

EXTRATOS ALCOÓLICOS DE GERVÃO (*Stachytarpheta cayennensis*) CAUSAM ALTERAÇÃO ANATÔMICA EM PLÂNTULAS DE PEPINEIRO

Teli Cristiane Briekowiec Kremer*

Oscar Mitsuo Yamashita**

Ivone Vieira da Silva***

Mayara Peron Pereira****

Alan Carlos Batistão*****

RESUMO: A alelopatia é uma estratégia da planta para sua defesa e delimitação territorial, muito comum em plantas daninhas. O gervão (*Stachytarpheta cayennensis*) é uma espécie de planta daninha frequente em áreas de cultivo e urbanas na região amazônica do Brasil. Poucos trabalhos sobre alelopatia têm destacado as alterações anatômicas que os metabólitos secundários causam nas plantas afetadas. O objetivo desse trabalho foi analisar a ação alelopática de cinco concentrações de extrato alcoólico (0; 0,5; 1; 2; e 4%) de *S. cayennensis* a nível de alterações anatômicas em plântulas de *Cucumis sativus*. Os resultados evidenciaram aumento de espessura nas estruturas anatômicas dos órgãos analisados de pepino em extratos aquosos e alcoólicos, demonstrando acentuado espessamento conforme o aumento das concentrações dos extratos da espécie em estudo. A confirmação de que a liberação dessas substâncias intervêm no desenvolvimento de *C. sativus* serve como importantes informações a serem utilizadas no desenvolvimento de estratégias alternativas ao uso de herbicidas em outras culturas, visando o manejo ecológico de plantas daninhas.

PALAVRAS-CHAVE: Alelopatia; Anatomia; Planta daninha.

* Bióloga. Professora. Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.

** Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.
E-mail: yama@unemat.br

*** Bióloga. Doutora. Professora da UNEMAT, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Campus de Alta Floresta, Brasil.

**** Bióloga. Professora Mestre do curso de Ciências Biológicas da UNEMAT, Campus de Cáceres, Brasil.

***** Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.

ALCOHOL EXTRACTS OF *Stachytarpheta cayennensis* CAUSE ANATOMIC CHANGES IN CUCUMBER SEEDLINGS

ABSTRACT: Allelopathy is a strategy of plants to defend and delimit their territory, greatly common in weeds. The snakeweed (*Stachytarpheta cayennensis*) is a type of weed widely found in cultivation areas and in urban areas in the Brazilian Amazon. Only few researches on allelopathy deal with anatomic changes that secondary metabolites cause on the affected plants. Current paper analyzes the allelopathic activity of five concentrations of the alcoholic extract (0; 0,5; 1; 2; 4%) of *S. cayennensis* at the level of anatomic changes in *Cucumis sativus* seedlings. Results evidence an increase in thickness of anatomic structures of the organs in aqueous and alcoholic extracts, revealing pronounced thickness as concentrations of the extract increase. The release of compounds that interfere in the development of *C. sativus* is an important datum to be employed in the development of alternative strategies instead of herbicides in other cultivations by an ecological management of weed.

KEY WORDS: Allelopathy; Anatomy; Weeds.

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, tem-se comprovado que algumas espécies de plantas produzem substâncias químicas com propriedades que afetam benéficamente ou maleficamente outras espécies. A esta propriedade foi dado o nome de alelopatia. Assim, esse efeito benéfico ou inibitório de uma planta sobre outra, através da produção de substâncias químicas provenientes do metabolismo secundário, é liberado no ambiente e ocorre naturalmente em comunidades de plantas, podendo também interferir no desenvolvimento dos cultivos agrícolas (CHOU, 1999; WALLER, 1999; REIGOSA *et al.*, 2013).

Esses compostos se encontram distribuídos em concentrações variadas nas diferentes partes da planta, e ao longo do seu ciclo de vida, ou de seus estágios fenológicos, as concentrações dos aleloquímicos podem sofrer incrementos ou reduções (GOLDFARB *et al.*, 2009). Todas as partes das plantas podem conter compostos alelopáticos, podendo ser encontrados nas folhas, caules aéreos, rizomas, raízes, flores, frutos e sementes de diversas espécies, mas as folhas e as raízes são as fontes mais importantes de aleloquímicos (BLUM, 2011).

