



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
RECURSOS NATURAIS

DANÚBIO LOPES DA SILVA

***Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton (APOCYNACEAE): ATIVIDADE
ALELOPÁTICA SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE
Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir (FABACEAE)**

CRATO – CE

2020

DANÚBIO LOPES DA SILVA

***Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton (APOCYNACEAE): ATIVIDADE
ALELOPÁTICA SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE
Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir (FABACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri – URCA, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Arlene Pessoa da Silva

Coorientadora: Dr^ª. Pâmela Lavor Rolim

CRATO – CE

2020

Silva, Danúbio Lopes da.

S586c *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton (APOCYNACEAE):
atividade alelopática sobre a germinação e desenvolvimento de *Mimosa
tenuiflora* (Willd.) Poir (FABACEAE)/ Danúbio Lopes da Silva.–
Crato – CE, 2020.

76p.; il.

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional
do Cariri – URCA

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dra. Pâmela Lavor Rolim

1. Análise fitoquímica, 2. Alelopatia, 3. Flor-de-seda, 3. Jurema-preta;
I. Título.

CDD: 615.32

DANÚBIO LOPES DA SILVA

***Calotropis procera* W.T. Aiton (APOCYNACEAE): ATIVIDADE ALELOPÁTICA
SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE *Mimosa tenuiflora*
(Willd.) Poir (FABACEAE)**

Dissertação submetida e aprovada pela banca examinadora em: 30/09/2020

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Maria Arlene Pessoa da Silva
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Orientadora)

Prof^ª. Dr^ª. Maria Iracema Bezerra Loiola
Universidade Federal do Ceará – UFC
(Membro Interno)

Prof^ª. Dr^ª. Sírléis Rodrigues Lacerda
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Suplente do Membro Interno)

Prof^ª. Dr^ª. Antônia Eliene Duarte
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Membro Externo)

Prof. Dr. Saulo Relison Tintino
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Suplente do Membro Externo)

*Dedico esse trabalho a Deus, a seu
Raimundo, meu pai, a dona
Edneuma, minha mãe e a Dannuza
minha irmã! Essa conquista
também é de vocês!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus. Louvado seja! Não tenho dúvidas que me ajudou a chegar até aqui. Gratidão pelas infinitas bênçãos que tem realizado em minha vida. Gratidão por cada dia que me permite viver!

Aos meus pais Raimundo Lopes da Silva e Edneuma Maria da Silva!

A meu pai, espelho e exemplo de fortaleza, de maneira especial por ter me ajudado na preparação do material para os testes.

A minha mãe por todo cuidado e dedicação para comigo até hoje e quem mais coopera para minha persistência!

A minha irmã, que é acima de tudo uma amiga e companheira de todas as horas, outro motivo para que eu nunca desista! Cantora e violonista que sou fã!

A vovô José Lopes (avô paterno) e vovó Maria Rita (avó materna) pelo legado que deixaram de força e coragem! Saudade de vocês!

A minha noiva Isabel Lima, uma mulher louvável, e que mais acredita e torce por tudo que faço!

A minha orientadora, a Prof^a. Dr^a. Maria Arlene Pessoa da Silva, por todo apoio e dedicação em orientar a minha pesquisa desde a graduação.

A Dr^a. Pâmela Lavor Rolim pela coorientação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais (PPGDR) e a Universidade Regional do Cariri (URCA) pela oferta do mestrado e também a todos os funcionários da coordenação, em especial a Francy.

À Banca Examinadora pelas contribuições para melhoria do trabalho!

Gratidão!

"9. Aprenda a tirar proveito das plantas da Caatinga, tais como a Maniçoba, a Favela, a Jurema, e tantas outras. Elas podem ajudar você a conviver com a seca."

(Os 10 Mandamentos do Padre Cícero)

RESUMO

Calotropis procera (Aiton) W.T. Aiton, nativa da África e Ásia, possui hoje uma ampla distribuição geográfica, se disseminando com muita facilidade por regiões áridas e semiáridas onde a dispersão é favorecida por suas sementes aladas envoltas por uma plumagem que facilita seu transporte para outras regiões, sendo comum na região Nordeste do Brasil. Sua introdução, em 1900, no Estado do Recife foi para uso como ornamental. Estudos comprovam suas potencialidades farmacológicas no tratamento de doenças e sua atividade alelopática em ambientes naturais, podendo interferir de forma negativa sobre espécies nativas e cultiváveis. As substâncias alelopáticas, ou aleloquímicos, são compostos que podem ser produzidos em qualquer parte da planta, cuja liberação para o ambiente pode ocorrer a partir de diferentes meios, como por lixiviação através dos tecidos, por volatilização, por decomposição de resíduo vegetal ou mesmo por exsudação radicular. Quando liberados em quantidade suficiente, pode causar um efeito prejudicial ou benéfico sobre a germinação, crescimento, desenvolvimento de outras plantas já estabelecidas, no entanto a maior ou menor extensão dessa ação é pouco conhecida em espécies de áreas de Caatinga a exemplo de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. nativa do Nordeste brasileiro, conhecida popularmente por jurema-preta, distribuída nos Estados do Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Dentro deste contexto o objetivo com este trabalho foi avaliar sua atividade alelopática sobre a germinação e crescimento de *M. tenuiflora*. Para tanto foi realizado experimento em casa de vegetação utilizando folhas senescentes de *C. procera*, sementes de *M. tenuiflora* e solo de Caatinga. Os parâmetros analisados foram: Número de Sementes Germinadas, Índice de Velocidade de Germinação, Comprimento do Caulículo e Comprimento da Radícula. Foi possível identificar influência negativa crescente das folhas em decomposição de *C. procera*, conforme aumento das concentrações do extrato utilizado nos tratamentos.

Palavras-chave: Análise fitoquímica; alelopatia; flor-de-seda; jurema-preta.

ABSTRACT

Calotropis procera (Aiton) W.T. Aiton, native to Africa and Asia, today has a wide geographical distribution, spreading very easily in arid and semi-arid regions where dispersion is favored by its winged seeds surrounded by plumage that facilitates its transport to other regions, being common in the Northeast region of Brazil. Its introduction, in 1900, in the State of Recife was for use as an ornamental. Studies proving its pharmacological potential in the treatment of diseases and its allelopathic activity in natural environments, which may interfere negatively on native and cultivable species. Allelopathic substances, or allelochemicals, are compounds that can be obtained in any part of the plant, whose release into the environment can occur through different means, such as by leaching through the tissues, by volatilization, by decomposition of plant waste or even by root exudation. When released in sufficient quantity, it can cause a harmful or beneficial effect on the germination, growth, development of other plants already established, however the greater or lesser extent of this action is little known in species from Caatinga areas such as *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. native to the Brazilian Northeast, popularly known as black jurema, distributed in the states of Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte and Sergipe. Within this context, the objective of this work was to evaluate its allelopathic activity on the germination and growth of *M. tenuiflora*. For this purpose, an experiment was carried out in a greenhouse using senescent leaves of *C. procera*, *M. tenuiflora* seeds and Caatinga soil. The parameters were: Number of Germinated Seeds, Germination Speed Index, Stem Length and Radicle Length. It was possible to justify the growing negative influence of the decomposing leaves of *C. procera*, according to the increase in the procedures extracted from the treatments.

Keywords: Phytochemical analysis; allelopathy; silk-flower; jurema-preta.

