

Efeito fitotóxico do óleo volátil de *Cleome guianensis* Aubl. sobre o crescimento inicial de *Senna occidentalis* L.

VENTURA, A.C.S.S.*¹; da SILVA, C.B.¹; SIMIONATTO, E.²; BURCI, L.M.¹; de OLIVEIRA, M.¹; DALARMI, L.¹; MIGUEL, O.G.¹; MIGUEL, M.D.¹

¹Universidade Federal do Paraná, Departamento de Farmácia, Av. Lothario Meissner, 632, Curitiba-PR, 80210-170. ²Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Departamento de Química, Rua 275, Rua Emilio Mascoll, centro, Naviraí- MS, 79950-000, *Autor para correspondência: anaclarasans@gmail.com

RESUMO: Aleloquímicos são substâncias liberadas por certas espécies vegetais no ambiente que influenciam a germinação e o desenvolvimento de outras plantas. O objetivo desse estudo foi avaliar o potencial fitotóxico de *Cleome guianensis* Aubl., bem como determinar o grau de estresse oxidativo causado em *Senna occidentalis* L. Para isso, o óleo das folhas de *C. guianensis*, nas concentrações 0,5 µg/mL, 1,0 µg/mL, 2,5 µg/mL e 5,0 µg/mL, em solução de 5 ml foi testado em bioensaios de germinação e de crescimento da raiz primária e do hipocótilo de *S. occidentalis*. Os indivíduos de *S. occidentalis* foram macerados, homogeneizados e submetidos a ensaios de quantificação da catalase, peroxidase, SOD e de peroxidação lipídica. Os resultados indicam que todas as concentrações do óleo volátil causaram um efeito negativo sobre a germinação e crescimento de *S. occidentalis*. Na concentração 5,0 µg/mL, houve 56% de inibição da germinação e 83% de inibição de crescimento do hipocótilo. Ainda, o óleo aumentou a atividade das enzimas induzidas pelo estresse oxidativo catalase, peroxidase e superóxido dismutase (SOD). Quanto à peroxidação lipídica, o óleo nas concentrações 1,0 µg/mL, 2,5 µg/mL e 5,0 µg/mL aumentou a produção de malondialdeído. Sendo assim, conclui-se que *C. guianensis* apresenta aleloquímicos que influenciam na germinação e no crescimento de *S. occidentalis*, além de aumentar a atividade das enzimas catalase, peroxidase, SOD e a produção de malondialdeído em *S. occidentalis*. Dessa forma, sugere-se a realização de estudos sobre o perfil químico do óleo a fim de descobrir as substâncias responsáveis por tais resultados e consolidar o potencial fitotóxico de *C. guianensis*.

Palavras-chave: Alelopatia, bioherbicida, estresse oxidativo.

ABSTRACT: Phytotoxic effect of *Cleome guianensis* Aubl. on the initial growth of *Senna occidentalis* L. Allelochemicals inhibit the germination and growth of other plants. The purpose of this study was to assess the phytotoxic potential of *Cleome guianensis* Aubl., as well as determine the degree of oxidative stress caused in *Senna occidentalis* L. For this purpose, oil from the leaves of *C. guianensis* in concentrations of 0.5 µg/mL, 1.0 µg/mL, 2.5 µg/mL, and 5.0 µg/mL were tested in bioassays on the germination and growth of *S. occidentalis*. Specimens of *S. occidentalis* were macerated, homogenized, and submitted to catalase, peroxidase, superoxide dismutase (SOD), and lipid peroxidation quantification tests. Results showed that all concentrations of the volatile oil had a negative effect on *S. occidentalis* germination and growth. In the 5.0 µg/mL concentration, the oil inhibited 56% of germination and 83% of hypocotyl growth. In addition, the oil increased the activity of the enzymes induced by oxidative stress: catalase, peroxidase, and superoxide dismutase SOD. For lipid peroxidation, the oil in the 1.0 µg/mL, 2.5 µg/mL and 5.0 µg/mL concentrations increased the production of malondialdehyde. In addition, *C. guianensis* presents allelochemicals that influence the germination and growth of *S. occidentalis*, also enhancing activity of the catalase, peroxidase, and SOD enzymes, as well as malondialdehyde production in *S. occidentalis*. Hence, further studies of the chemical profile of this oil should be performed in order to discover which allelochemicals are responsible for these results and consolidate the phytotoxic potential of *C. guianensis*.

Keywords: allelopathy, bioherbicide, oxidative stress.