A aleloquímica e os estudos relacionados têm sido intensamente pesquisados visto que podem ser a chave para a descoberta de substâncias de origem vegetal que propiciem o desenvolvimento de produtos e práticas alternativas para o cultivo de espécies agrícolas (BURG; MAYER, 2006; REZENDE *et al.*, 2016). Teoricamente, os metabólitos secundários com atividades alelopáticas podem ser utilizados diretamente na formulação de bioherbicidas ou serem modificadas, visando o aumento de suas atividades biológicas (SOUZA FILHO; ALVES, 2002; INDERJIT; NIELSEN, 2003; LIMA *et al.*, 2016).

No entanto, a maioria das pesquisas em alelopatia refere-se ao efeito aleloquímico sobre a germinação e o crescimento da planta teste, não considerando os efeitos celulares relacionados às mudanças fisiológicas do sistema da planta-teste (PRATES *et al.*, 2001; TEERARAK *et al.*, 2010).

Diante da resistência ou tolerância de certas espécies aos metabólitos secundários com função de aleloquímicos, foram padronizadas algumas espécies como plantas indicadoras ou plantas-teste, como é o caso do pepineiro (*Cucumis sativus* L.). Esta espécie caracteriza-se por apresentar germinação rápida e uniforme e um grau de sensibilidade com o qual se permitem expressar resultados a baixas concentrações (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Além disso, permite cortes anatômicos de qualidade.

Na região amazônica, especialmente no Norte do Estado do Mato Grosso, uma espécie, da família Verbenaceae, vem se destacando. Esta espécie, também conhecida como gervão (*Stachytarpheta cayennensis* Rich. Vahl), que outrora era utilizada apenas como planta medicinal, tem causado transtornos nos cultivos de espécies anuais e perenes na região, especialmente em áreas onde se pratica a agricultura familiar. É uma espécie típica de áreas secas e recentemente foi considerada planta daninha (LORENZI; MATOS, 2008). De acordo com Kremer *et al.* (2018), trata-se de uma infestante de pastagens e áreas de cultivo, muito comum nas regiões Sudeste, Norte e Centro-Oeste do Brasil.

Objetivou-se, na presente pesquisa, caracterizar anatomicamente raízes, caules e folhas de plântulas de pepineiro submetidas a extratos alcóolicos de *S. cayennensis*, procurando identificar possíveis alterações anatômicas ocasionadas pelo efeito alelopático da espécie testada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Plantas adultas de *Stachytarpheta cayennensis* foram coletadas na zona peri-urbana do município de Alta Floresta, extremo Norte do Estado de Mato Grosso, localizada na Latitude 09°52'32''S e Longitude 56°05'10''W, e altitude de 280 m acima do nível do mar. O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação Köppen, tropical chuvoso com nítida estação seca (ALVARES *et al.*, 2013).

Logo em seguida, o material foi levado para o laboratório, sendo lavadas em água corrente. Estas foram separadas em raízes, caules e folhas e posteriormente embaladas separadamente em sacos de papel kraft. Em seguida os materiais foram levados para estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 50 °C por 120 horas, posteriormente triturados em moinho tipo Willey e acondicionadas em recipientes plásticos. Os recipientes com o material obtido foram mantidos em câmara refrigerada a temperatura de 10 °C até o momento da sua utilização.

Foi utilizado *Cucumis sativus* (pepino), variedade caipira, como planta teste. As sementes de pepino, livres de tratamento químico, foram adquiridas no comércio local, sendo a germinação testada previamente (98%).

O material vegetal da planta daninha em pó foi submetido à extração da seguinte maneira: separadamente, o pó de cada parte da planta foi macerado (1:25 p v¹), sendo mantido submerso em etanol à 70%, durante sete dias. Após esse período, os macerados foram filtrados e concentrados em evaporador rotativo (modelo 801, Fisatom, Brasil), sob pressão reduzida (600 mmHg) e temperatura de 50 °C.

Os extratos brutos alcoólicos na forma de pó foram obtidos após liofilização (Liofilizador modelo LL 1500, Heto, Itália). Nesse processo, a passagem do estado líquido ocorreu diretamente para o estado sólido, resultando a matéria seca que posteriormente foi pesada e diluída nas concentrações 0,5; 1; 2; e 4%. Além disso, acrescentou-se o grupo controle (em água destilada), constituindo-se assim cinco concentrações.

