Eletica Química*, 36(2): 51-68.
- SILVA, N.F.S., SILVA, COGO, J., WIEPIESKI, C. C. P. & LAVERDE JUNIOR, A. 2008. Bioensaio de atividade moluscicida adaptado para a avaliação de extratos de plantas medicinais. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 11(2): 179-82.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. 1965. Molluscicide screening and evaluation. *Bulletin of the World Health Organization*, 33: 567-576.
- ZOCOLER, A.M.D., SANCHES, A.C.C., ALBRECHT, I. & MELLO, J.C.P. 2009. Antioxidant capacity of extracts and isolated compounds from *Stryphnodendron obovatum* Benth. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 45(3): 443-452.