LISTA DE FIGURAS

2 Revisão de Literatura.....	14
Figura 1. <i>Calotropis procera</i> W.T. Aiton. Fonte: autor (2019).	18
Figura 2. <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir. Fonte: autor (2019).....	20
Manuscrito 2	54
Figura 1. Número de sementes germinadas de <i>Mimosa tenuiflora</i> submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de folhas de <i>Calotropis procera</i> no primeiro tempo de decomposição (90 dias).....	63
Figura 2. Número de sementes germinadas de <i>Mimosa tenuiflora</i> submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de folhas de <i>Calotropis procera</i> no segundo tempo de decomposição (180 dias).....	63
Figura 3. Índice de Velocidade de Germinação de sementes de <i>Mimosa tenuiflora</i> submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de <i>Calotropis procera</i> no primeiro tempo de decomposição (90 dias).	64
Figura 4. Índice de Velocidade de Germinação de sementes de <i>Mimosa tenuiflora</i> submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de <i>Calotropis procera</i> no segundo tempo de decomposição (180 dias).	65
Figura 5. Comprimento médio dos caulículos de <i>Mimosa tenuiflora</i> sobre o efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de <i>Calotropis procera</i> no primeiro tempo de decomposição (90 dias).....	66
Figura 6. Comprimento médio dos caulículos de <i>Mimosa tenuiflora</i> sobre o efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de <i>Calotropis procera</i> no segundo tempo de decomposição (180 dias).....	66
Figura 7. Comprimento médio das radículas de <i>Mimosa tenuiflora</i> sobre o efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de <i>Calotropis procera</i> no primeiro tempo de decomposição (90 dias).....	67
Figura 8. Comprimento médio das radículas de <i>Mimosa tenuiflora</i> sobre o efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de <i>Calotropis procera</i> no segundo tempo de decomposição (180 dias).....	68

LISTA DE TABELAS

Manuscrito 1	27
Tabela 1. Informações das atividades alelopáticas referidas para <i>Calotropis procera</i> W. T. Aiton	35
Tabela 2. Informações das atividades biológicas referidas para <i>Calotropis procera</i> W. T. Aiton.....	39
Manuscrito 2	45
Tabela 1. Análise de caracteres físico-químicos do solo de Caatinga nos dois tempos de decomposição foliar de <i>Calotropis procera</i>	61

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1 Introdução.....	12
1 Revisão de Literatura	14
2.1 Alelopatia.....	14
1.2 As Caatingas	16
1.3 Invasão biológica em ecossistemas.....	17
1.4 Espécies de estudo	18
1.4.1 <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Aiton	18
2.4.2 <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.....	19
3 Referências	21
Manuscrito 1	27
Introdução.....	29
Material e Métodos	31
Resultados e Discussão	32
Constituição química de <i>Calotropis procera</i>	32
Atividades alelopáticas e biológicas de <i>Calotropis procera</i>	34
Atividades alelopáticas de <i>Calotropis procera</i>	34
Atividades biológicas <i>in vitro</i> , <i>in vivo</i> e <i>ex vivo</i> de <i>Calotropis procera</i>	36
Conclusão	45
Referências	45
Manuscrito 2.....	54
Introdução.....	57

Material e métodos.....	58
Área de estudo	58
Coleta do material botânico e solo.....	58
Decomposição foliar	59
Testes físico-químicos do solo	59
Variáveis analisadas	60
Experimento de germinação e número de sementes germinadas	60
Índice de velocidade de germinação	60
Experimento de desenvolvimento.....	60
Análise estatística	61
Resultados e discussão	61
Testes físico-químicos do solo	61
Germinação de <i>Mimosa tenuiflora</i>	62
Índice de velocidade de germinação	64
Desenvolvimento de <i>Mimosa tenuiflora</i>	65
Comprimento do caulículo	65
Comprimento da radícula	67
Conclusão	70
Referências	70
Anexos.....	75

1. Introdução

Os aleloquímicos, substâncias responsáveis pela atividade alelopática dos vegetais, podem ser sintetizados em qualquer parte da planta, tais como, folhas, caules, raízes, casca, sementes, entre outras. Em condições diversas, os aleloquímicos são liberados no ambiente através dos processos de volatilização, exsudação radicular, decomposição e/ou lixiviação, podendo afetar o crescimento de plantas adjacentes (FORMAGIO et al., 2014).

Os aleloquímicos por vezes servem de defesa contra a ação de diversos microrganismos como fungos, vírus, bactérias, insetos e até mesmo agindo de forma negativa sobre outras plantas, atuando como inibidores no processo germinativo ou no desenvolvimento destas, a fim de evitar a competição, seja entre espécies nativas ou entre nativas e exóticas (SOUZA FILHO; TREZZI; INOUE, 2011).

Espécies exóticas são caracterizadas pela capacidade de habitar ambientes em que não ocorreriam de forma natural. Paralelamente, espécies exóticas invasoras, além de conseguirem sobreviver em novos ambientes, são capazes de gerar descendentes férteis e de colonizar novos ambientes (BLACKBURN et al., 2011). Da mesma forma, as espécies superdominantes, ou exóticas regionais, são nativas de um determinado ambiente, porém possuem capacidade de se comportar como espécies invasoras, crescendo e se reproduzindo de forma descontrolada, prejudicando outras espécies (MATOS; PIVELLO, 2009) além de contribuir com a descaracterização de ambientes naturais.

Coberturas mortas de algumas espécies quando em decomposição podem liberar aleloquímicos, que, por sua vez, exercem influência sobre a germinação e desenvolvimento de outras plantas (ZHANG et al., 2016). Os aleloquímicos resultantes da decomposição são encontrados próximos aos resíduos decompostos, desta forma os efeitos alelopáticos serão observados de acordo com o maior ou menor contato das raízes das plantas sobre o referido material (MOREIRA et al., 2016). Essa cobertura pode influenciar a densidade e a composição específica de comunidades naturais, acarretando em um desequilíbrio ambiental, uma vez que põe em risco a sobrevivência de espécies nativas dos diversos ambientes (CAMPIGLIA et al., 2010; RADICETTI et al., 2013; FAVARATO et al., 2014) a exemplo das Caatingas.

O bioma Caatinga ocupa uma área de aproximadamente 800.000 km² (70% de toda a região Nordeste), ocorrendo nos Estados do Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe, Rio Grande do Norte e uma pequena faixa no norte de Minas Gerais (LEITE; MACHADO, 2009). Possui uma vegetação predominantemente arbustivo-arbórea, com plantas de porte baixo, em torno de 4 a 7 m de altura, tendo como características: ramificações intensas, lignificação precoces, emaranhado de galhos, ramos com espinhos ou acúleos, e por vezes tricomas urticantes (PACHECO et al., 2017). Sendo um ambiente extremamente ameaçado pelas ações antrópicas, incluindo a introdução de espécies exóticas entre as quais *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton.

Calotropis procera, conhecida popularmente como flor-de-seda pertence à família Apocynaceae, apresenta ampla distribuição, sendo nativa do sudoeste da Ásia e da África é também observada na maior parte das regiões tropicais e semiáridas da América (FABRICANTE et al., 2013). No Nordeste brasileiro a espécie é facilmente encontrada, pois é adaptada a áreas com baixo índice pluviométrico, solos arenosos, pobres em nutrientes, ácidos e degradados (DIAS et al., 2018). E tem trazido inúmeros prejuízos aos ambientes naturais uma vez que compete diretamente com as espécies nativas.

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir., espécie nativa de Caatinga, conhecida popularmente por jurema-preta, pertencente à família Fabaceae é amplamente disseminada por áreas semiáridas do Brasil, ocorrendo nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (OLIVEIRA et al., 2014). Contribui para manutenção e equilíbrio do bioma ao qual pertence e é importante para a economia local uma vez que se presta a geração de energia a partir da sua biomassa e a produção e comercialização de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros (SILVA, 2018).

Dentro deste contexto se faz necessário um maior conhecimento sobre a influência de *C. procera* sobre espécies de Caatinga. Para tanto com este estudo o objetivo foi verificar a influência das folhas em decomposição de *Calotropis procera*, espécie exótica invasora de áreas de Caatinga, sobre a germinação e desenvolvimento de *Mimosa tenuiflora*, espécie nativa deste tipo vegetacional e identificar os compostos químicos existentes nas referidas folhas.

1 Revisão de Literatura

2.1 Alelopatia

Molisch em 1937 (*apud* RIZVI et al., 1992) foi pioneiro ao utilizar o termo alelopatia (do grego *allelon* = de um para o outro, *pathos* = sofrer) para definir a influência, benéfica ou maléfica, que determinado organismo exercia sobre outro, atribuindo tal efeito a ação de biomoléculas (aleloquímicos) produzidas pelos vegetais e lançadas no ambiente, seja na forma aquosa do solo, ou por substâncias gasosas volatilizadas no ar. Quase cinco décadas depois, Rice (1984) definiu a alelopatia como “qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”.

Na atualidade o conceito mais aceito é o adotado pela Sociedade Internacional de Alelopatia (SIA) que define tal fenômeno como, “ciência que estuda qualquer processo envolvendo, essencialmente, metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos” (MACIAS; GALINDO; MOLINILLO, 2000).

As substâncias alelopáticas, ou aleloquímicos, são compostos que podem ser metabolizados em qualquer parte da planta, e sua produção pode ser regulada por distintos fatores ambientais como, disponibilidade de água, luminosidade, nutrientes e temperatura (UHLMANN; OLIVEIRA; SANTOS, 2018). Tais compostos são encontrados principalmente nas folhas, caule, flores e raízes com sua concentração variando de espécie para espécie e entre indivíduos de uma mesma espécie, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e também do órgão produtor do composto (OLIVEIRA et al.; 2016).

