

A ALELOPATIA AUMENTA O POTENCIAL INVASOR DE *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.?

Hellen Thayse Nascimento Araújo¹, Selma Freire de Brito², Charles Lobo Pinheiro³,
Sebastião Medeiros Filho⁴

¹ Mestranda em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (UFC)
(hellen.tna@hotmail.com)

² Doutora em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará
(UFC)

³ Doutorando em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

⁴ Professor Doutor do curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará – UFC,
Fortaleza, Ceará, Brasil.

Recebido em: 08/04/2017 – Aprovado em: 10/06/2017 – Publicado em: 20/06/2017
DOI: 10.18677/EnciBio_2017A1

RESUMO

A alelopatia é um dos mecanismos relacionados ao potencial invasor de espécies exóticas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade alelopática de compostos extraídos das folhas da espécie invasora *Cryptostegia madagascariensis* em espécies nativas do semiárido do Brasil. Foram utilizadas sementes das espécies nativas *Piptadenia stipulacea*, *Libidibia ferrea* e *Mimosa caesalpinifolia*; além da espécie bioindicadora *Lactuca sativa*. O trabalho foi realizado em condições de laboratório, sendo estudado ao todo quatro espécies e três extratos (controle, folhas frescas e folhas da serapilheira), com quatro repetições cada. Foram avaliados os efeitos sobre a germinação e no crescimento inicial das plântulas. Observou-se que *L. sativa* teve sua germinação e o crescimento das plântulas reduzido em cerca de 50% ou inibido na presença dos extratos. Para as espécies nativas os extratos tiveram efeito negativo apenas no crescimento das plântulas, reduzindo em 30% o crescimento da raiz de *M. caesalpinifolia* e *L. ferrea*. O extrato obtido de folhas frescas mostrou ter maior efeito alelopático, quando comparado com o da serapilheira. Portanto a produção de compostos com atividade alelopática pode aumentar o potencial invasor de *C. madagascariensis* afetando negativamente o crescimento das plântulas das espécies nativas *M. caesalpinifolia* e *L. ferrea*.

PALAVRAS-CHAVE: aleloquímicos, crescimento de plântulas, planta invasora.

A ALELOPATIA INCREASES THE INVASIVE POTENTIAL OF *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.?

ABSTRACT

Allelopathy is one of the mechanisms related to the invasive potential of exotic species. The objective of this work was to evaluate the allelopathic activity of compounds extracted from the leaves of the invasive species *Cryptostegia Madagascariensis* in native species of the Brazilian semi - arid region. Seeds of the native species *Piptadenia stipulacea*, *Libidibia ferrea* and *Mimosa caesalpinifolia* were used; Besides the bioindicator species *Lactuca sativa*. The work was carried out under laboratory conditions. Four species and three extracts (control, fresh leaves and leaves of the litter) were studied, with four replicates each. We evaluated the effects on germination and initial seedling growth. It was observed that *L. sativa* had its germination and seedling growth reduced by about 50% or inhibited in the presence of the extracts. For the native species, the extracts had a negative effect on seedling growth, reducing the root growth of *M. caesalpinifolia* and *L. ferrea* by 30%.The extract obtained from fresh leaves showed to have greater allelopathic effect when compared to that of litter. Therefore, the production of compounds with allelopathic activity may increase the invasive potential of *C. madagascariensis* and negatively affect seedling growth of native species of *M. caesalpinifolia* and *L. ferrea*. **KEYWORDS:** invasive plant, allelochemicals, seedling growth.

INTRODUÇÃO

O transporte de espécies exóticas entre as diferentes regiões vem aumentando, devido a introdução de forma acidental ou como resultado das atividades do homem (THEOHARIDES & DUKES, 2007). Como no caso da *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. (Apocynaceae), espécie nativa de Madagascar (África) (KLACKENBERG, 2001), introduzida no Brasil como espécie ornamental. Contudo, na região Nordeste se tornou uma invasora sendo conhecida como viuvinha-alegre, unha-de-bruxa ou trepadeira, que tem como característica a capacidade de estabelecer densas populações principalmente em áreas perturbadas, próximas aos rios e junto à palmeira nativa *Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore (SILVA et al., 2008; SOUSA et al., 2016).

C. madagascariensis escala as plantas próximas e produz uma densa cobertura sobre a copa, resultando em um intenso sombreamento capaz de causar a morte destas plantas (SILVA et al., 2008). Além disso, sob o dossel formado por esta invasora não são observados o recrutamento de novos indivíduos tanto de espécies nativas, quanto de plântulas da própria espécie. Assim, *C. madagascariensis* é capaz de inibir o estabelecimento de espécies nativas em áreas invadidas e reduzir a diversidade de espécies (SOUSA et al., 2016).