O rendimento (R) do extrato bruto alcoólico de cada parte da planta foi calculado, utilizando-se a seguinte equação (DURLING *et al.*, 2007).

Cada 10 mL de extrato hidroalcoólico correspondeu a 1,0 g de produto extraído.

$$R(\%) : \left(\frac{ps(g/g).qe}{qp(g)} \right) \cdot 100 \quad (01)$$

Onde: R = Rendimento; ps = peso seco; qe = quantidade de extrato obtido; qp = quantidade de pó utilizado.

Posteriormente, foram distribuídas as 25 sementes de pepino em caixas de acrílico transparente tipo gerbox, forradas com duas folhas de papel germitest, levadas e distribuídas em câmara de germinação tipo BOD em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 5 (três partes da planta e cinco concentrações).

Para a análise anatômica, foram escolhidas oito plântulas que representaram a média da interferência alelopática em função dos extratos alcoólicos testados. Estas posteriormente passaram pelo processo de fixação em FAA₅₀ (formaldeído, ácido acético glacial e etanol 50% 5:5:90, v v¹), sendo mantidas por 48 horas e posteriormente estocadas em álcool etílico a 70% (JOHANSEN, 1940).

Secções transversais na região do terço médio das raízes, caules e folhas foram obtidas à mão livre, com lâmina bisturi, descoradas com utilização de hipoclorito de sódio a 2%, submetidas ao processo de dupla coloração, azul de Astra e fucsina básica (ROESER, 1962) e montadas em lâminas histológicas permanentes. Para as análises anatômicas foram utilizadas secções de duas raízes, dois caules e duas folhas por repetição.

As variáveis analisadas para as secções transversais de raiz e caule foram: espessura de epiderme, espessura de córtex e espessura de cilindro vascular.

Nas folhas, foram mensurados a espessura da nervura central e do mesófilo e tamanho dos feixes vasculares principais e feixes vasculares secundários, que foram estimadas medindo-se esses parâmetros em seis campos de cada material em estudo, com o auxílio do programa Anati Quanti 2[®] UFV (AGUIAR *et al.*, 2007).

As lâminas foram analisadas em fotomicroscópio Leica ICC50 (Objetivas: 4x, 10x, 40x, 100x) acoplado a computador e analisadas no *software* LAZ[®] EZ versão 1.7.0. (EZ PLATFORM, 2018). A caracterização anatômica dos indivíduos estudados foi elencada e mostrada em pranchas confeccionadas a partir das fotomicrografias,

demonstrando padrões anatômicos gerais e buscando identificar possíveis alterações teciduais.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias do fator qualitativo (extrato) foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), para o fator quantitativo foi realizado o estudo de regressão polinomial com auxílio do *software* Sisvar (FERREIRA, 2011). Os gráficos de regressão polinomial foram confeccionados com auxílio do *software* SigmaPlot® (SIGMAPLOT, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A raiz de *Cucumis sativus*, sem intervenção dos extratos alcoólicos (grupo controle), apresenta epiderme uniestratificada, córtex constituído por camadas de células parenquimáticas e o cilindro vascular triarco (Figura 1A-C). O caule possui epiderme uniestratificada, recoberta por cutícula, além de estômatos e tricomas tec-tores. A região do córtex é homogênea, sendo que nas primeiras camadas é composta por tecido parenquimático fotossintetizante (Figura 1D-F).