A liberação dos aleloquímicos para o ambiente pode ocorrer a partir de diferentes meios, como por lixiviação através dos tecidos, por volatilização, por decomposição de resíduo vegetal ou mesmo por exsudação radicular. E quando liberados em quantidade suficiente, os aleloquímicos podem promover uma ação positiva ou negativa em relação a germinação, crescimento e desenvolvimento de outras plantas presentes no mesmo ambiente podendo afetar até mesmo microrganismos (UHLMANN; OLIVEIRA; SANTOS, 2018). Geralmente atuam atraindo, repelindo, nutrindo ou provocando toxicidade no desenvolvimento de outras espécies de plantas

(GOLDFARB et al., 2009). De fato, tais compostos ao serem liberados no ambiente acabam influenciando nos processos vitais de outras espécies através de processos fisiológicos (NEVES et al., 2019).

Na volatilização, os compostos voláteis são dissipados das flores, folhas, caules e/ou raízes e então, podem ser absorvidos por outras plantas. Esse mecanismo é o mais difícil de ser detectado, identificado e quantificado. Na lixiviação, aquelas substâncias que são solúveis em água, são lixiviadas pelo orvalho ou pela chuva, da parte aérea da planta, das raízes ou, mesmo, dos resíduos vegetais que estão em processo de decomposição no solo. Na exsudação radicular os aleloquímicos são liberados na rizosfera, atuando nas interações entre plantas e até mesmo em relação aos microrganismos. Já na decomposição, a liberação ocorre através da ação direta ou indireta dos microrganismos, sendo liberados compostos como os glicosídeos cianogênicos, ácidos fenólicos e flavonoides (SANTOS, 2012; FELIX, 2012).

A grande variedade de compostos químicos produzidos pelas plantas é dividida em dois grupos, o dos metabólitos primários e secundários. Os primários estão envolvidos no processo fundamental de sobrevivência e desenvolvimento da planta, enquanto os secundários estão envolvidos nos processos de competição e sobrevivência da espécie no ambiente. Os compostos secundários abrangem os terpenos, um grupo de lipídios, os compostos fenólicos e os alcaloides (ROCKENBACH et al., 2018).

Segundo Silva (2018), tais compostos secundários são originados do metabolismo da glicose, sendo o ácido chiquímico e o acetato os principais intermediários. Alguns desses metabólitos secundários, são resultado da combinação de uma unidade de ácido chiquímico e uma ou mais unidades de acetato ou derivados destes, como é o caso das antraquinonas, dos flavonoides e dos taninos condensados. Agrupados em diversas classes, os aleloquímicos ultrapassam o número de 10 mil, de acordo com suas características e raramente agem como fator isolado, no entanto o sinergismo juntamente com as condições do ambiente promove a interferência alelopática (PINTO, 2015).

Atualmente as pesquisas voltadas para a alelopatia envolvem também a análise fitoquímica, a qual possibilita verificar quais os constituintes presentes no vegetal responsáveis pela atividade alelopática observada (LORENZI; MATOS, 2012), além de comprovar as propriedades biológicas de tais constituintes químicos (SIMÕES; SPITZER, 2007).

1.2 As Caatingas

As Caatingas ocorrem exclusivamente no Brasil, sua área principal é localizada na região Nordeste, ocorrendo também em um pequeno trecho da região Sudeste (norte do estado de Minas Gerais) totalizando 734 mil km², o que equivale a cerca de 10% do território nacional (SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). Conta com um clima tropical quente e seco, tipo BSW'h, elevada evapotranspiração ao longo do ano e pluviosidade baixa e irregular. (SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). Os solos são sedimentares arenosos, pertencentes às associações de neossolos, luvisolos, argisolos e planossolos. São solos ácidos, pouco profundos, pedregosos, pouco permeáveis, ricos em bases trocáveis e com matéria orgânica menor que 1% (COSTA et al., 2009).

Este tipo vegetacional chama a atenção pela a multiplicidade das comunidades vegetais que apresenta. Suas espécies são reconhecidas pelas inúmeras estratégias de sobrevivência desenvolvidas ao longo dos tempos em resposta aos extensos períodos de estiagem. Para evitar a perda de água, muitas espécies perdem suas folhas nos períodos de estresse hídrico, renovando-as quando as chuvas chegam de uma forma rápida e promovendo uma mudança rápida na paisagem. Diversas ervas apresentam ciclos de vidas anuais, crescendo e florescendo no período das chuvas; os cactos e bromélias acumulam água em seus tecidos e há uma predominância de arbustos e arvoretas na paisagem. Além disso, existe na Caatinga uma grande quantidade de plantas endêmicas. Muitas comumente utilizadas pela população por suas propriedades terapêuticas (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018).

A flora da Caatinga é muito afetada pela ação antrópica, seja pela derrubada de árvores, ou a introdução de espécies exóticas invasoras gerando competição e afetando o desenvolvimento das espécies nativas no ambiente (DANTAS, 2018). Estudos apontam que 20% de espécies vegetais presentes no território brasileiro são exóticas e tal cenário desperta uma alerta junto à comunidade científica, devido as graves alterações ecológicas provocadas por tais plantas (DANTAS, 2018).

Portanto, o manejo inadequado dos recursos naturais e a supressão da vegetação nativa, na Caatinga, têm contribuído para a redução da sua biodiversidade, sendo estes uns dos principais fatores que fragilizam os ambientes naturais e diminuem, efetivamente, a diversidade natural presente no referido ambiente, comprometendo sua função ecológica e contribuindo para o estabelecimento de espécies exóticas invasoras,

já que as mesmas se utilizam de áreas perturbadas para se estabelecerem e posteriormente se expandirem, formando grandes populações que interferem na dinâmica funcional dos ambientes atingidos (SOUSA et al., 2017).

1.3 Invasão biológica em ecossistemas

A introdução accidental ou intencional de espécies em ambientes distintos de sua ocorrência natural é uma das principais ameaças à biodiversidade e às funções ecossistêmicas (ROCHA 2008; HERMOSO et al. 2011). A invasão biológica no Brasil é um fenômeno que já atinge praticamente todos os biomas e tem causado severos impactos negativos sobre a vegetação nativa e o funcionamento dos ecossistemas (ANDRADE, 2013).

As plantas exóticas invasoras são altamente eficientes na competição por recursos, podendo vir a causar sérios prejuízos ambientais e econômicos (DAEHLER, 2003). Estima-se que as perdas com as bioinvasões no mundo girem em torno de 1,4 trilhões de dólares anuais, o que representa cerca de 5% da economia global (SMA 2010).

Ao serem introduzidas, as espécies exóticas conseguem estabelecer populações autossustentáveis. Algumas dessas espécies tornam-se aptas a avançar sobre ambientes naturais e alterados, transformando-se em espécies exóticas invasoras (BLUM et al. 2008). Desta forma, uma exótica invasora é uma espécie introduzida que se propaga, sem o auxílio do homem, e passa a ameaçar ambientes fora do seu território de origem, causando impactos ambientais e socioeconômicos (PAGULE, 2016).

A introdução de espécies exóticas pode ser facilmente observada também, nos centros urbanos do Brasil, onde, por exemplo, árvores e arbustos exóticos têm sido amplamente utilizados no paisagismo (LEÃO et al., 2011). A frequente presença de espécies exóticas em centros urbanos funciona como um importante centro irradiador de invasões biológicas e pode ser considerada uma das principais causas de homogeneização biológica em escala global (OLIVEIRA NETO et al., 2014). E o impacto destas espécies pode promover efeitos sobre os indivíduos, na dinâmica populacional, na comunidade, e em processos ecossistêmicos e genéticos (MAGALHÃES; SILVA-FORSBERG 2016).

1.4 Espécies de estudo

1.4.1 *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton

Calotropis procera, conhecida popularmente por algodão de seda ou ciameira (Figura 1) é uma planta nativa da África e Ásia introduzida no Brasil por volta de 1900 em Recife, como planta ornamental (RANGEL; NASCIMENTO, 2011). Atualmente é encontrada em diversas regiões do país, predominando no Nordeste as maiores populações da espécie (FABRICANTE et al., 2013)



Figura 1. *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton. A) Detalhe do ramo com flores; B) Frutos; C) Látex
Fonte: autor (2019).