INTRODUÇÃO

Devido aos efeitos adversos decorrentes da utilização de herbicidas sintéticos, tais como a acumulação de resíduos tóxicos no ambiente, o desenvolvimento de resistência pela planta e as consequências indesejadas para os organismos não alvo (Jana & Biswas, 2011), muitos pesquisadores vêm priorizando estudos sobre agricultura sustentável, em busca de substâncias vegetais para serem utilizadas no controle de plantas daninhas (Dayan et al., 2009; Cantrell et al., 2012). Alguns metabólitos, majoritariamente provenientes do metabolismo secundário, liberados por espécies vegetais, denominados aleloquímicos, interferem na sobrevivência de outros vegetais no ambiente, influenciando no seu crescimento e induzindo, como defesa, o estresse oxidativo (Bogatek & Gniadzowska, 2007). Consequentemente, os aleloquímicos agregam potencial para utilização na agricultura. Muitos desses aleloquímicos são rapidamente biodegradados no ambiente, o que reduz o risco de a substância vir a ser fonte de contaminação (Jana & Biswas, 2011). No Brasil, estudos no controle de *Senna occidentalis* L., conhecida popularmente como “fedegoso” ou “mata-pasto”, residem no fato de que sementes dessa espécie apresentam um histórico de contaminação de plantações de forrageiras, ou seja, de plantas que servem como alimento para herbívoros. A ingestão de sementes de *S. occidentalis* por bovinos e aves leva a degeneração das suas fibras musculares, sendo, portanto, *S. occidentalis*, tóxica (Komer et al., 1994; Haraguchi et al., 1998).

Cleome é o maior gênero da família Cleomaceae, englobando 180 a 200 espécies (Aparadh et al., 2012) e a esse gênero pertence a espécie *Cleome guianensis* Aubl.. *C. guianensis* é uma erva ereta de 20 a 60 cm de altura, folhagens bem desenvolvidas e flores de cor amarelo claro, sendo encontrada em locais rochosos e sedimentares (Silva et al., 2009). Essa espécie é de ampla distribuição, está presente desde os Estados Unidos, encosta oeste do México, Guatemala, Cuba ocidental, Colômbia, Guiana Inglesa até o Brasil, onde é encontrada na região norte (Amazonas, Amapá, Pará, Roraima e Tocantins) na região nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe), na região Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso) e na região Sudeste (Minas Gerais) (Martius et al., 2005).

Estudos têm demonstrado os benefícios provenientes da utilização do gênero *Cleome* no âmbito da saúde (McNeil et al., 2010, 2012; Hashem, 2011; Narendhirakannan et al., 2007; Bbowankule et al., 2008; Devi et al., 2002; Dixit & Gupta, 2009; Motnal et al., 2011) e também evidenciado o seu

efeito fitotóxico (Jana & Biswas, 2011), porém nenhum dado a respeito da atividade fitotóxica da espécie *C. guianensis* foi postulado.

A importância do gênero *Cleome* no Brasil reside no fato de que folhas e raízes de suas espécies são utilizadas na medicina tradicional como estomáquicas e estimulantes do aparelho digestivo, eficazes na leucorréia. Externamente, utiliza-se o suco das folhas para a redução de otites supuradas e as raízes são eficazes no tratamento de bronquites asmáticas (Leal et al., 2007). No gênero *Cleome* são relatadas a presença de alcalóides (Delaveau et al. 1973), flavonóides (Sharaf et al., 1997; Mahmoud et al., 2003), fenoxicoumarina (Ramachandran, 1979), diterpenos cembranos (Collins et al., 2004), Esteróides glicosídeos (Srivastava, 1982), triterpenos dammaranos (Ahmed et al., 2001) e sais de amônio quaternários (Mc Lean et al., 1996).

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial fitotóxico do óleo volátil das folhas de *C. guianensis* sobre a espécie daninha *S. occidentalis*, por meio de ensaios sobre o crescimento inicial, além de determinar a ocorrência de alterações no estresse oxidativo de *S. occidentalis* como defesa devido à liberação de aleloquímicos por *C. guianensis*.

MATERIAL E MÉTODO

Folhas de *Cleome guianensis* Aubl. (Cleomaceae) foram coletadas em 12 de abril de 2011, as 8:35 h, no Vale do Urucum em Corumbá, MS, coordenadas 57°03'02,3" W e 19°01'04,7 S, e um exemplar foi incorporado no herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Voucher número 22853). As folhas coletadas foram submetidas a processos de hidrodestilação por quatro horas em aparelho do tipo Clevenger modificado, seguido pela extração exaustiva do destilado com hexano. Após a remoção do solvente, o rendimento do óleo bruto foi de 0,65% em relação ao material fresco.