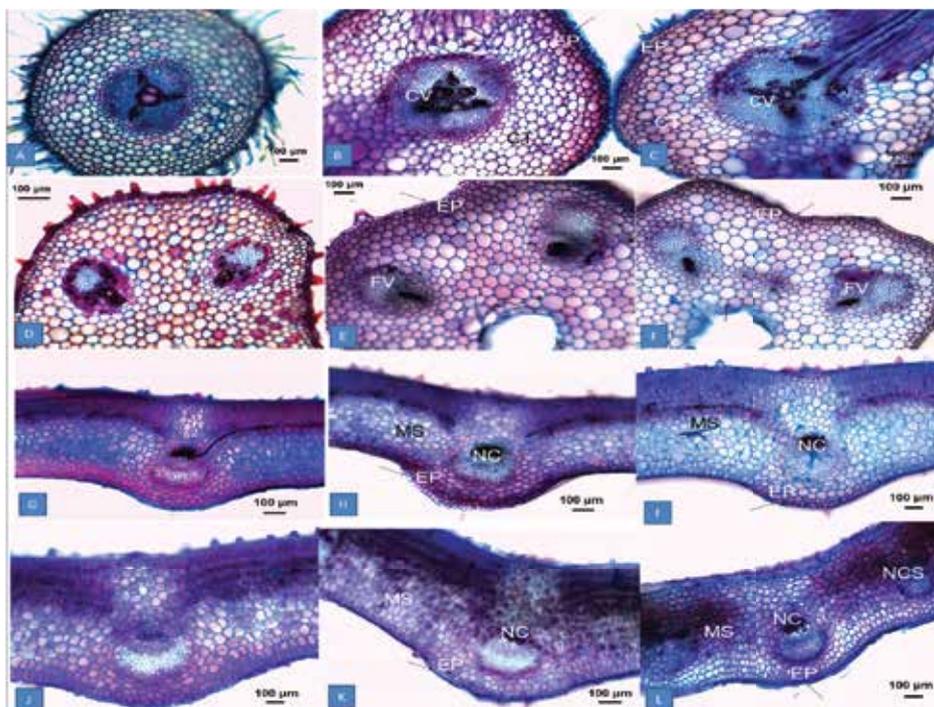


Figura 1. Aspectos anatômicos da raiz (A-C); caule (D-F) e folha (G-L) de *Cucumis sativus* L. em seções transversais. A - Aspecto geral de raiz (0%). B (20%) e C (40%). D-Aspecto geral de caule (0%). E (20%) e F (40%). G- Aspecto geral da folha (0%). H (20%) e I (40%). J- Aspecto geral da folha (0%). K (20%) e L (40%). CT: Córtex; EP: Epiderme; CV: Cilindro Vascular; FV: Feixe Vascular; MS: Mesofilo; NC: Nervura Central; NCS: nervura Secundária.

As folhas do grupo controle de *C. sativus* são anfiestomáticas, com predominância de estômatos na face abaxial. A epiderme é uniestratificada, com células da face adaxial geralmente maiores do que da abaxial, paredes delgadas e cutícula delgada. Possuem numerosos tricomas tectores e glandulares. O mesófilo é formado por uma a duas camadas de parênquima paliádico com células compridas e alongadas e de quatro a sete camadas de parênquima lacunoso. O feixe vascular é bicoloral, com a presença de três feixes vasculares (Figura 1A-D).

Os resultados das estruturas anatômicas de diâmetro e espessura das plântulas em extratos alcoólicos de *S. cayenensis* evidenciaram significância para o fator isolado extratos apenas em espessura de feixe vascular nas folhas de *C. sativus*.

Quanto à dose, a significância dos resultados apontou para espessura da epiderme e feixe vascular de caule e na espessura do feixe vascular da folha. Quanto à interação entre extratos e doses, os resultados não se apresentaram significativos para nenhuma variável testada (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrado médio para espessura da epiderme (EEp), diâmetro do córtex (DCo) e diâmetro do feixe vascular (DFV) de raiz; espessura epiderme (EEp); feixe vascular (EFV) de caule; espessura do mesófilo (EMe), nervura central principal (ENC), nervura central secundária (ENCS) e feixe vascular (EFV) de folha de *Cucumis sativus* cultivado em substrato umedecido com concentrações de extratos alcoólicos de diferentes partes vegetativas de *Stachytarpheta cayennensis*

FV	Raiz			Caulo		Folha			
	EEp	DCo	DFV	EEp	EFV	EMe	ENC	ENCS	EFV
Extrato(E)	123,2 ^{ns}	6023,2 ^{ns}	2675,2 ^{ns}	20,7 ^{ns}	169,7 ^{ns}	43,7 ^{ns}	737 ^{ns}	108,4 ^{ns}	1306,8*
Dose(D)	188,1 ^{ns}	635,6 ^{ns}	2791,9 ^{ns}	48,1*	1095,0*	3331,7 ^{ns}	6236,8 ^{ns}	1031 ^{ns}	1082,8*
(E)x(D)	126,8 ^{ns}	2051, ^{ns}	3754,2 ^{ns}	5,9 ^{ns}	344,5 ^{ns}	1376,8 ^{ns}	2096,9 ^{ns}	448,0 ^{ns}	217,8 ^{ns}
Resíduo	148,2	3392,1	3547,4	6,6	375,0	4454,7	4138,8	436,0	317,0
CV(%)	59,0	15,4	11,8	14,2	5,7	9,6	8,7	10,5	7,1

** e * significativo a 1 e a 5% de probabilidade respectivamente pelo Teste F.

ns: não significativo.