Calotropis procera é um arbusto de mais ou menos 2,5 m de altura, podendo atingir 6,0 m. Possui uma ou poucas hastes (caule) e poucos galhos. A casca é corticiforme, sulcada, de coloração cinza. As folhas são organizadas de forma oposta ao longo do caule, tendo o formato oblongoovaladas. As flores, dispostas em cachos, são

umbeliformes. Os frutos são intumescidos, obliquamente ovoides que racham quando maduros para liberar as sementes, de coloração marrom, com um penacho de fibras brancas no final. O florescimento e a frutificação ocorrem durante o ano todo e centenas a milhares de sementes podem ser produzidas por planta (FRANCIS, 2004). Se dissemina com muita facilidade por regiões áridas e semiáridas do Brasil, sua dispersão é favorecida por apresentar sementes aladas envoltas por uma plumagem que facilita seu transporte pelo vento (SOBRINHO et al., 2013). Além disso, é dotada de crescimento rápido, requerendo apenas 90 dias após sua germinação para alcançar altura superior à 50 cm e produzir suas primeiras flores (ANDRADE et al., 2005).

Essa espécie é invasora nas áreas de Caatingas de toda região Nordeste. Possui um intenso ritmo de dispersão e em pouco tempo torna-se de difícil erradicação, com grande capacidade de rebrota após o corte, grande capacidade de dispersão através do vento, tolerância a ambientes com baixa pluviosidade e sem grandes exigências em termos de solo (FERREIRA; GOMES, 1974).

2.4.2 *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.

Mimosa tenuiflora conhecida como jurema-preta (Figura 2) é uma planta da família Fabaceae, presente em todos os estados da região Nordeste e Minas Gerais nos domínios Caatinga e Cerrado (FLORA DO BRASIL, 2020). É uma espécie decídua, perde suas folhas no fim da estação chuvosa. Seu tronco é tortuoso e não atinge grandes diâmetros. É uma planta de pequeno porte, 5 a 7 m de altura. A presença de acúleos é uma característica da família, tanto nos galhos como no caule, sua casca é rugosa com fendas longitudinais pouco fibrosas, suas folhas são bipinadas e flores de cor amarelo esbranquiçada dispostas em espigas. O fruto é pequeno, tem formato de vagem, possuindo um tegumento fino e quebradiço quando maduro tardiamente deiscente, medindo de 2,5 a 5 cm de comprimento (MAIA, 2004).

Em quase todos os locais da Caatinga, jurema-preta é perenifólia ou caducifólia tardia, mantendo duas folhas nos primeiros meses do período da estiagem, possui uma copa arredondada, moderadamente densa e folhas compostas. Com relação à fenologia, a planta apresenta dormência durante a estação seca com a queda da folhagem (ARAÚJO FILHO, 2013).

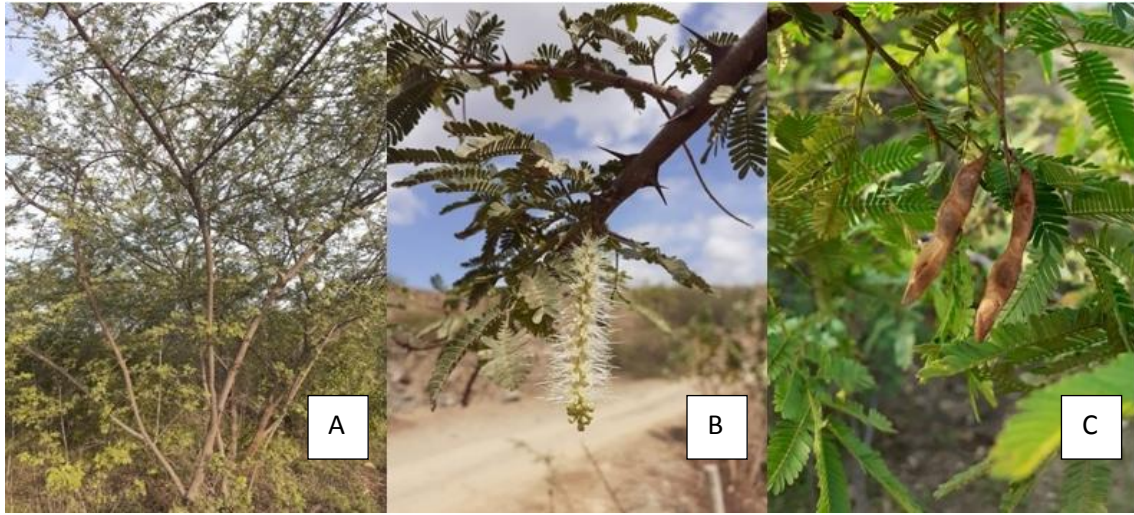


Figura 2. *Mimosa tenuiflora*(Willd.) Poir. A. Hábito. B. Inflorescência. C. Frutos. Fonte: autor (2019)

As suas folhas, quando jovens, apresentam coloração verde-amarelada a avermelhada e verde-intensa, de acordo com o seu desenvolvimento. Apresentam prefoliação conduplicada e são glabras, com pecíolo parcialmente longo, com coloração avermelhada. As folhas seguintes são alternadas, bicompostas paripenadas, sendo formadas por até sete pares de folíolos opostos (AZEVEDO; BRUNO; QUIRINO, 2014).

A floração acontece durante boa parte do ano, predominando na estação seca, a sua inflorescência é reunida em espigas, constituída por flores brancas, com tamanho pequeno e um suave perfume, fornecendo recursos florais, néctar e pólen para espécies como abelhas, vespas e outros insetos (SILVA et al., 2012).

Os frutos são do tipo craspédio articulado, seco e glabro, simples, muito curto e com pedúnculo lenhoso. Apresentam epicarpo glabro, com cor verde-avermelhada e uma superfície lisa, quando imaturos, e cor preta com superfície rugosa quando maduros. São deiscentes, com dispersão feita através da queda espontânea dos artículos que contêm as sementes no interior (AZEVEDO; BRUNO; QUIRINO, 2014).

As sementes apresentam formato arredondado achatado, com coloração castanho-clara e superfície lisa, com presença de pleurograma apical-mediano, com abertura na direção da micrópila e do hilo. A germinação do tipo epígea, e as plântulas desenvolvem-se inicialmente com um pequeno alongamento do hipocótilo e os cotilédones elevados acima do solo. Em seguida, a formação da primeira acontece após o vigésimo dia da sementeira, com o surgimento do epicótilo muito curto (AZEVEDO; BRUNO; QUIRINO, 2014).

Por ser uma espécie rústica, é capaz de desenvolver-se em solos degradados, sendo utilizada na ocupação inicial e secundária na recuperação dessas áreas devido a

presença de um sistema radicular profundo (AZEVEDO et al., 2012). O seu desenvolvimento é possível em terrenos com diferentes características, como solos alcalinos, solos pedregosos ou secos, solos com bom teor de umidade, solos com boa fertilidade (MAIA, 2004).

Na medicina popular, o pó da casca e as folhas são muito eficientes em tratamentos de queimaduras e problemas da pele. Tem efeito antimicrobiano, analgésico, regenerador de células, febrífugo e adstringente peitoral (SILVEIRA; MAIA; COELHO, 2012).

O caule dessa espécie por apresentar madeira muito resistente é utilizado como mourões, estacas e pontes, em pequenas construções e móveis rústicos. Fornece excelente lenha e carvão de alto valor energético (ALVAREZ et al., 2007). As folhas e vagens são procuradas pelo gado bovino, caprino e ovino, sendo um importante componente de suas dietas, especialmente pastejando as rebrotas mais jovens no início das chuvas, bem como as folhas e vagens secas durante o período de estiagem (PEREIRA FILHO et al., 2005).

3 Referências

ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, A. R. de; OLIVEIRA, V. M.N.; GARRIDO, M. A. Potencial energético de área conservada de caatinga em Petrolina-PE. In: Congresso Brasileiro Sobre Florestas Energéticas, Belo Horizonte. **Colombo: Embrapa Florestas**, v. 1. 2009.

ANDRADE, L.A. de. **Plantas Invasoras: espécies exóticas invasoras da Caatinga e ecossistemas associados**. Campina Grande: Epgraf, 2013.

ANDRADE, M.V.M.; SILVA, D.D.; ANDRADE, A.P.; MEDEIROS, A.N. & PINTO, M.S.C. Fenologia da *Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton., em função do sistema e da densidade de plantio. **Archivos de Zootecnia**, v. 54 n. 208, p. 632, 2005.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 200 p, 2013.

AZEVEDO, C. F.; BRUNO, R. L. A.; QUIRINO, Z. G. M. **Manual de frutos, sementes e plântulas de espécies arbóreas da Caatinga**. Brasília: Editora Kiron, p. 189, 2014.