A redução da diversidade de espécies em áreas invadidas por *C. madagascariensis*, vêm sendo associada principalmente ao sombreamento (SOUSA et al., 2016), contudo também pode estar relacionado a liberação de compostos alelopáticos que aumentam o sucesso da sua invasão, reduzindo a diversidade de espécies nativas e assim a competição por recursos.

A liberação de compostos com atividade alelopática pode ajudar a explicar o potencial invasor de algumas espécies, que são capazes de formar grandes populações em áreas invadidas (HIERRO & CALLAWAY, 2003; GIORIA &

OSBORNE, 2014). Por isto, a alelopatia tem recebido cada vez mais atenção dentro dos estudos de invasão biológica (HIERRO & CALLAWAY, 2003; NEGI et al., 2016).

Assim, uma das explicações do sucesso de espécies exóticas invasoras está associado à alelopatia, já que as plantas da área invadida não co-evoluíram com a invasora, sendo mais facilmente afetadas por compostos liberados por estas espécies (CALLAWAY & RIDENOUR, 2004). Isto porque, os compostos alelopáticos liberados por espécies exóticas podem afetar negativamente as espécies nativas inibindo a sua germinação e o seu crescimento (HIERRO & CALLAWAY, 2003). Como consequência, pode ocorrer a redução da diversidade de espécies nativas ou da sua capacidade competitiva, o que torna o ambiente mais favorável a invasão (DAVIS et al., 2000).

Portanto, os estudos relacionados ao potencial invasor de espécies exóticas carecem do conhecimento a cerca de uma possível atividade alelopática (HIERRO & CALLAWAY, 2003). E por meio de estudos realizados em laboratório, pode ser comprovada a presença de compostos alelopáticos (WANG et al., 2016), gerando informações importantes que possam ser relacionadas com estudos de campo. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar a presença de compostos alelopáticos extraídos das folhas de *C. madagascariensis* e seu efeito na germinação e crescimento inicial de três espécies nativas do semiárido do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram selecionadas as espécies: *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, *Libidibia ferrea* (Mart.) L.P. Queiroz e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. Além destas, também foi utilizado a espécie agrícola *Lactuca sativa* L., espécie considerada bioindicadora de efeito alelopático.

As sementes das espécies nativas utilizadas no experimento foram coletadas entre os anos de 2013 e 2015, na Fazenda Experimental Vale do Curu (Latitude: 3°45'S; Longitude: 39°15'W), que pertence a Universidade Federal do Ceará - UFC. Após a coleta, os frutos foram transportados para o Laboratório de Análise de Sementes (LAS) - UFC, onde as sementes foram retiradas manualmente ou com auxílio de estilete. Em seguida, armazenadas em câmara com temperatura e umidade controladas (10°C e 60% de umidade), até serem utilizadas no experimento. As sementes de *L. sativa* foram adquiridas comercialmente.

O efeito alelopático de *C. madagascariensis* foi testado a partir de extratos preparados das folhas frescas e da serapilheira. As folhas foram escolhidas porque podem se dispersar por uma distância maior e normalmente podem ser encontrados aleloquímicos nestes órgãos (BUTCKO & JENSEN, 2002).

Os extratos aquosos foram preparados com I- folhas verdes colhidas direto da planta e II- folhas coletadas da serapilheira. O material vegetal foi coletado pela manhã, em áreas invadidas de pelo menos 10 indivíduos. As folhas frescas foram coletadas com o auxílio de uma tesoura de poda, sendo retidas apenas dos ramos posicionados em altura mediana em relação à planta e com folhas completamente saudáveis. As folhas da serapilheira foram coletadas na área da projeção da copa das plantas invasoras, coletando folhas de coloração marrom e da porção superior da serapilheira.

Após a coleta todo o material vegetal foi seco em estufa a 50°C, durante o período de dois dias, e posteriormente, preparados os extratos aquosos utilizando-se 10g de cada material (folhas frescas e da serapilheira) em 100 mL de água destilada, numa proporção de 1:10 massa/volume (concentração de 10%) de extrato

aquoso. Os aleloquímicos foram extraídos utilizando o método de maceração estática conforme SOARES & VIEIRA (2000). Para isto, os extratos foram mantidos a 25°C durante 24 horas em câmaras tipo B.O.D e em seguida filtrados em papel de filtro.

Previamente ao início dos experimentos as sementes de *M. caesalpinifolia* e *L. ferrea* passaram por um processo de quebra de dormência, em ácido sulfúrico conforme PASSOS et al. (2007) e AVELINO et al. (2012), respectivamente. Os testes de germinação foram realizados em câmaras de germinação tipo B.O.D. reguladas para 25°C, com fotoperíodo de 12 de luz/ 12 de escuro.