De maneira geral, foi observada (Tabela 1) ausência de efeitos significativos ($p > 0,05$) entre “parte x concentração” para as estruturas anatômicas avaliadas. Isoladamente em “doses” ocorreu significância dos dados analisados apenas para espessura da epiderme de caule.

O feixe vascular de folhas de *C. sativus* sofreu aumento de espessura nos concentrados até 1%, conforme o aumento das doses e chegando a 4% (Figura 2A e B). Esse engrossamento foi maior nos concentrados de folha de *S. cayennensis* (Figura 2A).

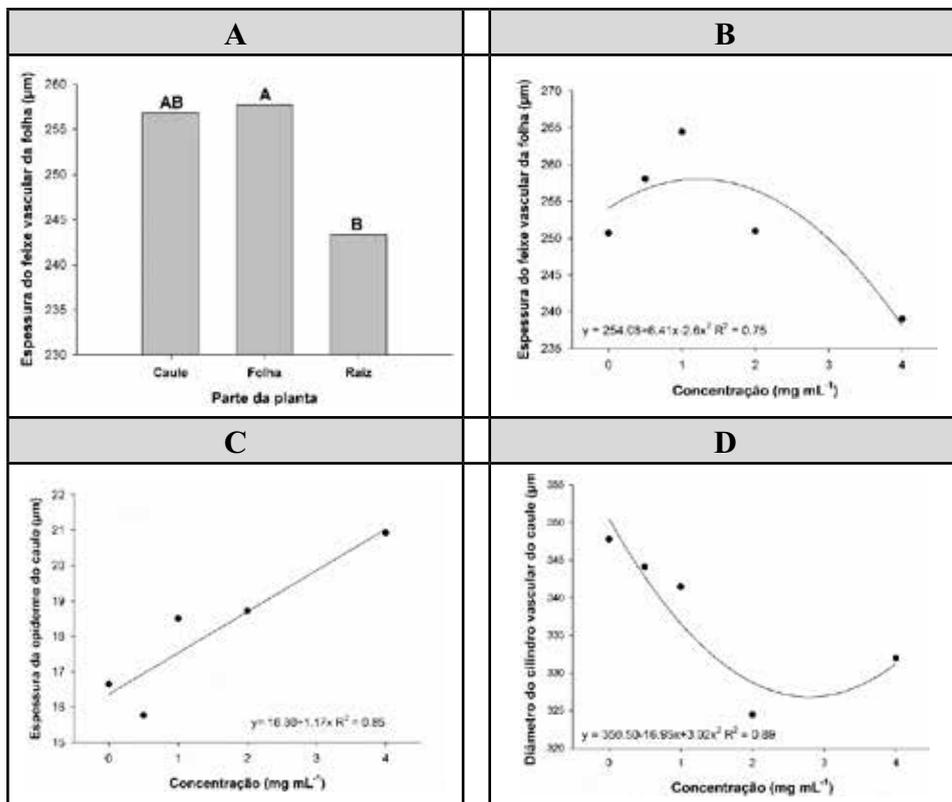


Figura 2. Espessura do feixe vascular da folha de *Cucumis sativus* em função de extratos alcoólicos obtidos de raiz, caule e folha de *Stachytarpheta cayennensis* (A), espessura do feixe vascular da folha (B), espessura da epiderme (C) e diâmetro do cilindro vascular do caule (D) de *C. sativus* em função de diferentes concentrações de extratos de *S. cayennensis*.

Na epiderme do caule de *C. sativus* (Figura 3A) foi observado um acentuado aumento quando submetidas aos concentrados. Conforme as doses destes extratos eram mais concentradas, maior foi o espessamento desta estrutura anatômica avaliada.

Entretanto, o diâmetro do cilindro vascular do caule quando submetido aos extratos alcoólicos de *S. cayennensis* sofreu redução até 2%, e um aumento nos concentrados a 4% (Figura 3B).