AZEVEDO, S. M. A.; BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A.; FREIRE, A. L. O. Crescimento de plântulas de Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret em solos de áreas

degradadas da Caatinga. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 3, p. 150-160, 2012.

BLACKBURN, T. M.; PYSEK, P.; BACHER, S.; CARLTON, J. T.; DUNCAN, R. P.; JAROSIK, V.; WILSON, J. R. U.; RICHARDSON, D. M. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, p. 333-339, 2011.

BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista SBAU**, Piracicaba, v.3, n.2, p.78-97, 2008.

CAMPIGLIA, MANCINELLI; R. RADICETTI, E.; CAPORALI, F. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Crop Protection**, v. 29, n. 4, p. 354-363, 2010.

CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Frontiers in Plant Science**, v.6, n.1020, p. 1-16, 2015.

COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; ALVES, A. R.; MEDEIROS, G. R. Perspectivas de utilização da flor-de-seda (*Calotropis procera*) na produção animal. **Revista Caatinga**, v. 22, n.1, p. 276-285, 2009.

DAEHLER, C.C. Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: Implications for conservation and restoration. **Annual Reviews**, v. 34, p. 183-211, 2003.

DANTAS, S. G. **Potencial alelopático de folhas, caule e raiz de *Melia azedarach* em espécies de ocorrência na Caatinga**. 2018. 78f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias; Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2018.

DIAS, C. S.; SANTOS, L. H. T.; LIMA, J. C.; SOARES, A. B. L.; SANTOS, E. S. L.; CERQUEIRA-SILVA, C. B. M. Comparação de protocolos para extração de DNA genômico de *Calotropis procera* Ait. R. Br. (Apocynaceae: Asclepiadoideae). **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 13, p. 277 – 281, 2018.

FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, M. N. A.; FILHO, J. A. S. 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.

FAVARATO, L. F. GALVÃO J.C.C.; SOUZA J.L.; GUARÇONI R.C.; SOUZA C.M.; CUNHA D.N. Population density and weed infestation in organic no-tillage corn cropping system under different soil covers. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 739-746, 2014.

FELIX, R. A. Z. **Efeito alelopático de extratos de *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith sobre a germinação e emergência de plântulas**. 2012. 100f. Tese (Doutorado

em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências Botucatu, Universidade Estadual Paulista, SP, 2012.

FERREIRA, M. B.; GOMES, V. *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. uma invasora a ser estudada e controlada no estado de Minas Gerais. **Oreades**, UFV, v. 5, p. 68-74, 1974.

FORMAGIO, A. S. N.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.; MATOS, A. I. N.; VOLOBUFF, C. R. F. Potencial alelopático e antioxidantes de extratos vegetais. **Original Article**, v. 30, p. 629-638, 2014.

FRANCIS, J. K. **Wildland shrubs of the united states and its territories: Thamnic Descriptions. International Institute of Tropical Forestry.** U.S. Department of Agriculture. Forest Service, 2004.

GOLDFARB M.; PIMENTEL L. W.; PIMENTEL N. W. Allelopathy: relations in the agrosystems. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuaria**, v.3, n.1, p.23-28, 2009.

HERMOSO, V.; CLAVERO, M.; BLANCO-GARRIDO, F. & PRENDA, J. Invasive species and habitat degradation in Iberian streams: an analysis of their role in freshwater fish diversity loss. **Ecological Applications**, v. 21, n. 1, p. 175-188. 2011

LEITE, A.V; MACHADO, I. C. Biologia reprodutiva da “catingueira” (*Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 1, p.79-88, 2009.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 576p. 2012.

MACIAS, F. A.; CASTELLANO, D.; MOLINILLO, J. M. G. Search for a standard phitotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 48, p. 2512-2521. 2000.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 413p, 2004.

MATOS, D. M. S.; PIVELLO, V. R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 27-30, 2009.

MOLISCH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie.** Jena, Fischer. 1937.

MOREIRA, M. H. O.; ALMEIDA, G. R. R.; CUNHA, L. T.; QUEIROZ, R. L. Interações alelopáticas sobre o desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa*) cultivada em solo cafeeiro. **Revista da UIIPS**, v. 4 n. 4, p. 1-16, 2016.

NEVES, A. C.; JÚNIOR, E. S.; POZZO, D. M. D.; SCHAFFNER, R. A.; CRIPA, F. B.; SANTOS, R. F. Interferência alelopática de soja sobre a germinação de *Carthamus tinctorius*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 4, p. 615-626, 2019.

- OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; TORRES, S. B.; DIÓGENES, F. E. P. Allelopathy by extracts of Caatinga species on melon seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 557-566, 2016.
- OLIVEIRA, M. G. F.; SOUSA, F. A.; OLIVEIRA, K. R. M.; ALVINO, F. C. G.; GÓIS, D. S.; LOPES, K. P. Potencial alelopático de extratos aquosos de folhas de *Mimosa tenuiflora* e semente de *Achyrocline satureioides* sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 26-33, 2014.
- OLIVEIRA NETO, N. E.; FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. O problema das espécies arbóreas exóticas comercializadas nos viveiros florestais: Estudo de caso no município de Juiz de fora (MG). **Revista de Biologia Neotropical**, v. 11, n.1, p. 28-46, 2014.
- PACHECO, M. V.; FELIX, F. C.; MEDEIROS, J. A. D.; NUNES, S. L.; CASTRO, M. L. L.; LOPES, A. L. S.; SOUZA, W. M. A. T. Potencial alelopático dos extratos de folhas e frutos de *Pityrocarpa moniliformis* sobre a germinação de sementes de *Mimosa caesalpinhiifolia*. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 250 – 262, 2017.
- PAGULE, C. E. **Levantamento das espécies invasoras nas formações vegetais em zonas de ocorrência de fogo no Parque Nacional do Limpopo**. 2016. 81f. Dissertação (Mestrado em Maneio e Conservação da Biodiversidade) – Departamento de Engenharia Florestal; Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2016.
- PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; KAMALAK, A.; SILVA, A. M. A.; CEZAR, M. F. E.; BEELEN, P. M. G. Correlação entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret) tratada com hidróxido de sódio. **Livestock Research for Rural Development**, v.17, n.8, 2005.
- PINTO, E. N. F. **Efeitos Alelopáticos do Pau Pedra (*Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke) Sobre a Germinação e o Desenvolvimento da Alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2015. 65 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, 2015.
- RADICETTI, E.; MANCINELLI, R.; CAMPIGLIA, E. Impact of managing cover crop residues on the floristic composition and species diversity of the weed community of pepper crop (*Capsicum annuum* L.). **Crop Protection**, v. 44, p. 109-119, 2013.
- RANGEL, E. S.; NASCIMENTO M. T. Ocorrência de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.3, 2011.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2nd ed., New York, Academic Press, 1984.

RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, U.K.; RIZVI, V. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, H. (Eds.) *Allelopathy: Basic and applied aspects*. **Chapman & Hall**, p.1-10, 1992.

ROCHA, G.R.A. The introduction of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) into Brazilian inland waters: a growing threat. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 4, p. 693-696, 2008.

ROCKENBACH, A. P.; RIZZARDI, M. A.; NUNES, A. L.; BIANCHI, M. A.; CAVERZAN, A.; SCHNEIDER, T. Interferência entre plantas daninhas e a cultura: alterações no metabolismo secundário. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.17, n.1, p.59-70, 2018.

SANTOS, V. H. M. **Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes e plântulas de *Lactuca sativa***. 2012. 251f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Ecofisiologia) - Instituto de Biociências de Botucatu; Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2012.

SILVA, C. B. **Determinação do potencial alelopático e composição química de extratos vegetais da espécie *Croton Heliotropiifolius* Kunth no contole de *Bidens Pilosa* (L.) e *Digitaria Insularis* (L.) Fedde**. 2018. 93f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Centro de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2018.

SILVA, C. M.; SILVA, C. I. HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T.; FONSECA, V. L. I. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. 1ª ed. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão, p. 99, 2012.

SILVA, S. F.; COSTA, H. S. L.; VIANA, J. S.; FERREIRA, A. M. O.; PEREIRA D. S.; FILHO, S. M. Fitotoxicidade de plantas exóticas sobre o potencial fisiológico de sementes de espécies nativas da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 12, n. 2, p. 134-144, 2018.

SILVA, J. M.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Editora Springer, 2018.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de cascas de Jurema-preta no desenvolvimento inicial de alface. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 20-27, 2012.