Foram utilizadas placa de Petri com duas folhas de papel Germitest®, umedecidas com os extratos ou com água destilada para o tratamento controle em uma proporção de 3 vezes o peso do papel (BRASIL, 2009). Assim foram utilizados três tratamentos (controle, folhas frescas e da serapilheira), aplicados as quatro espécies e quatro repetições para cada tratamento, por espécie teste, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Antes de serem levadas para a câmara de germinação as placas foram colocadas dentro de sacos plásticos transparentes para reduzir a perda de água por evaporação.

A avaliação da germinação foi realizada a cada 24h, durante 10 dias. O critério de germinação foi à emissão da radícula. Após cinco dias do início do experimento o substrato foi renovado. Para isto as sementes foram transferidas para novas placas de Petri com o mesmo substrato e quantidade de extrato já descrita, buscando assim manter uma umidade adequada. Ao final do experimento foi avaliado a germinação e o desenvolvimento das plântulas, através das seguintes variáveis: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962), frequência relativa de germinação (LABOURIAU & VALADARES, 1976), comprimento da raiz, da parte aérea e total das plântulas.

Os resultados obtidos foram analisados através de uma análise de variância, no esquema fatorial (4 espécies × 3 extratos). As variáveis que apresentaram diferença ao nível de 5% de significância, tiveram suas médias comparadas entre si pelo teste de Tukey. As médias foram apresentadas em gráficos de barra e distribuição de frequência para a frequência relativa de germinação. Todas as análises e os gráficos foram realizadas por meio do software estatístico SigmaPlot, versão 12.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de todas as variáveis analisadas apresentaram interação significativa ($p < 0,01$). Para a porcentagem de germinação os extratos testados mostraram efeitos negativos sobre a germinação de *L. sativa* ($p < 0,05$), independente da origem das folhas utilizadas para obter o extrato. Contudo, a germinação de *L. sativa* foi menor, apenas cerca de 15%, quando o extrato foi produzido a partir de folhas frescas (Figura 1a). Enquanto, para as espécies nativas estudadas a porcentagem de germinação não foi afetada pelos extratos testados ($p > 0,05$) (Figura 1a).

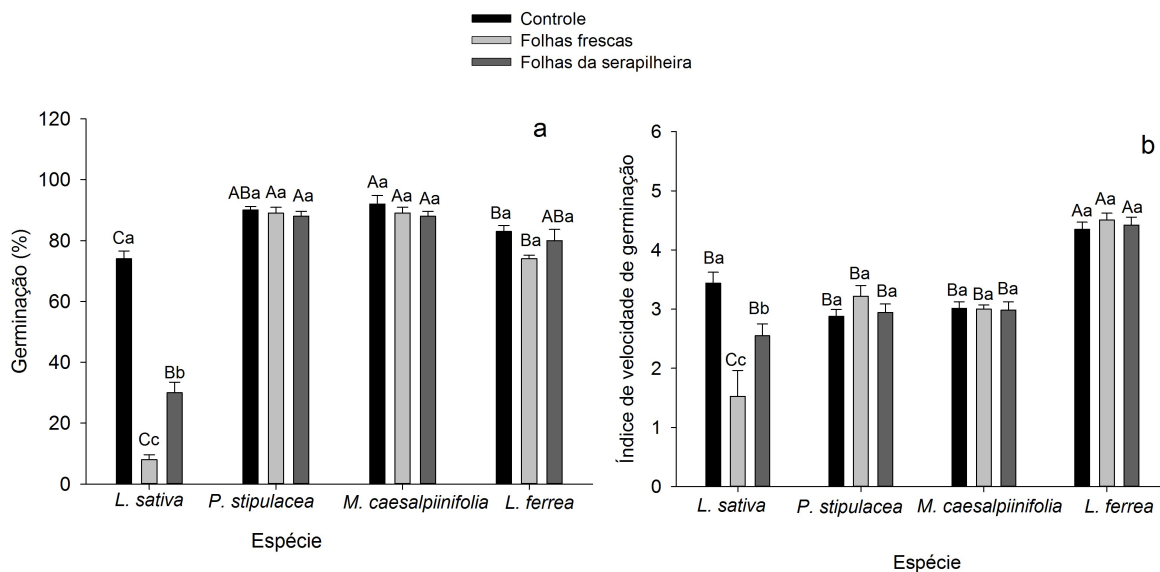


FIGURA 1. Germinação (%) (a) e índice de velocidade de germinação (b), de *Lactuca sativa*, *Piptadenia stipulacea*, *Mimosa caesalpiinifolia* e *Libidibia ferrea* sob efeito de extratos de *Cryptostegia madagascariensis*. Nas colunas são mostradas as médias e nas barras o erro. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula, na comparação entre as espécies, e minúscula, na comparação entre os extratos não diferem entre si.