Para o preparo das soluções, o óleo volátil foi emulsionado com Tween 80^a 1,0% e dissolvido em água destilada para a obtenção da solução estoque na concentração de 5 µg/mL. As demais concentrações (0,5; 1,0 e 2,5) foram preparadas por diluição. Como controle, foi utilizada uma solução de Tween 80 a 1,0%. Para os bioensaios de germinação, as placas de Petri (4,0 cm de diâmetro) contendo papel filtro Whatman nº 1,0, autoclavadas, receberam 5,0 mL de água destilada e 30 sementes de *S. occidentalis* distribuídas aleatoriamente, com quatro repetições para cada solução. Após a semeadura, 3,0 ml da solução de cada concentração do óleo foram distribuídos em dois papéis-filtro e

colados na tampa da placa evitando o contato direto com as sementes (Alves *et al.*, 2004). Neste ensaio de germinação e crescimento inicial, a semente não necessita de luz para germinar, tendo em vista que no processo germinativo a respiração é o processo que inclui gasto de energia para o crescimento inicial, não sendo a luz necessária para que ocorra a germinação. Como controle, procedimento similar foi utilizado, porém, com ausência das soluções contendo os óleos voláteis. As placas de Petri foram fechadas, envolvidas com filme plástico e levadas a uma câmara de germinação do tipo BOD, com condições de luz, umidade e temperatura constantes: 30°C e fotoperíodo de 12 horas (Brasil, 2009). Após sete dias de incubação, foi determinada a porcentagem de germinação e a porcentagem de crescimento da raiz primária e do hipocótilo. Em seguida, as plântulas foram utilizadas para a determinação do peso seco (Macias *et al.*, 2000).

Para a avaliação das enzimas envolvidas no estresse oxidativo, cerca de dez plântulas submetidas aos diferentes tratamentos foram maceradas em almofariz com nitrogênio líquido, e o pó resultante foi homogeneizado com tampão fosfato de Sódio, pH 7,0, 50 mM, contendo EDTA 2 mM e PVP 1,0% (Marques & Xavier-Filho, 1991). Os extratos foram centrifugados a 4.000 rpm e em seguida os sobrenadantes foram acondicionados em freezer a -18°C até o momento das análises. As preparações para a extração das enzimas foram realizadas a 4 °C.

A quantidade total de proteínas solúveis presentes nas plântulas submetidas a diferente concentração dos óleos voláteis foi determinada de acordo com Bradford (1976), onde concentrações de Albumina sérica bovina foram utilizadas como referência, sendo adicionado o reagente em 50 µl de extrato enzimático, e as leituras realizadas a 594 nm.

Para a avaliação do estresse oxidativo, foram realizados ensaios enzimáticos da catalase, peroxidase, peroxidação lipídica e superóxido dismutase. A atividade da catalase foi medida em um meio contendo 67 mM de tampão fosfato de potássio (pH 7,0), H₂O₂ (10 mM), e 0,1-0,4 mg de proteína do extrato enzimático. O consumo de H₂O₂ foi monitorado a 240 nm (ϵ , 0,036 mM⁻¹cm⁻¹) (Aebi, 1984).

A atividade da peroxidase (POD) foi medida em um meio contendo tampão fosfato de Potássio 25 mM (pH 6,8), H₂O₂ (10 mM) guaiacol (2,6 mM) e 0,1-0,4 mg de proteína do extrato enzimático. A formação de Tetraguaicol (ϵ , 25,5 mM⁻¹ cm⁻¹) foi monitorada a 470 nm (Pütter, 1974).

Atividade de superóxido dismutase (SOD) foi medida de acordo com Giannopolitis & Ries (1977). O meio continha tampão fosfato de potássio 50 mM (pH 7,8), L- metionina 6,5 mM, nitroblue

tetrazolium 150 µM, riboflavina 4 µM e 0,02-0,1 mg de proteína do extrato enzimático. A reação foi iniciada pela ativação de uma luz (20 W), iluminando o meio durante 20 minutos a 30° C. Uma unidade de atividade de SOD (U) foi definida como a quantidade de enzima necessária para causar uma inibição de 50% da taxa de fotorredução (NBT) a 560 nm, e os resultados foram expressos como unidades de SOD. µg. proteína⁻¹.

A peroxidação lipídica foi medida em um meio contendo 0,1% de ácido tricloroacético, 0,5% de ácido tiobarbitúrico e 0,1-0,4 mg de proteína do extrato enzimático (Gomes-Junior *et al.*, 2006). No momento da leitura, as amostras foram centrifugadas a 20.000 rpm durante 5 minutos e a absorbância do sobrenadante foi lida a 534 nm. A atividade foi expressa como porcentagem de MDA produzidos, medida do estímulo de peroxidação lipídica.