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. **Óleos Voláteis. (Eds.) Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6ª ed. Porto Alegre, UFRGS; Florianópolis, UFSC. p.467-496. 2007.

SMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares, São Paulo. Espécies exóticas invasoras. **Cadernos da Mata Ciliar**, n.3, 2010.

SOUSA, F. Q.; ANDRADE, L. A.; SILVA, P. C. C.; SOUZA, B. C. Q.; XAVIER, K. R. F. Banco de sementes do solo de Caatinga invadida por *Cryptostegia*

madagascariensis Bojer ex Decne. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.2, p.220-226, 2017.

SOUZA FILHO, A.P.S.; TREZZI, M. M.; INOUE, M. H. Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas com atividade alelopática. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 709-716, 2011.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V.; Caatinga e desertificação. **Revista Mercator**. v. 14, n. 1., p.131-150, 2015.

UHLMANN, L. A. C.; OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, M. G. Efeitos alelopáticos de extratos vegetais de *Hancornia speciosa* Gomes, na germinação de *Lactuca sativa* L. **Revista Fitos**, v. 12, n. 2, p. 147-160, 2018.

ZHANG, S. Z.; LI, Y. H.; KONG, C. H.; XU, X. H. Interference of allelopathic wheat with different weeds. **Pest Management Science**, v. 72, n. 1, p. 172-178, 2016.

Manuscrito 1**Atividade alelopática e biológica de *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton, verdade ou mito segundo a literatura especializada**

Manuscrito submetido ao periódico Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Qualis CAPES B2 em Biodiversidade, em setembro de 2020.

RESUMO

As plantas através do seu metabolismo secundário sintetizam substâncias que ao serem liberadas no ambiente podem intervir negativamente ou positivamente sobre o desenvolvimento de outras, fenômeno esse denominado de alelopatia. Muitas espécies vegetais têm se destacado por seu potencial alelopático ou outras atividades biológicas, a exemplo de *Calotropis procera* W. T. Aiton (Apocynaceae) conhecida popularmente por flor-de-sedaou ciumeira. Planta nativa da África e Ásia foi introduzida no Brasil por volta de 1900, onde se naturalizou passando a ocupar áreas urbanas e ambientes naturais tornando-se dessa forma uma espécie com potencial invasor. Dentro deste contexto com este estudo objetivou-se através de uma minuciosa revisão de literatura confirmar ser verdade ou mito as potencialidades alelopáticas e biológicas atribuídas a *C. procera*. A pesquisa abrangeu trabalhos publicados nos últimos 10 anos nas principais bases científicas em ambiente virtual. Foram encontrados seis trabalhos em alelopatia e 49 sobre as atividades biológicas de *C. procera*. Em testes sobre a alelopatia a parte mais utilizada foi a folha com cinco citações seguida das flores com duas citações. Sobre as atividades biológicas, a parte mais utilizada foi o látex com 26 citações, seguida das folhas com 15 citações. Provavelmente os aleloquímicos, a exemplo dos ácidos fenólicos existentes nas folhas de *C. procera* são responsáveis pelos danos provocados aos processos germinativos e de desenvolvimento de outras espécies. As atividades biológicas, atribuídas a compostos produzidos em toda a planta, comprovam o quanto esta espécie é promissora na produção de novos fármacos os quais poderão ser usados no controle de doenças degenerativas, como o diabetes e o câncer.

Palavras-chave: Atividade alelopática, atividade biológica, flor deseda, constituição química, invasão biológica, revisão.

ABSTRACT

Plants, through their secondary metabolism, synthesize substances that, when released into the environment, can intervene negatively or positively on the development of others, a phenomenon called allelopathy. Many plant species have stood out for their allelopathic potential or other biological activities, such as *Calotropis procera* W. T. Aiton (Apocynaceae) popularly known as silk flower or jealous. A native plant from Africa and Asia was introduced in Brazil around 1900, where it became naturalized and started to occupy urban areas and natural environments, thus becoming a species with an invasive potential. Within this context, this study aimed to, through a thorough literature review, confirm that the allelopathic and biological potentials attributed to *C. procera* are true or myth. The research covered works published in the last 10 years in the main scientific bases in a virtual environment. Six studies were found on allelopathy and 49 on the biological activities of *C. procera*. In tests on allelopathy the most used part was the leaf with five quotes followed by flowers with two quotes. Regarding biological activities, the most used part was latex with 26 citations, followed by leaves with 15 citations. Probably allelochemicals, such as the phenolic acids found in the leaves of *C. procera*, are responsible for the damage caused to the germination and development processes of other species. The biological activities, attributed to compounds produced throughout the plant, prove how promising this species is in the production of new drugs which can be used to control degenerative diseases, such as diabetes and cancer.

Keywords: Allelopathic activity, biological activity, silk flower, chemical constituents, biological invasion, review.

INTRODUÇÃO

A alelopatia é um fenômeno biológico inerente aos compostos químicos produzidos pelos organismos vegetais quando liberados no ambiente, os quais atuam de forma positiva ou negativa na germinação, crescimento, desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de outros organismos (Cheng; Cheng, 2015).

Tais substâncias, produzidas pelo metabolismo secundário conhecidas por aleloquímicos, podem ser sintetizadas em qualquer parte da planta, (folhas, caules, raízes, casca, sementes, etc.) e, em condições ambientais favoráveis são liberadas no ambiente através de volatilização, exsudação radicular, decomposição e/ou lixiviação, podendo afetar de forma positiva ou negativa os processos germinativos e/ou

desenvolvimento de plantas adjacentes (Formagio *et al.*, 2014) e no combate a microrganismos (Uhlmann *et al.*, 2018). Geralmente atuam atraindo, repelindo, nutrindo ou provocando toxicidade no desenvolvimento de outras espécies de plantas, sendo que as influências causadas por essas substâncias podem ser tanto positivas quanto negativas ou ainda inibidoras ou estimulantes (Goldfarb *et al.*, 2009).

Os aleloquímicos são bastante utilizados na produção de inseticidas e fármacos sintéticos de interesse medicinal, considerando que a indústria farmacêutica nas últimas décadas tem buscado nos vegetais a solução para o crescente combate a inúmeras doenças (Almeida *et al.*, 2018).

Dentro deste contexto encontra-se *Calotropis procera* W.T. Aiton, popularmente conhecida como algodão-de-seda e ciameira, introduzida no Brasil, no estado de Recife, por volta de 1900, inicialmente com objetivos ornamentais e, posteriormente com fins medicinais no combate a diversas enfermidades (Rangel e Nascimento, 2011).

Nativa da África e Ásia, *C. procera* encontra-se amplamente distribuída, se disseminando com muita facilidade por regiões áridas e semiáridas onde a dispersão é favorecida por apresentar sementes aladas envolta por uma plumagem que facilita seu transporte pelo vento (Sobrinho *et al.*, 2013). No Brasil, a planta pode ser encontrada em diversas regiões, mas é no Nordeste que estão estabelecidas as grandes populações da espécie (Fabricante *et al.*, 2013).

Alguns trabalhos comprovam os efeitos fitotóxicos/alelopáticos de *C. procera* sobre a germinação e crescimento de plantas nativas e de várias culturas (Yasin *et al.*, 2012). Tais efeitos são atribuídos a diversos aleloquímicos a exemplo de flavonoides, triterpenos e esteroides (Gulzar e Siddiqui, 2017).

Calotropis procera tem sido intensamente pesquisada por suas propriedades farmacológicas e fitoterápicas, sendo utilizada no controle de diversas doenças,

principalmente em comunidades tradicionais, onde prevalece o conhecimento popular (Yasinet *et al.*, 2012). As cascas das raízes são usadas para diversos fins, incluindo arrefecimento da febre, malária e picada de cobra (Ghasemi *et al.*, 2012). Suas folhas e látex são utilizados para o tratamento de úlceras, tumores, doenças hepáticas, antiinflamatória, analgésica dentre outras finalidades terapêuticas (Costa *et al.*, 2015).

Calotropis procera é uma espécie exótica considerada invasora por proliferar com facilidade em diversos ambientes e produzir inúmeros metabólitos fitotóxicos, capazes de influenciar no desenvolvimento de outras espécies ao seu redor, sendo, portanto, uma espécie com grande impacto em ambientes naturais (Al-Zahrani e Alrobai, 2007).