O índice de velocidade de germinação das espécies nativas também não foi afetado pelos extratos testados ($p > 0,05$) (Figura 1b). Apenas para *L. sativa* os dois extratos avaliados tiveram efeitos negativos no índice de velocidade de germinação, passando de mais de 3 no tratamento controle para cerca de 1,5 no tratamento com extrato de folhas frescas ($p < 0,05$) (Figura 1b).

Foi observado que *C. madagascariensis* produz compostos capazes de interferir nas plantas nas condições estudadas. Isto porque os efeitos em *L. sativa* indicam a presença de composto alelopáticos nos extratos, que podem causar efeitos negativos sobre outras espécies, embora isso possa estar relacionado a maior sensibilidade da planta alvo. Compostos alelopáticos também foram identificados por FABRICANTE et al. (2013), na invasora *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton, que também é uma Apocynaceae. Os efeitos mais negativos de *C. madagascariensis* foram observados sobre a espécie agrícola bioindicadora *L. sativa*, demonstrando a sensibilidade desta espécie a presença de aleloquímicos (CORBETT & MORRISON, 2012; NEGI et al., 2016). Outros estudos também observaram que nem sempre os compostos alelopáticos interferem significativamente em todas as variáveis analisadas, podendo variar conforme a espécie, a origem e a concentração do extrato (PISULA & MEINERS, 2010; JANDOVÁ et al., 2015).

A frequência relativa de germinação de sementes de *L. sativa* foi maior no tratamento controle, enquanto para os tratamentos dos extratos de folhas a frequência foi muito baixa e distribuída no tempo, mostrando um atraso na germinação desta espécie. Em relação às espécies nativas, observamos que a frequência entre os tratamentos variou apenas para *P. stipulacea*. Nas espécies *M. caesalpiinifolia* e *L. ferrea* a frequência de germinação foi semelhante entre os tratamentos, com pico no terceiro e quinto dia, respectivamente (Figura 2).