As atividades das enzimas foram calculadas segundo Bracht *et al.* (2003). Para cada uma das enzimas descritas foi acrescentado o extrato enzimático e os reagentes específicos para a atividade avaliada. A absorbância dessas amostras foi monitorada durante 0 a 9 minutos e em seguida foi plotado um gráfico para cada dosagem enzimática, para obtenção da variação da tangente [$\alpha \text{ tg} = \Delta A / \Delta t$] (onde: ΔA = a variação da absorbância; Δt = a variação do tempo em minutos). Após as leituras das absorbâncias das enzimas, a atividade foi calculada em $\mu\text{mol. min}^{-1}$ [Atividade ($\mu\text{mol min}^{-1}$) = vol de incubação x $\alpha \text{ tg}$ (min^{-1})/ ϵ = unidades de enzima] (onde: ϵ = Coeficiente de extinção molar da enzima).

Todos os ensaios foram realizados em triplicata, os dados foram submetidos à análise de variância e, quando os efeitos dos tratamentos mostraram-se significativos ($p < 0,05$) em relação ao controle, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnet.

Nos gráficos, os resultados são representados em porcentagem em relação ao controle, sendo que o zero representa o controle, valores positivos representam estímulo e valores negativos representam inibição (Macias *et al.*, 2006).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir dos bioensaios de germinação e crescimento inicial (Figura 1) demonstraram que os óleos voláteis das folhas de *C. guianensis* possuem ação fitotóxica sobre *S. occidentalis*, visto que a germinação (Figura 1a) das sementes dessa espécie se mostrou inibida em todas as concentrações testadas, com maior efeito para a concentração de 5,0 µg/mL (56% de inibição). Após sete dias de incubação com os óleos de *C. guianensis*, a raiz primária (Figura 1b) e o hipocótilo (Figura 1c) mostraram-se reduzidos,

com valores de inibição da raiz primária superiores a 50% para as concentrações de 1,0 µg/mL (54% de inibição); 2,5 µg/mL (61% de inibição) e 5,0 µg/mL (83% de inibição), e com valores de inibição do hipocótilo superiores ou iguais a 50% para as concentrações de 2,5 µg/mL (50% de inibição) e 5,0 µg/mL (57% de inibição). Sugere-se, dessa forma, que algum metabólito presente no óleo de *C. guianensis* pode ser responsabilizado por causar esse efeito negativo sobre o crescimento da raiz primária e do hipocótilo de *S. occidentalis*. Todas as concentrações afetaram o peso seco (Figura 1d) das plântulas de *S. occidentalis*, entretanto esse efeito inibitório não foi igual ou superior a 50%.

Outras espécies do gênero *Cleome* também já tiveram sua atividade alelopática comprovada. Jana & Biswas (2011) isolaram das raízes de *Cleome viscosa* o ácido lacto *nonanoico*, responsável pela ação inibitória dessa planta sobre sementes de arroz, mostarda e de grama. Da mesma forma, o extrato metanólico das vagens de *Cleome arabica* exerceu um potente efeito negativo na germinação das sementes de alface, bem como no crescimento dessas plântulas, devido a danos celulares na raiz

correlacionados a redução mitótica (Ladhari et al., 2014). Portanto, sugere-se que algumas espécies do gênero *Cleome* concorram pela sobrevivência no ambiente liberando aleloquímicos.

A análise do estresse oxidativo (Figura 2) demonstrou que as concentrações dos óleos voláteis de *C. guianensis* alteraram a atividade das enzimas antioxidantes estudadas em *S. occidentalis*. A atividade da catalase (Figura 2a) e peroxidase (Figura 2b) aumentou em função das concentrações dos óleos voláteis. A concentração de 5,0 µg/mL aumentou a atividade da catalase e peroxidase em 2,2 µmol.H₂O₂.min⁻¹ e 6,3 µmol.tetraguaiacol.min⁻¹, respectivamente. Embora a concentração de 0,5 µg/mL não tenha afetado a peroxidação lipídica (Figura 2c) em *S. occidentalis*, as concentrações de 1,0 µg/mL, 2,5 µg/mL e 5,0 µg/mL aumentaram a produção de malondialdeído, e este efeito pode ser decorrente da toxicidade. De maneira similar ao que ocorreu nos testes envolvendo as enzimas catalase e peroxidase, a enzima SOD (Figura 2d) se mostrou aumentada nos indivíduos de *S. occidentalis* em todas as concentrações do óleo volátil de *C. guianensis*. O maior valor para a atividade da enzima