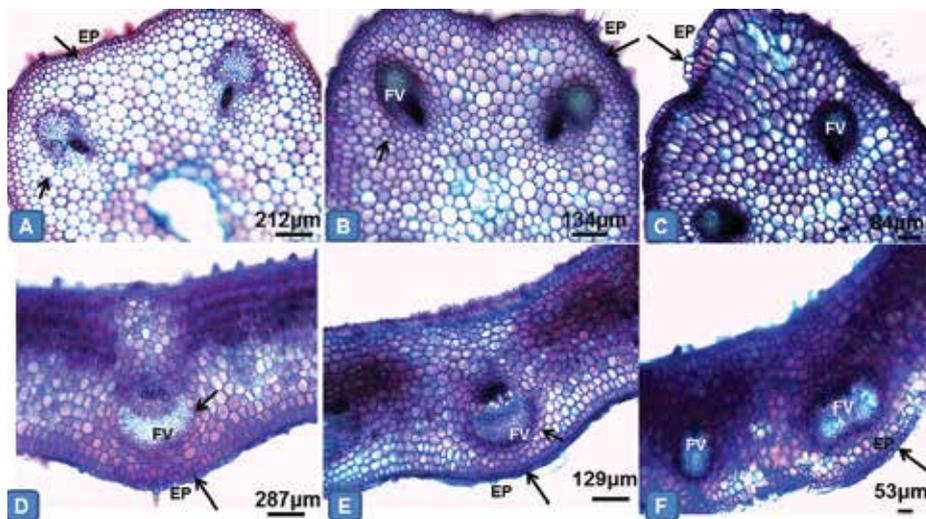


Figura 3. Aspectos anatômicos da raiz (A-C); e folha (D-F) de *Cucumis sativus* em seções transversais. A - Aspecto geral de raiz (0%). B (2%) e C (4%). D- Aspecto geral da folha (0%). e (2%) e f (4%). FV: Feixe Vascular; EP: Epiderme.

Foram observados aumentos na espessura das estruturas anatômicas ao testar extratos alcoólicos das folhas. Muitos aleloquímicos inibem o crescimento das estruturas anatômicas das plantas e seu desenvolvimento por afetarem diretamente a divisão celular (HESS, 1987).

O metabolismo secundário de plantas pode variar consideravelmente dependendo de vários fatores, sendo que a constância de concentrações de metabólitos secundários é praticamente uma exceção (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

No entanto, um dos diversos efeitos dos aleloquímicos nas plantas é o controle da produção e acumulação de espécies reativas de oxigênio (EROs), que se acumulam nas células em respostas aos aleloquímicos, sendo desta forma responsáveis por danificar as células podendo, inclusive, causar a sua morte (TESTA, 1995; BARBOSA *et al.*, 2014). Essas informações estão de acordo com os resultados obtidos pela presente pesquisa onde foi possível observar deformidades relacionadas principalmente ao aumento de maneira desordenada das estruturas mensuradas, as

células parenquimáticas de preenchimento também sofreram acentuado aumento.

Em se tratando dos mecanismos de ação dos aleloquímicos, estes estão relacionados a processos fisiológicos na planta. Entretanto, os efeitos desses compostos ainda não estão completamente esclarecidos. O efeito visível dos aleloquímicos sobre as plantas é somente uma sinalização retardada de mudanças anteriores que ocorreram a nível molecular e celular (DA SILVA *et al.*, 2014).

Os resultados apontados no presente estudo evidenciaram o espessamento da cutícula bem como aumento de espessura nas demais estruturas mensuradas. Alguns dos constituintes químicos presentes nos extratos de plantas podem responder majoritariamente pela atividade biológica, embora sua forma de ação seja normalmente conjugada a determinada bioatividade (XUAN *et al.*, 2003).

A grande diversidade dos compostos que causam alelopatia indica diferentes mecanismos de ação e, em muitos casos, sua fitotoxicidade pode originar-se mais de um rompimento celular generalizado do que de um mecanismo específico (BARROSO, 2014). Mas, de acordo com esses mesmos autores, pelo fato dessas substâncias serem liberadas em pequenas quantidades em condições naturais, em geral, esses aleloquímicos não são capazes de causar grandes danos sobre a planta-alvo quando sozinhos. Dessa maneira, é possível que efeitos como o espessamento de cutícula, como observado no presente estudo, possa indicar uma ação destes compostos, mas não o suficiente para causar-lhes a morte.