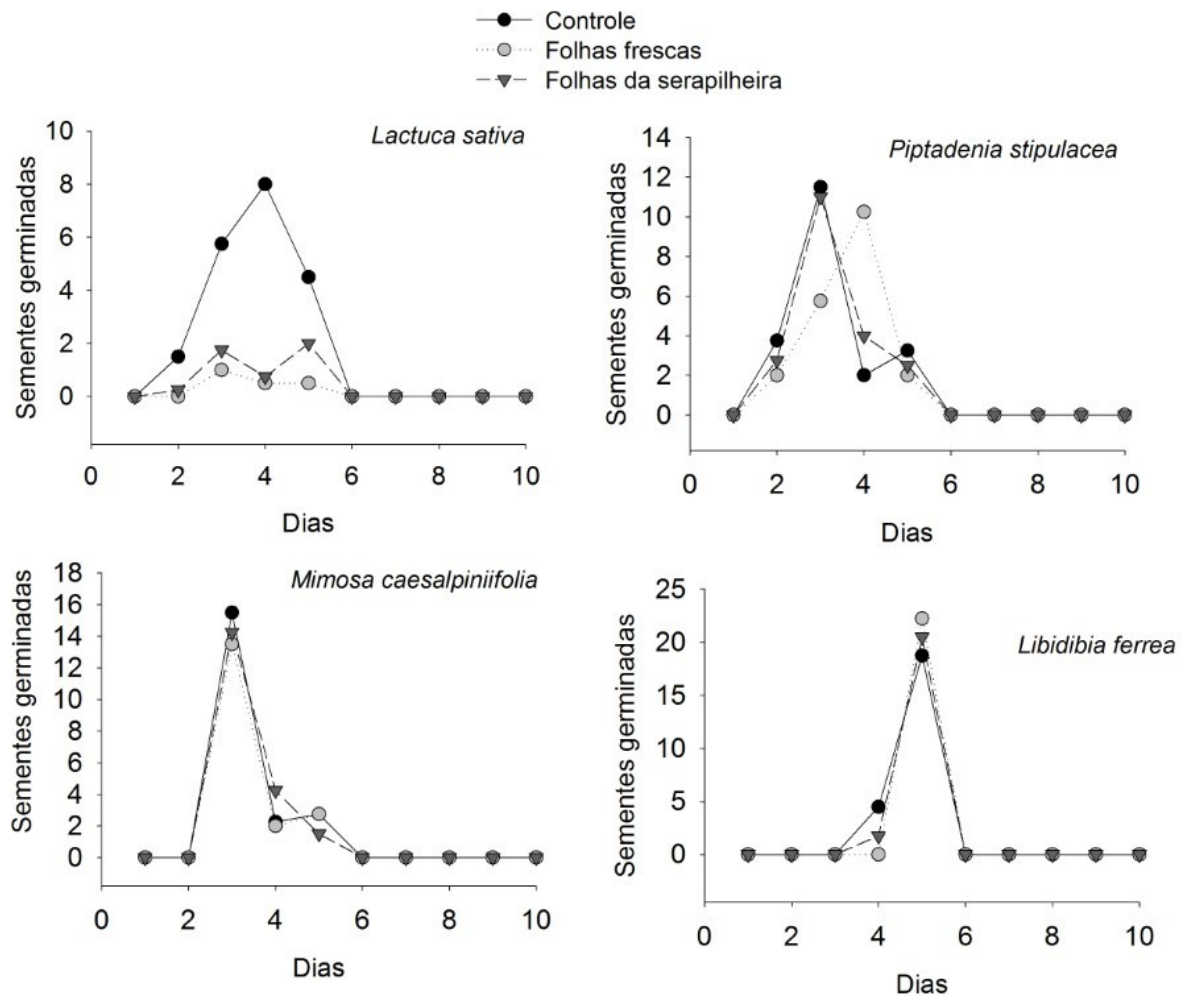


FIGURA 2. Frequência relativa de germinação de *Lactuca sativa*, *Piptadenia stipulacea*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Libidibia ferrea* sob efeito de extratos de *Cryptostegia madagascariensis*.

A atividade alelopática de *C. madagascariensis* na germinação foi observada principalmente através dos efeitos negativos em *L. sativa*. As sementes de *L. sativa* foram as mais sensíveis e as que sofreram maiores danos durante a germinação, conforme as variáveis analisadas, quando comparado com as outras espécies avaliadas. Outros estudos realizados para identificar a atividade alelopática de espécies invasoras, também têm utilizado *L. sativa* como espécie bioindicadora (CORBETT & MORRISON, 2012; WANG et al., 2016), devido a sua alta sensibilidade. Portanto, a redução de mais de 50% na germinação e a baixa frequência relativa no tempo de *L. sativa*, confirma a presença de aleloquímicos oriundos de *C. madagascariensis* com efeito negativo sobre estas variáveis.

O extrato de folhas frescas reduziu significativamente o comprimento da raiz de *L. sativa*, *M. caesalpinifolia* e *L. ferrea*. Enquanto, o extrato de serapilheira afetou apenas o crescimento da raiz de *L. sativa* (Figura 3a). Para o crescimento do caule, observamos que houve efeito negativo dos extratos para todas as espécies, a exceção de *P. stipulacea* (Figura 3b).