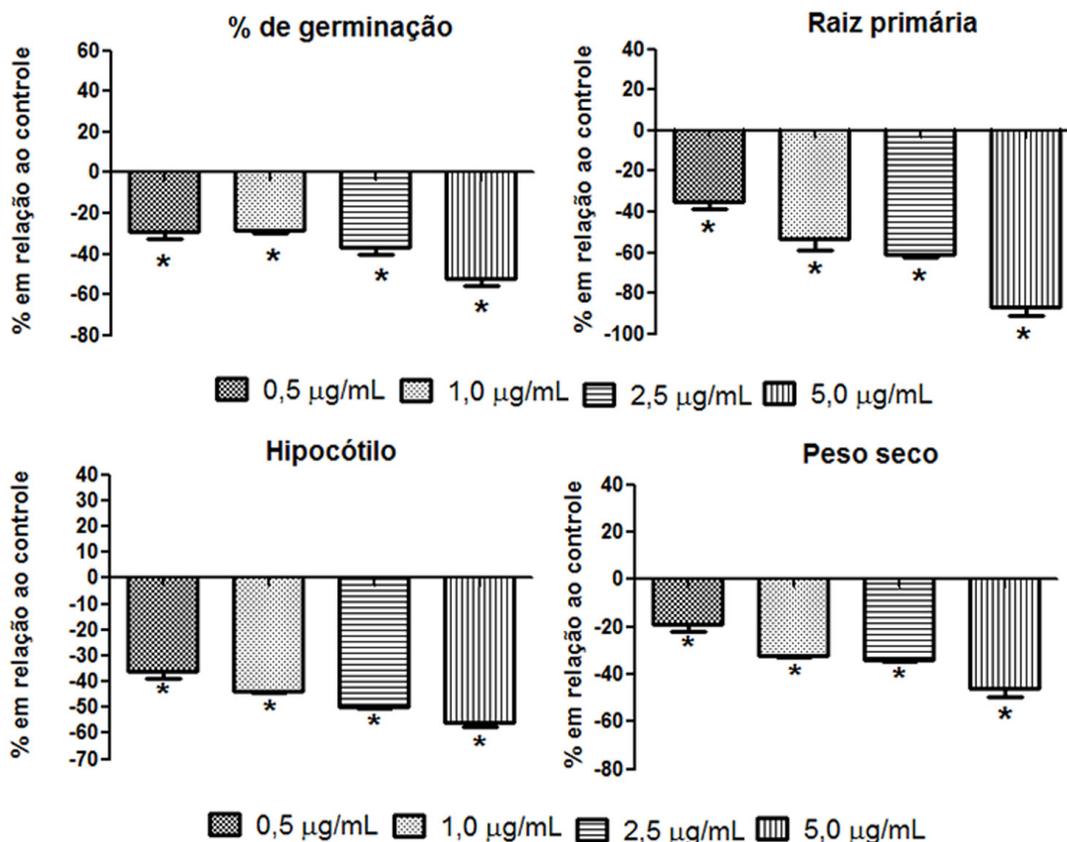


FIGURA 1. Efeito dos óleos voláteis de *C. guianensis* sobre o crescimento inicial de *S. occidentalis*. (a) porcentagem de germinação (b) raiz primária (c) hipocótilo (d) peso seco. Dados expressos em percentual em relação ao controle. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnet ($p < 0,05$).

SOD foi verificado para a concentração 5,0 $\mu\text{g/mL}$, datando 5,9 $\text{U}\cdot\text{mg}^{-1}$. O aumento da atividade das enzimas catalase, peroxidase, SOD e também da atividade de malondialdeído em *S. occidentalis* pode ser atribuído a ação de substâncias presentes no óleo de *C. guianensis*, responsáveis por estimular reação de defesa ao influenciar no estresse oxidativo de *S. occidentalis*.

Recentemente, foi sugerido que aleloquímicos influenciam no crescimento das plantas vizinhas devido a indução do estresse oxidativo (Bogatek & Gniazdowska, 2007). Porque, embora as reações de oxidação sejam cruciais para a vida, elas também podem ser danosas. Assim, as plantas mantêm um complexo sistema antioxidante composto por enzimas como glutatona redutase, ascorbato peroxidase, catalase, SOD e peroxidases, para eliminar radicais tóxicos produzidos durante o estresse oxidativo e manter-se viva durante exposição a condições adversas (Haribabu & Sudha, 2011).

Oracz et al, (2007), por exemplo, enfatizaram que o aumento da atividade enzimática do sistema antioxidante em sementes de mostarda submetidas

ao extrato de girassol não foi suficiente para protegê-las dos danos desencadeados pelas espécies reativas de oxigênio. A atividade de radicais livres e da catalase também se mostrou alterada nas raízes de tomate em contato com a espécie *Callicarpa accuminata* (Cruz-Ortega et al., 2002), bem como a atividade das enzimas glutatona redutase, SOD, ascorbato peroxidase, e peroxidase de *Lycopersicon esculentum* submetido a *Siyos deppei* (Lara-Nunez et al., 2006).