Considerando as potencialidades dos princípios ativos e perturbação que *C. procera* pode causar nos locais onde ocorre, o objetivo com este trabalho realizar uma revisão de literatura acerca dos estudos abrangendo as atividades alelopáticas e biológicas inerentes a esta espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa bibliográfica foi realizada usando os bancos de dados, Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Science Direct* e PubMed, usando combinações de descritores: “*Calotropis procera*”, “*Calotropis procera* atividades alelopáticas” e “*Calotropis procera* atividades biológicas”. Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos originais de estudos que investigaram os efeitos farmacológicos, toxicológicos e alelopáticos de *Calotropis procera* publicados entre janeiro de 2009 e dezembro de 2019, escritos em inglês e português. A pesquisa primária identificou 73 artigos, dos quais 55 foram selecionados para análise final, seguindo os critérios de inclusão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DE *Calotropis procera*

As atividades biológicas de *C. procera* são inúmeras (anti-inflamatória, anti-diabetes, analgésica, entre outras), e os compostos responsáveis pelas mesmas podem ser encontrados em todas as partes da planta.

Ramos *et al.* (2009), Singhal & Kumar (2009), Silva *et al.* (2010), Kumar & Padhy (2011), Lima *et al.* (2012), Oliveira *et al.* (2012), Alencar *et al.* (2017), Nascimento *et al.* (2016) e Bezerra *et al.* (2017) ao analisarem o extrato aquoso do látex de *C. procera* encontraram poliisopreno e proteínas. Nos trabalhos de Lima-Filho *et al.* (2010), Freitas *et al.* (2012) e Harne *et al.* (2012) com o mesmo tipo de extrato, foram isoladas proteínas laticíferas. Bharti *et al.* (2010) e Moustafa *et al.* (2010), utilizando extratos alcoólicos e metanólicos do látex, encontraram compostos cardenóides, flavonoides, saponinas, glicosídeos, alcaloides, cumarinas, taninos e triterpenos

As folhas são estruturas onde se encontram diversos princípios ativos, sendo uma das partes da planta mais utilizada para descobertas de atividades terapêuticas (Angelo e Jorge, 2007). Nos trabalhos de Rahmatullah *et al.* (2009), Brito *et al.* 2010, Imosemi & Osinubi (2011), Nenaah (2013), Neto *et al.* (2013), Shobowale (2013) e Kazeemet. (2016) os extratos aquosos, metanólicos, alcóolicos, etanólicos e hexânicos das folhas de *C. procera* apresentaram em sua composição alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, esteróides, terpenóides, xantonas e compostos fenólicos.

Em pesquisas desenvolvidas por Tour e Talele (2011), Tsala *et al.* (2015) e Jameset *al.* (2013) com extratos de etanol, clorofórmico, alcóolico, butanol e acetato de

etila decasas do caule de *C. procera*, foram encontrados triterpenos, esteroides, saponinas, taninos alcaloides, flavonoides, proteínas e fenóis

Yadav *et al.* (2014) isolaram dos extratos de acetato de etila, metanólico e éter das raízes de *C. procera* alcaloides, flavonoides, taninos, compostos fenólicos, diterpenos, triterpenos, saponinas, esteróides.

Seiber (1982) identificou em extratos de *C. procera*: proteínas CP-P, procerasídeo A, frugosídeo, calotropina tratando-se esta última de um glicosídeo cardenolídeo característico da espécie suprarreferida. E Al-Taweel *et al.* (2017) detectaram em extratos etanólicos dos frutos de *C. procera* glicosídeos.

Os taninos, alcaloides e compostos fenólicos são citados na literatura por apresentarem grande capacidade de inibir a germinação e afetar o crescimento inicial de espécies receptoras em testes de alelopatia (Gomes *et al.*, 2013).

Os flavonoides são os compostos naturais mais presentes nas plantas, tais substâncias quando liberadas no ambiente por meio da alelopatia são capazes de promover a inibição da germinação e o crescimento de outras plantas (Franco *et al.*, 2016).

As saponinas e esteróides, podem interagir com as membranas celulares e afetar o processo de fotossíntese, entre outros efeitos negativos em espécies vegetais (Weir *et al.*, 2004) causando um efeito negativo sobre o desenvolvimento de plântulas.

ATIVIDADES ALELOPÁTICAS E BIOLÓGICAS DE *Calotropis procera*

ATIVIDADES ALELOPÁTICAS DE *Calotropis procera*

Em seis manuscritos foi atribuída a *C. procera* ação alelopática, sendo a folha a parte mais utilizada (Ghasemi *et al.*, 2012; Yasin *et al.*, 2012; Fabricante *et al.*, 2013; El-Khatib *et al.*, 2016), seguida pela flor (Abdel-Farid *et al.*, 2013) e fruto (Gulzar e Siddiqui, 2017) O extrato utilizado em todos foi o aquoso. Em todos os trabalhos pesquisados, os extratos de maiores concentrações de *C. procera* inibiram a germinação e o crescimento das espécies-alvo. Somente no trabalho de Gulzar e Siddiqui (2017) foi realizada a análise fitoquímica do extrato aquoso das folhas, cascas e flores, sendo encontrados ácidos fenólicos.

Pesquisas apontam que o extrato das folhas de *C. procera* comprovadamente inibiram a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas das mais variadas espécies a exemplo de *Cucumis sativus* L., *Lycopersicon esculentum* Mill. e *Solanum melongena* L (Ghasemi *et al.*, 2012). *Hordeum vulgare* L., *Triticum aestivum* L., *Cucumis sativus* L., *Trigonella foenum-graecum* L. e *Senna occidentalis* L. (Al-Zahrani e Al-Robai 2007); *Triticum aestivum* L. (Yasin *et al.*, 2012) nas quais o extrato das folhas apresentaram ação alelopática

Em um estudo de Abdel-Farid *et al.* (2013), extratos de flores de *C. procera* foram responsáveis pelos efeitos alelopáticos observados em *T. aestivum*, *B. napus* e *R. sativus* L, enquanto o extrato de frutos de *C. procera* foi o promotor desse efeito em *B. oleracea* L. (Gulzar e Siddiqui, 2017). Neste último caso, os autores atribuíram esse efeito à presença de ácidos fenólicos presentes nas frutas. Em consonância com isso, Srivastava *et al.* (2012) afirmam que os ácidos fenólicos são capazes de interferir no crescimento de outras espécies quando liberados no meio ambiente. (Tabela1).

TABELA 1. INFORMAÇÕES DAS ATIVIDADES ALELOPÁTICAS REFERIDAS PARA *Calotropis procera* (AITON) W. T. AITON

Parte utilizada	Tipo de extrato	Classes/Grupos encontrados	Atividade Alelopática	Citação
Folhas	Aquoso	-	Inibição da germinação e crescimento de <i>Cucumis sativus</i> , <i>Lycopersicon esculentum</i> e <i>Solanum melongena</i> .	GHASEMI et al., 2012
Folhas	Aquoso	-	Inibição da germinação e crescimento de <i>Triticum aestivum</i> .	YASIN et al., 2012
Folhas e flores	Aquoso	-	Inibição da germinação e crescimento de <i>Triticum aestivum</i> , <i>Raphanus sativus</i> , <i>Brassica napus</i> .	ABDEL-FARID et al., 2013
Folhas	Aquoso	-	Inibição da germinação e crescimento de <i>Lactuca sativa</i> .	FABRICANTE et al., 2013
Folhas	Aquoso	-	Inibição da germinação e crescimento de <i>Triticum aestivum</i> , <i>Cucumis stavius</i> , <i>Lycopersicum esculentum</i> .	EL-KHATIB et al., 2016
Folhas, flores e frutos	Aquoso	Ácidos fenólicos	Inibição da germinação e crescimento de <i>Brassica oleracea</i> .	GULZAR & SIDDIQUI, 2017

ATIVIDADES BIOLÓGICAS *IN VITRO*, *IN VIVO* E *EX VIVO* DE *Calotropis procera*

Foram encontrados 49 artigos nos bancos de dados sobre as atividades biológicas de *C. procera*. A parte da planta mais usada para estudos farmacológicos foi o látex (com 26 citações), seguida de partes da planta como folhas (com 15 citações), raízes, cascas das raízes, caule, cascas do caule e flores (duas citações cada) e fruto (apenas uma citação), ver Tabela 2. Em apenas cinco dos trabalhos pesquisados os autores não realizaram a análise fitoquímica dos extratos.