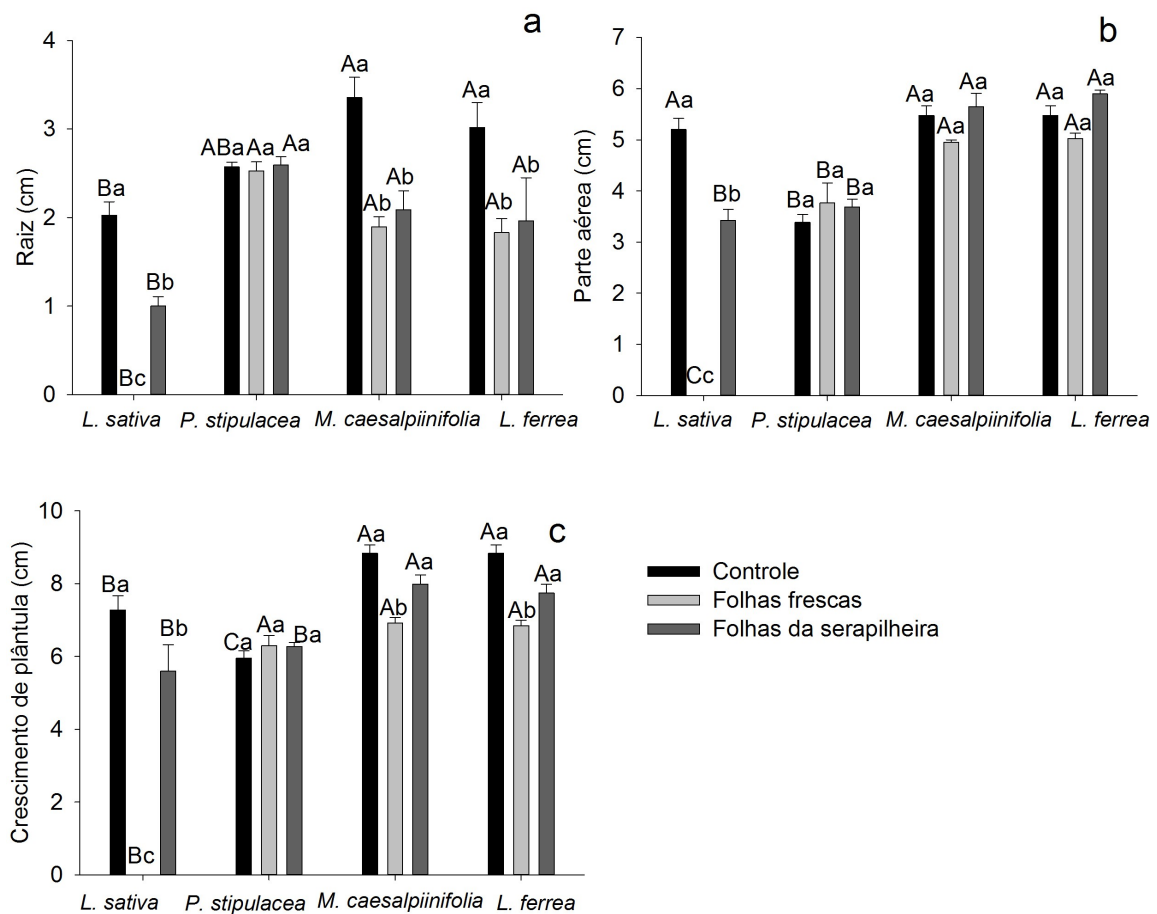


FIGURA 3. Crescimento da raiz (a), do caule (b) e da plântula (c) de *Lactuca sativa*, *Piptadenia stipulacea*, *Mimosa caesalpiinifolia* e *Libidibia ferrea* sob efeito de extratos de *Cryptostegia madagascariensis*. Nas colunas são mostradas as médias e nas barras o erro. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula, na comparação entre as espécies, e minúscula, na comparação entre os extratos não diferem entre si.

Em relação ao comprimento de plântula, foi observado que todas as espécies, a exceção da espécie nativa *P. stipulacea*, tiveram seu crescimento reduzido quando as plântulas cresceram na presença dos extratos testados ($p < 0,01$). Além disso, os resultados mostraram que o extrato preparado a partir de folhas frescas causou mais danos ao crescimento das plântulas (Figura 3c).

L. sativa foi à única espécie que chegou a ter o crescimento das plântulas completamente inibido, sendo que o extrato de folhas frescas causou danos mais severos quando comparado com o das folhas coletadas do chão. Mostrando que após a abscisão as folhas têm seu efeito alelopático reduzido.

O crescimento das plântulas de *L. sativa* pode ser mais sensível aos efeitos alelopáticos do que a germinação, conforme observado por FERREIRA et al. (2015), quando avaliaram os efeitos dos extratos de *Pterodon pubescens* Benth.. AGUILERA et al. (2015), usaram *L. sativa* para avaliar o efeito alelopático de diferentes partes da invasora *Acacia dealbata* Link e observaram efeito inibitório das diferentes partes desta planta, como flores e folhas. HUSSAIN et al. (2011), também observaram que *L. sativa* sofreu efeitos mais severos dos extratos da invasora *Acacia melanoxylon* R. Br., quando comparados com os observados nas outras espécies avaliadas.

Contudo, para as espécies nativas utilizadas neste estudo, os efeitos variam significativamente conforme a espécie e o tipo de extrato, sendo observados apenas efeitos no crescimento das plântulas. As espécies nativas *P. stipulacea*, *M. caesalpiinifolia* e *L. ferrea* ocorrem em áreas invadidas por *C. madagascariensis* (SOUSA et al., 2016), e os resultados mostraram que os extratos avaliados não afetaram a porcentagem e velocidade de germinação destas espécies. Porém, em relação ao crescimento das plântulas as espécies *M. caesalpiinifolia* e *L. ferrea* foram afetadas negativamente pela presença do extrato de folhas frescas de *C. madagascariensis*. Contudo, é necessário a avaliação de outras partes desta invasora, como raiz e flores, que também podem conter compostos que podem afetar outras etapas do estabelecimento destas espécies.

Segundo CHENG & CHENG (2015), os aleloquímicos podem alterar o conteúdo de reguladores de crescimento ou induzem desequilíbrios hormonais, resultado na redução do crescimento e desenvolvimento das plantas. Assim, a baixa ocorrência de espécies nativas nas áreas invadidas pode também ser influenciada tanto pelo sombreamento causado pelo estabelecimento desta invasora (SILVA et al., 2008) ou devido a interferência alelopática. Pois, embora não tenha havido efeitos negativo na germinação o desenvolvimento das plântulas foi afetado. Além do mais, o efeito alelopático pode variar conforme o material vegetal utilizado para obter os extratos e a época de coleta (AGUILERA et al., 2015).

Por fim, neste estudo são fornecidas evidências da atividade alelopática como um mecanismo associado à invasividade de *C. madagascariensis*. A avaliação de extratos aquosos indica ainda que este efeito possa ocorrer em condições naturais. São recomendados ainda mais estudos que investiguem outras partes de *C. madagascariensis*, como a raiz, outras formas de extração e o seu efeito em mais espécies nativas. Com isto, pode-se ter um conhecimento mais amplo de como os compostos alelopáticos desta invasora influenciam o seu potencial invasor.