A composição dos óleos voláteis das espécies pertencentes ao gênero *Cleome* é bastante diversa e pouco se conhece a respeito das atividades exercidas especificamente por seus constituintes. O óleo das partes aéreas de *C. serrata* coletadas na Jamaica nos estudos de McNeil et al. (2012) apresentou 14 componentes, dentre os quais os mais abundantes foram (Z)-fitol (53,0%) e 2-tilhexil-ftalato (DEPH) (14,7%). Da mesma forma, (Z)- fitol foi o constituinte mais abundante presente no óleo extraído das partes aéreas de *C spinosa* da Jamaica, sendo responsável por 31,3% do óleo. No mesmo estudo, quando se extraiu o óleo somente das folhas dos indivíduos, o (Z)-fitol

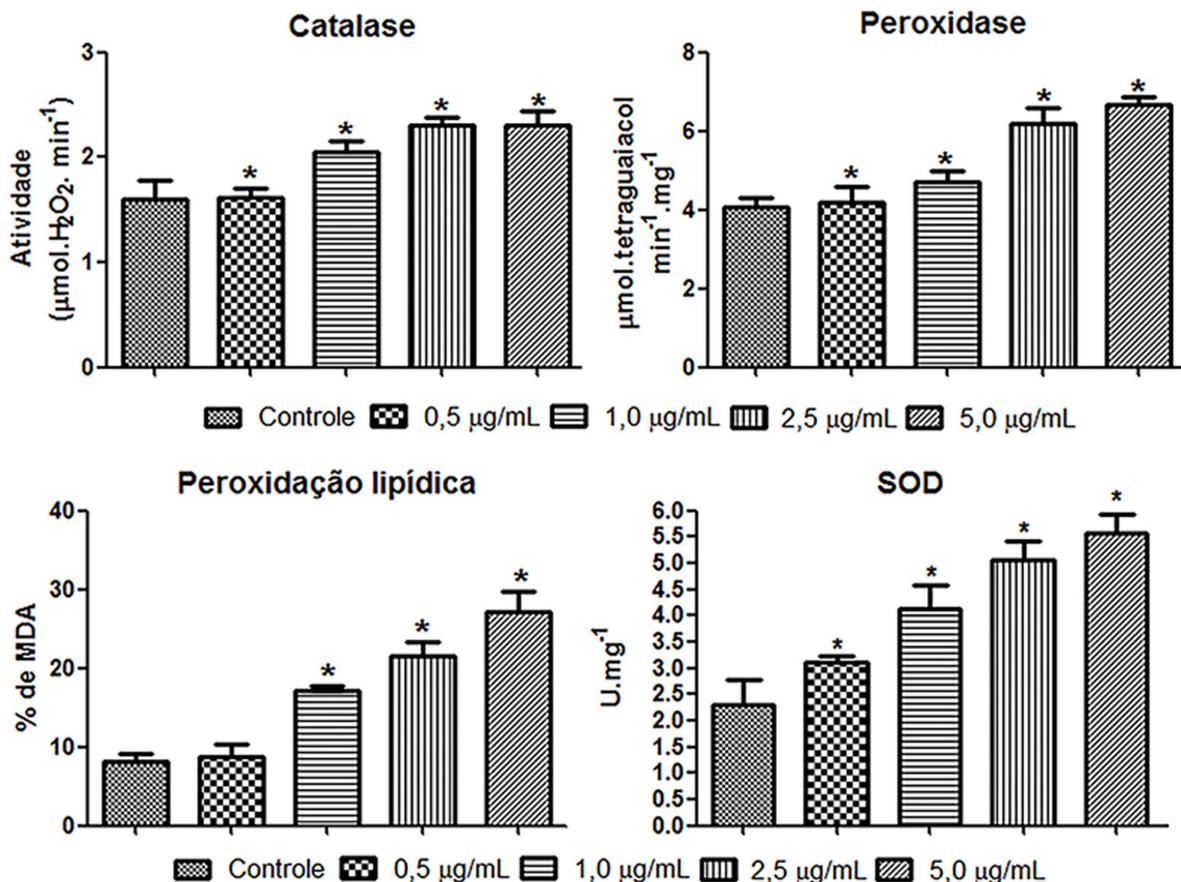


FIGURA 2. Efeito dos óleos voláteis de *C. guianensis* sobre o estresse oxidativo em plântulas de *S. occidentalis*. (a) Catalase (b) peroxidase (c) peroxidação lipídica (d) SOD. *A média do tratamento difere significativamente em comparação com a média do controle, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

ainda se manteve como o constituinte presente em maior quantidade (19,5%) (McNeil, 2010). Já o óleo essencial das partes aéreas de *C. brachycarpa*, coletadas no Irã, apresentou como componentes majoritários tunbergol (46,1%) seguido pelo alfaeudesmol (12,7%) (Rassouli & Dadras, 2014). Também do Irã, o óleo proveniente das partes aéreas de *C. coluteoides* apresentou como componentes majoritários piperitone (40,4%) e decanal (18,7%) (Mazloomifar et al., 2003).