De princípio, a maioria dessas substâncias não é responsável por qualquer atividade considerada vital para a planta, tais como desenvolvimento e reprodução, mas sim relacionadas à adaptação ao ambiente e à defesa contra predadores (LI *et al.*, 2010). Estudos como este, a nível anatômico, podem contribuir para um melhor detalhamento sobre a atividade tóxica que *S. cayenensis* pode causar em plantas testes. Esses resultados podem contribuir para o desenvolvimento de novas ferramentas de manejo de plantas daninhas. Além disso, efeitos visíveis observados em muitos estudos de alelopatia, como os observados nas estruturas anatômicas de *C. sativus*, indicam sinais secundários de mudanças ocorridas ao nível do DNA e que podem ser identificados citogeneticamente, pois o desenvolvimento normal das células depende diretamente de processos de mitose e este é um processo contínuo em regiões meristemáticas vegetais (ANDRADE *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2018).

Estudos mais aprofundados sobre *S. cayennensis* em outras vertentes da botânica e da fitotecnia tornam-se importantes, pois podem elucidar e até aprofundar o conhecimento sobre esta espécie (KREMER *et al.*, 2018). As informações a nível citológico e fitotécnico podem proporcionar base para conhecimento suficiente para o uso de extratos em maiores concentrações (MAULI *et al.*, 2009; REZENDE *et al.*, 2016), que podem prejudicar o desenvolvimento de outras plantas daninhas, como tem-se demonstrado em alguns estudos com bioherbicidas oriundos de extratos vegetais (MOMINUL-ISLAM; KATO-NOGUCHI, 2014; LIMA *et al.*, 2016).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos cortes anatômicos de *C. sativus* quando submetidos em extratos alcoólicos de *S. cayennensis*, é possível constatar um aumento da espessura anatômica nas estruturas de caule e folha. Assim, para essa espécie, os extratos causam alterações anatômicas.

O uso de produtos naturais de plantas como *S. cayennensis*, que apresentam potencial uso como bioherbicidas, tem-se tornado objeto de estudo, sobretudo em condições de agricultura familiar e com interesse em produção agroecológica, seja para o uso direto ou como base para o desenvolvimento de novas moléculas ou até em práticas de manejo que reduzam ou eliminem o uso de herbicidas químicos.

O estudo aprofundado das potencialidades dessas plantas, especialmente daquelas que compõem a flora brasileira, torna-se uma importante estratégia economicamente para o futuro da agricultura podendo até contribuir para a sustentabilidade na agricultura do país.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T. V.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; AZEVEDO, A. A.; FERREIRA, R. S. Anati Quanti: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 649-659, 2007.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

- ANDRADE, L. F.; CAMPOS, J. M. S.; DAVIDE, L. C. Cytogenetic alterations induced by SPL (spent potliners) in meristematic cells of plant bioassays. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 71, n. 3, p. 706-710, 2008.
- BARBOSA, M. R.; SILVA, M. M. A.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 453-460, 2014.
- BARROSO, E. M. **Alelopatia e citogenotoxicidade de extratos de diferentes estruturas de *Garcinia brasiliensis* Mart. (Clusiaceae) em bioensaio com *Lactuca sativa* L.** 2014. 49f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2014.
- BLUM, U. **Plant-Plant allelopathic interactions: phenolic acids, crop cover and weed emergence.** London, Springer, Dordrecht, Heidelberg. 2011. 231p.
- BURG, I. C.; MAYER, P. H. **Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças.** 30ª ed. Francisco Beltrão: Grafit Gráfica e Editora Ltda, 2006. 153p.
- CAMPOS, J. M.; CARIBÉ, J. **Plantas que ajudam o homem: guia prático para a época atual.** São Paulo: Editora Pensamento, 1991. 321p.
- CHOU, C. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 5, p. 609-636, 1999.
- DA SILVA, M. A. P.; MEDEIROS FILHO, S.; DUARTE, A. E.; MOREIRA, F. J. C. Potencial alelopático de *Caryocar coriaceum* Wittm na germinação e crescimento inicial de plântulas de alface. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 13, n. 1, p. 16-24, 2014.
- DURLING, N. E.; CATCHPOLE, O. J.; GREY, J. B.; WEBBY, R. F.; MITCHELL, K. A.; FOO, L. Y.; PERRY, N. B. Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol-water mixtures. **Food and Chemistry**, v. 101, p. 1417-1424, 2007.
- EZ PLATFORM. **eZ Platform v1.7.0.** Disponível em: <https://ez.no/Blog/eZ-Platform-v1.7.0-is-here-with-long-term-support>. Acesso em: 24 fev. 2018.