CONCLUSÕES

Conclui-se que as folhas de *C. madagascariensis* produzem compostos com atividade alelopática, conforme efeitos observados na germinação e crescimento de *L. sativa*. Estes compostos também afetam negativamente o crescimento das espécies nativas *M. caesalpiinifolia* e *L. ferrea* durante a fase de plântulas.

REFERÊNCIAS

AGUILERA N.; BECERRA J.; VILLASEÑOR-PARADA, C.; LORENZO, P.; GONZÁLEZ L.; HERNÁNDEZ, V. Effects and identification of chemical compounds released from the invasive *Acacia dealbata* Link. **Chemistry and Ecology**, v. 31, n. 6, p. 479-493, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/02757540.2015.1050004>>. doi: 10.1080/02757540.2015.1050004

AVELINO, J. I.; RIBEIRO, M. C.; CHAVES, A. P.; RODRIGUES, G. S. O. Métodos de quebra de dormência em sementes de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea*), **Revista Verde**, v.7, n.1, p.102-106, 2012. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/853/pdf_374>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BUTCKO, V. M.; JENSEN, R. J. Evidence of tissue-specific allelopathic activity in *Euthamia graminifolia* and *Solidago canadensis* (Asteraceae). **American Midland Naturalist**, v. 148, n. 2, p. 253-262, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/232674672_Evidence_of_Tissue-specific_Allelopathic_Activity_in_Euthamia_graminifolia_and_Solidago_canadensis_Asteraceae> doi: 10.1674/0003-0031(2002)148[0253:EOTSAA]2.0.CO;2

CALLAWAY, R. M.; RIDENOUR, W. M. Novel weapons: a biochemically based hypothesis for invasive success and the evolution of increased competitive ability. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, p. 436-433, 2004. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/15409295\(2004\)002\[0436:NWISAT\]2.0.CO;2/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/15409295(2004)002[0436:NWISAT]2.0.CO;2/abstract)>. doi: 10.1890/1540-9295(2004)002[0436:NWISAT]2.0.CO;2

CHENG F.; CHENG, Z. Research Progression the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-16, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01020>>. doi: 10.3389/fpls.2015.01020

CORBETT, B. F.; MORRISON, J. A. The Allelopathic Potentials of the Non-Native Invasive Plant *Microstegium vimineum* and the Native *Ageratina altissima*: Two Dominant Species of the Eastern Forest Herb Layer. **Northeastern Naturalist**, v. 19, n. 2, p. 297-312, 2012. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1656/045.019.0211>>. doi: 10.1656/045.019.0211

DAVIS, M. A.; GRIME, J. P.; THOMPSON, K. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. **Journal of Ecology**, v. 88, n. 3, p. 528-534, 2000. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2745.2000.00473.x/abstract>>. doi: 10.1046/j.1365-2745.2000.00473.x

DOMING, M.; CIPOLLINI, D. Leaf and root extracts of the invasive shrub, *Lonicera maackii*, inhibit seed germination of three herbs with no autotoxic effect. **Plant Ecology**, v. 184, n. 2, p. 287-29, 2006. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-005-9073-4>>. doi: 10.1007/s11258-005-9073-4

FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, M. N. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Aspectos da ecologia de *Calotropis procera* (Apocynaceae) em uma área de Caatinga alterada pelas obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco em Mauriti, CE. **Rodriguésia**, v. 64, n. 3, p. 647-654, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602013000300015>>. doi: 10.1590/S2175-78602013000300015

FERREIRA, I. N. M.; GUIMARÃES, L. E.; CHAVES FILHO, J. T.; SILVA-NETO, C. M. O extrato de sucupira (*pterodon pubescens* benth.) é alelopático à plântulas de alface, girassol e braquiária?. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11 n. 22, p. 3756-3766,

2015. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_263>. doi: 10.18677

GIORIA, M.; OSBORNE, B. A. Resource competition in plant invasions: emerging patterns and research needs. **Functional Plant Ecology**, v. 5, p. 1-21, 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4179379/> >. doi: 10.3389/fpls.2014.00501

HEJDA, M.; PYŠEK, P.; JAROŠÍK, V. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 3, p. 393-403, 2009. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2745.2009.01480.x/abstract> >. doi: 10.1111/j.1365-2745.2009.01480.x

HIERRO, J. L.; CALLAWAY, R. M. Allelopathy and exotic plant invasion. **Plant and Soil**, v. 256, n. 1, p. 29-39, 2003. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026208327014>>. doi: 10.1023/A:1026208327014

HUSSAIN, M. I.; GONZÁLEZ, L.; REIGOSA, M. J. Allelopathic potential of *Acacia melanoxylon* on the germination and root growth of native species. **Weed Biology and Management**, v. 11, n. 1, p. 18-28, 2011. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1445-6664.2011.00401.x/abstract>>. doi: 10.1111/j.1445-6664.2011.00401.x