Da mesma forma, é importante observar que, mesmo quando se considera o óleo de somente uma espécie, ocorre variação na sua composição dependendo do indivíduo analisado, pois muitos fatores, tais como variação geográfica, condições do ambiente (como irrigação, incidência de luz e tipo de solo), época de colheita, idade da planta, fatores genéticos e fisiológicos influenciam nesse aspecto.

CONCLUSÃO

O óleo das folhas de *C. guianensis*, interferiu na germinação e no crescimento inicial de *S. occidentalis*, além de aumentar a atividade das enzimas catalase, peroxidase e SOD envolvidas no combate ao estresse oxidativo. Sendo assim, o óleo das folhas de *C. guianensis* pode ser útil para o manejo dessa espécie daninha. Entretanto, são necessários estudos que demonstrem o perfil químico deste óleo volátil para auxiliar em bioensaios a fim de identificar substâncias presentes no óleo com potencial fitotóxico.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Capes, CNPq e FUNDECT, pela concessão de bolsas e auxílio financeiro na execução do projeto.

REFERÊNCIA

AEBI, H. Catalase in vitro. **Methods in Enzymology**, v. 105, p. 121-6, 1984.

AHMED, A. A. et al. Acetoxycycloamblyol A from *Cleome amblyocarpa*. **Journal of Natural Products**, v. 64, p. 106-7, 2001.

ALVES, M.D.C.S. et al. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1083-86, 2004.

APARADH, V.T. et al. Taxonomy and physiological studies in spider flower (cleome species): a critical review. **Plant Sciences Feed**, v. 2, n. 3, p. 25-46, 2012.

BBOWANKULE, D.U. et al. Modulation of inflammatory mediators by coumarinolignoids from *Cleome viscosa* in female swiss albino mice. **Inflammopharmacology**, v. 16, n. 2, p. 272-7, 2008.

BOGATEK, R.; GNIAZDOWSKA, A. ROS and

phytohormones in plant-plant allelopathic interaction. **Plant signaling and behavior**, v. 2, n. 4, p. 317-8, 2007.

BRACHT, A. et al. Enzimas. In: BRACHT, A.; ISHII-IWAMOTO, E.L. **Métodos de laboratório em Bioquímica**. 1. ed. Maringá: Manole, 2003, p. 103-137.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n. 1-2, p. 248-54, 1976.

BRASIL. **Regras para a Análise de Sementes**. 1. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 399 p.

CANTRELL, C.L. et al. Natural products as sources for new pesticides. **Journal of Natural Products**, v. 75, n. 6, p. 1231-42, 2012.

COLLINS, D.O. et al. New cembranes from *Cleome spinosa*. **Journal of Natural Products**, v. 67, p. 179-83, 2004.

CRUZ-ORTEGA R. et al. Allelochemical stress produced by aqueous leachate of *Callicarpa acuminata*: effects on roots of bean maize and tomato. **Physiologia Plantarum**, v. 116, p. 20-7, 2002.

DAYAN, F.E. et al. Natural products in crop protection. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 17, n. 12, p. 4022-34, 2009.

DELAVEREAU, P. et al. Alcaloïdes chez les Capparidaceae. **Phytochemistry**, v. 12, p. 2893-5, 1973.

DEVI, B.P. et al. Evaluation of anti-diarrheal activity of *Cleome viscosa* L. extract in rats. **Phytomedicine**, v. 9, n. 8, p. 739-42, 2002.

DIXIT, V.K.; GUPTA, N.K. Evaluation of hepatoprotective activity of *C. viscosa* Linn. extract. **Indian journal of pharmacology**, v. 9, n. 1, p. 36-40, 2009.

GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutases: I. occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, v. 59, n. 2, p. 309-14, 1977.

GOMES-JUNIOR, R.A. et al. Antioxidant metabolism of coffee cell suspension cultures in response to cadmium. **Chemosphere**, v. 65, n. 8, p. 1330-7, 2006.

HARAGUCHI, M. et al. Muscle degeneration in chicks caused by *Senna occidentalis* seeds. **Avian pathology journal of the W.V.P.A.**, v. 27, n. 4, p. 346-51, 1998.

HARIBABU, T.E.; SUDHA, P.N. Effect of heavy metals copper and cadmium exposure on the antioxidant properties of the plant *Cleome gynandra*. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, v. 1, n. 2, p. 80-7, 2011.

HASHEM, M. Antifungal properties of crude extracts of five egyptian medicinal plants against dermatophytes emerging fungi. **Mycopatologia**, v. 172, n. 1, p. 37-46, 2011.