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. spe., p. 175-204, 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 1, p. 23-28, 2009.

HESS, F. D. Herbicide effects on the cell cycle of meristematic plant cells. **Reviews of Weed Science**, v. 3, n. 2, p. 183-203, 1983.

INDERJIT, E. T.; NIELSEN, E. Bioassays and field studies for allelopathy in terrestrial plants: progress and problems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 22, n. 3, p. 221-238. 2003.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book, 1940. 523p.

LI, Z. H.; WANG, Q.; RUAN, X.; PAN, C. D.; JIANG, D. A. Phenolics and plant allelopathy. **Molecules**, v. 15, p. 8933-8952, 2010.

LIMA, J. P.; FELITO, R. A.; ROCHA, A. M.; FERREIRA, A. C. T.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C. Estudos preliminares com *Andropogon bicornis* visando seu uso no desenvolvimento de herbicida biológico. **Espacios**, v. 38, n. 22, p. 16-25, 2016.

LORENZI, H.; MATOS, V. C. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. 704p.

MAULI, M. M.; FORTES, A. M. T.; ROSA, D. M.; PICCOLO, G.; MARQUES, D. S.; CORSATO, J. M.; LESZCZYNSKI, R. Alelopatia de leucena sobre soja e plantas invasoras. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 55-62, 2009.

MOMINUL-ISLAM, A. K. M.; KATO-NOGUCHI, H. Plant growth inhibitory activity of medicinal plant *Hyptis suaveolens*: could allelopathy be a cause? **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 25, n. 9, p. 692-701, 2013.

PRATES, H. T.; PAES, J. M. V.; PIRES, N. M.; PEREIRA, I. A.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 909-914, 2001.

REIGOSA, M.; GOMES, A. S.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Allelopathic research in Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 4, p. 629-646, 2013.

REZENDE, G. J. C.; YAMASHITA, O. M.; BATISTÃO, A. C.; ROCHA, V. F.; GERVAZIO, W. Uso de extrato aquoso de repolho como herbicida natural. **Cultivando o Saber**, v. 9, n. 2, p. 125-136, 2016.

ROESER K. R. Die nadel der schwarzkiefer-massenprodukte und kunstwerk der natur. **Microkosmos**, v. 61, n. 1, p. 33-36, 1962.

SIGMAPLOT. **SigmaPlot**: exact graphs and data analysis. Disponível em: <http://www.sigmaplot.co.uk/products/sigmaplot/sigmaplot-details.php>. Acesso em: 24 fev. 2018.

SILVA, M. S. A.; YAMASHITA, O. M.; ROSSI, A. A. B.; CONCENÇO, G.; CARVALHO, M. A. C.; FELITO, R. A. Cytotoxic and genotoxic effects of *Macroptilium lathyroides*. **Planta Daninha**, v. 36, n. 1, p. 1-8, 2018.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 206p.

TEERARAK, M.; LAOSINWATTANA, C.; CHAROENYING, P. Evaluation of allelopathic, decomposition and cytogenetic activities of *Jasminum officinale* L. f. var. *grandiflorum* (L.) Kob.on bioassay plants. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 1, p. 5677-5684, 2010.

TESTA, B. **The metabolism of drugs and other xenobiotics**. New York: Academic Press, 1995. 475p.

WALLER, G. R. Introduction. *In*: MACIAS, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLER, H. G. (ed.). **Recent advances in allelopathy**. Cádiz: Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz, v. 1. 1999.

XUAN, T. D.; TERAQ, H.; MATSUO, M.; KHAN, T. D. Correlation between growth inhibitory exhibition and suspected allelochemicals (phenolic compounds) in the extract of alfafa (*Medicago sativa* L.). **Plant Production Science**, v. 6, n. 1, p. 165-171, 2003.

Recebido em: 01/03/2018

Aceito em: 06/03/2019