JANDOVÁ K.; DOSTÁL, P.; CAJTHAML, T. Searching for *Heracleum mantegazzianum* allelopathy in vitro and in a garden experiment. **Biological Invasions**, v. 17, n. 4, p. 987-1003, 2015. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-014-0771-5> >. doi: 10.1007/s10530-014-0771-5

KLACKENBERG, J. Revision of the genus *Cryptostegia* R. Br. (Apocynaceae, Periplocoideae). **Adansonia**, v. 23, n. 2, p. 205-218, 2001. Disponível em: < <http://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/a2001n2a3.pdf>>

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LORENZO, P.; PALOMERA-PÉREZ, A.; REIGOSA, M. J.; GONZÁLEZ, L. Allelopathic interference of invasive *Acacia dealbata* Link on the physiological parameters of native understory species. **Plant Ecology**, v. 212, n. 3, p. 403-412, 2011. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-010-9831-9>>. doi: 10.1007/s11258-010-9831-9

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MULLER, C.H. Allelopathy as a factor in ecological process. **Vegetatio**, v. 18, n. 1, p. 348-357, 1969. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00332847>>. doi: 10.1007/BF00332847

NEGI, A.; BATISH, D. R.; SINGH, H. P.; KOHLI, R. K. Allelopathic Effect of Leaves of Invasive tree *Broussonetia papyrifera* against some crop plants. **Annals of Plant Sciences**, v. 5, n. 1, p. 1261-1264, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/304528029_Allelopathic_Effect_of_Leaves_of_Invasive_tree_Broussonetia_papyrifera_against_some_crop_plants>. doi: 10.21746/aps.2016.01.003

PASSOS, M. A.; TAVARES, K. M. P.; ALVES, A. R. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 51-56, 2007. Disponível em: <<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=45>>

PISULA, N. L.; MEINERS, S. J. Relative allelopathic potential of invasive plant species in a young disturbed woodland. **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 137, n. 1, p. 81-87, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/250199755_Relative_allelopathic_potential_of_invasive_plant_species_in_a_young_disturbed_woodland_1>. doi: 10.3159/09-RA-040.1

RICCIARDI, A.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P.; LOCKWOOD, J. L. Progress toward understanding the ecological impacts of nonnative species. **Ecological Monographs** v. 83, n. 3, p. 263-282, 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/13-0183.1/abstract> >. doi: 10.1890/13-0183.1

SILVA, J. L.; BARRETO, R. W.; OLINTO, L.; PEREIRA, O. L. *Pseudocercospora cryptostegiae-madagascariensis* sp. nov. On *Cryptostegia madagascariensis*, na Exotic Vine Involved in Major Biological Invasions in Northeast Brazil. **Mycopathologia**, v. 166, n. 2, p. 87-91, 2008. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11046-008-9120-5>>. doi: 10.1007/s11046-008-9120-5

SINGH, H. P.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K. Autotoxicity: concept, organisms, and ecological significance. **Critical Reviews In Plants Sciences**, v. 18, p. 757-772, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/07352689991309478>>. doi: 10.1080/07352689991309478

SOARES, G. L. G.; VIEIRA, T. R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. "Grand Rapids") por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 180-197, 2000. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v7n%C3%BAnico/v7nunicoa20.pdf>>

SOUSA, F. Q.; ANDRADE, L. A.; XAVIER, K. R. F. *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.: impactos sobre a regeneração natural em fragmentos de caatinga. Agrária - **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, p. 39-45, 2016. Disponível em: <<http://agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?>

journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v11i1a5357> doi:
10.5039/agraria.v11i1a5357

THEOHARIDES, K. A.; DUKES, J. S. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. **New Phytologist**, v. 176, p. 256-273, 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2007.02207.x/abstract>>. doi: 10.1111/j.1469-8137.2007.02207.x

VAN DE VOORDE, T. F. J.; RUIJTEN, M.; VAN DER PUTTEN W. H.; BEZEMER, T. M. Can the negative plant-soil feedback of *Jacobaea vulgaris* be explained by autotoxicity? **Basic Applied Ecology**, v. 13, n. 6, p. 533-41, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2012.08.012>>. doi: 10.1016/j.baae.2012.08.012

WANG, C.; XIAO, H.; ZHAO, L.; LIU, J.; WANG, L.; ZHANG F.; SHI, Y.; DU, D. The allelopathic effects of invasive plant *Solidago canadensis* seed germination and growth of *Lactuca sativa* enhanced by different types of acid deposition. **Ecotoxicology**, v. 25, n. 3, p. 555-562, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10646-016-1614-1>>. Doi: 10.1007/s10646-016-1614-1