IJANA, A.; BISWAS, S.M. Lactan nonanoic acid, a new substance from *Cleome viscosa* with allelopathic and antimicrobial properties. **Journal of biosciences**, v. 36, n. 1, p. 27-35, 2011.

KOMER, G.D. et al. Coffe senna (*S. occidentalis*) poisoning in cattle in Brazil. **Veterinary human toxicology**, v. 36, n. 65, p. 541-5, 1994.

LADHARI, T. et al. The impact of tunisian capparidaceae species on cytological, physiological and biochemical mechanisms in lettuce. **South African Journal of Botany**, v. 93, p. 222-30, 2014.

LARA-NUNEZ, A. et al. Allelochemical stress causes

- inhibition of growth and oxidative damage in *Lycopersicon esculentum* Mill. **Plant, Cell and Environment**, v. 29, p 2009-16, 2006.
- LEAL, R. S. et al. Perfil Etnobotânico de *Cleome spinosa* Jacq e *Pavonia varians* Moric. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 47., 2007, Natal. Meio digital. Natal: Associação Brasileira de Química, 2007. **Pôster**, 2007. n. 425.
- MACIAS, A.F. et al. Search for a standard phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 6, p. 2512-21, 2000.
- MACIAS A.F. et al. Sesquiterpene lactones as allelochemicals. **Journal of Natural Products**, v. 69, n. 5, p. 795-800, 2006.
- MAHMOUD, N. I.; GAMAL-ELDEEN, A. M. Potential Antioxidant Activity of Flavonoids from *Hypericum Triquetrifolium* Turra. And *Cleome Droserifolia* (Forssk). **Bulletin of the Pharmacy**, v. 41, p. 107-15, 2003.
- MARQUES, M.R.; XAVIER-FILHO, J. Enzymatic and inhibitory activities of cashew tree gum exudate. **Phytochemistry**, v. 30, n. 5, p. 1431-33, 1991.
- MARTIUS, C.F.P. von et al. **Flora Brasiliensis**. Online. Campinas: Centro de Referência em Informação Ambiental, 2005. Disponível em: <florabrasiliensis.cria.org.br/>. Acessado em abril de 2016.
- MAZLOOMIFAR, H. et al. Essential oil of *Cleome coluteoides* Boiss. from Iran. **Journal of Essential Oil Research**, v. 15, n. 5, p. 337-8, 2003.
- MCLEAN, W.F.H. et al. Quaternary Ammonium Compounds in the Capparaceae. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 24, p. 427-34, 1996.
- MCNEIL, M.J. et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from *Cleome spinosa*. **Natural products communication**, v. 5, n. 8, p. 2301-6, 2010.
- MCNEIL, R. et al. Chemical composition and biological activity of the essential oil from jamaican *Cleome serrata*. **Natural Products Communication**, v. 7, n. 9, p. 1231-2, 2012.
- MOTNAL, A.A. et al. Determination of bioactive markers in *C. droserifolia* using cell-based bioassays for antidiabetic activity and isolation of two novel active compounds. **Phytomedicine**, v. 19, n. 1, p. 38-41, 2011.
- NARENDRHIRAKANNAN, K.T. et al. Antiinflammatory and lysosomal stability actions of *C. gynandra* C. studied in adjuvant induced arthritic rats. **Food and chemical toxicology**, v. 45, n. 6, p. 1001-12, 2007.
- ORACZ, K. et al. Induction of oxidative stress by sunflower pytooxins in germinating mustard seeds. **Journal of Chemical Ecology**, v. 33, p. 251-64, 2007.
- PÜTTER, J. Peroxidases. In: BERGMAYER, H.U. **Methods of Enzymatic Analysis**. Waltham: Academic Press, 1974. p.685-90.
- RAMACHANDRAN, N.A.G. Cleosandrin, a novel 7-phenoxy coumarin from the seeds of *Cleome isosandra*. **Indian Journal of Chemistry**, v. 17B, p. 438-40, 1979.
- RASSOULI, E.; DADRAS, O.G. The essential oil composition of *Cleome brachycarpa* Vahl ex DC. **Journal of Essential Oil-bearing Plants**, v. 17, n. 1, p. 158-63, 2014.
- SHARAF, M. et al. Flavonoids of four *Cleome* and three *Capparis* species. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 25, p. 161-6, 1997.
- SILVA, K.A. et al. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n. 1, p. 100-10, 2009.
- SRIVASTAVA, S.D. Chemical Constituents of *Cleome Viscosa*. **Indian Journal of Chemistry: Section B – Organic Chemistry Including Medicinal Chemistry**, v. 21 B, p. 165-7, 1982.