As atividades biológicas de *C. procera* são inúmeras, e os compostos responsáveis pelas mesmas podem ser encontrados em todas as partes da planta. Com destaque para atividade antibacteriana (Almeida *et al.*, 2018; Shaker *et al.*, 2010), anti-helmintico (Cavalcante *et al.*, 2016), anti-inflamatório (Bezerra *et al.*, 2017), analgésico e antipirético (Moustafa *et al.*, 2010), anticancerígeno (Magalhães *et al.*, 2010), imunológico (Nascimento *et al.*, 2016), antidiabético (Rahmatullah *et al.*, 2009; Yadav *et al.*, 2014), gastroprotetor (Bharti *et al.*, 2010), protetor hepático (Kumar e Padhy, 2011), protetor renal (Ramos *et al.*, 2009), antioxidante (Tsala *et al.*, 2015), anticonvulsivante (Lima *et al.*, 2012), antifúngica (Freitas *et al.*, 2020), cicatrizante e relaxante do músculo liso (Mali *et al.*, 2019).

Ramos *et al.* (2009), Singhal e Kumar (2009), Silva *et al.* (2010), Kumar e Padhy (2011), Lima *et al.* (2012), Oliveira *et al.* (2012), Alencar *et al.* (2017), Nascimento *et al.* (2016) e Bezerra *et al.* (2017) atribuíram ao látex de *C. procera* atividades anti-inflamatória em úlceras; doenças nos rins, fígado e baço; infecções bacterianas e atividades antinociceptiva. Lima-Filho *et al.* (2010), Freitas *et al.* (2012) e Harne *et al.* (2012)

detectaram ação anticancerígena em ratos para o mesmo tipo de extrato. Bharti *et al.* (2010) e Moustafa *et al.* (2010), utilizando extratos alcóolicos e metanólicos do látex, atribuíram aos mesmos, atividades purgativa, antipirética e analgésica, no combate à febre e problemas respiratórios.

Pesquisas desenvolvidas por Rahmatullah *et al.* (2009), Brito *et al.* 2010, Imosemi e Osinubi (2011), Nenaah (2013), Neto *et al.* (2013), Shobowale (2013) e Kazeem *et al.* (2016) os extratos das folhas de *C. procera* (aquosos, metanólicos, alcóolicos, etanólicos e hexânicos) apresentaram atividades anti-inflamatórias, antioxidantes, antidiabetes, antineurotoxinas e antitumoral, hepáticas, ulcerativa, neurológicas e anticancerígenas.

Já para o extrato etanólico do caule de *C. procera*, foi diagnosticada atividades antibacteriana contra *Escherichia coli* (Almeida *et al.*, 2018). Os extratos hexânico, diclorometanico, metanólico, acetato de etila e acetona foi detectada atividade anticancerígena em camundongos e ouriços do mar (Magalhães *et al.*, 2010).

Em pesquisas desenvolvidas por Tour e Talele (2011), Tsala *et al.* (2015) e James *et al.* (2013) com as cascas do caule de *C. procera* foram determinadas atividades anti-inflamatória, antifúngica, cicatrizante e antioxidante.

Yadav *et al.* (2014) determinaram para os extratos de acetato de etila, metanólico e éter das raízes de *C. procera* com atividades antioxidantes e antidiabetes. Patil *et al.* (2016) ao utilizarem extratos de cetona e metanol das raízes da referida espécie em células de humanos com colesterol, perceberam uma melhora em seus quadros clínicos. Já Samy *et al.* (2012) e Ibrahim *et al.* (2014) concluíram que os extratos aquosos, de acetato de etila e metanólico das cascas das raízes de *C. procera* testados em camundongos são eficientes no combate do câncer.

Abid *et al.* (2014) confirmaram que os extratos aquosos, de acetato de etila, hexânico e butanol das flores de *C. procera* possuem alta atividade antibacteriana no combate de *Alternaria alternate*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Bipolaris bicolor*, *Curvularia lunata*, *Penicillium expansum*, *Pseudomonas marginalis* e *Rhizoctonia solani*. Nos estudos realizados por Al-Taweel *et al.* (2017) ao analisarem os extratos etanólicos das flores, encontraram também compostos com atividade antiulcerativa e anticancerígena em ratos. E no estudo desenvolvido por Al-Taweel *et al.* (2017) em extratos etanólicos dos frutos de *C. procera* foram encontrados glicosídeos que tiveram atividades antiulcerativa, citotóxica e anticancerígena em ratos.

TABELA 2. INFORMAÇÕES DAS ATIVIDADES BIOLÓGICAS REFERIDAS PARA *Calotropis procera* (AITON) W. T. AITON

Parte utilizada	Tipo de extrato	Classes/Grupos encontrados	Atividade Biológica	Uso Local	Citação
Látex	Aquoso	Poliisopreno	Anti-inflamatória,	Rins, fígado	SINGHAL & KUMAR, 2009
Látex	Aquoso	Proteínas	Anti-inflamatória, antinociceptiva	Hanseníase, úlceras, tumores, doenças no fígado, rins, baço, abdômen e dor de dente.	RAMOS et al., 2009
Folhas	Metanólico Clorofórmio	-	Anti-diabetes, hipoglicemia, antioxidantes,	Diabetes	RAHMATULLAH et al., 2010
Látex	Álcoolico Etanólico	Cardenóides, flavonoides e saponinas, glicosídeos, alcaloides, cumarinas, taninos, triterpenos	Purgativo, anti-helmíntico, antipirético, analgésico	Problemas respiratórios	MOUSTAFA et al., 2010
Látex	Aquoso	Proteínas laticíferas	Anti-inflamatória, antinociceptiva, anticâncer	Inflamações, infecções,	LIMA-FILHO et al., 2010
Látex	Metanólico	Alcaloides, terpenos, flavanóides, quercetina, sitosterol, amyrina e lupeol.	Anti-inflamatório	Úlceras gástricas	BHARTI et al., 2010
Folhas e látex	Hexânico, acetato de etila,	Flavonas, flavonóis, xantonas, flavononóis,	Anti-inflamatória, antibacteriana, anti-	Úlceras, tumores e doenças hepáticas	BRITO et al., 2010

	metanólico e aquoso	esteróides e alcaloides	hepáticos		
Caule	Hexânico, dicloro metânico, acetato de etila, acetona e metanólico	-	Anticâncer, antitumorais	Câncer	MAGALHÃES et al., 2010
Látex	Aquoso, Metanólico	Alcaloides, terpenos	taninos, Anti-inflamatória, antiartrítico	Edemas, artrismo	SILVA et al., 2010
Casca do caule	Clorofórmico, hidroalcolico, butanol, acetato de etila	Triterpenos, saponinas e esteróides, taninos	Anti-inflamatório, gastromucoso	Edemas	TOUR & TALELE, 2011
Látex	Aquoso	Osmotina, carboidratos	Antifúngica	Doenças fúngicas	FREITAS et al., 2011
Folhas	Metanólico	Flavonoides, alcaloides, cardenólidos	Combate neurotoxinas	Doenças neurológicas	IMOSEMI & OSINUBI, 2011
Látex	Aquoso	Cardinolódeos, lignanas, glicosídeos	Antioxidantes, anti-hiperglicêmicas	Doenças no fígado e abdômen, diabetes	KUMAR & PADHY, 2011
Látex	Etanólico	Esteróis	Anti-inflamatória, cicatrizante	Cicatrização de feridas, inflamações	CHUNDATTU et al., 2011
Cascas das raízes	Aquoso	Proteína CP-P	Antitumorais, anticâncer	Cancêr de mama	SAMY et al., 2012
Látex	Aquoso	Lipoproteínas	Anti-inflamatório,	Inflamações,	OLIVEIRA, et al., 2012
Látex	Etanólico	Glicosídeos	Moluscicida	Pragas de lemas e caracóis	AL-SARAR et al., 2012
Látex	Aquoso	Cardenólídeo	Proteínas laticíferas moduladoras	Anti-inflamatória, Anticancêr	Câncer, artrite, FREITAS et al., 2012

Látex	Aquoso	Pentobarbital	Anticonvulsivante, sedativa	Convulsões	LIMA et al., 2012
Látex	Aquoso	Proteínas, amida, ácido carboxílico	Antitumoral, anticâncer	Câncer	HARNE et al., 2012
Látex	Hexânico, diclorometano, acetato de etila, n-butanol, aquoso	Triterpenos, flavonoides, ciclopeptídeos,	Anti-inflamatória, anticâncer	Câncer, inflamações	JUCÁ et al., 2013
Folhas	Metanólico	Flavonoides, glicosídeos	Antimicrobiana	Cepas bacterianas	NENAAH, 2013
Casca	Aquoso, n-hexânico, etér, clorofórmio	Alcaloides, taninos, glicosídeos, saponinas, esteróides	Antifúngica	Infecção por micose	JAMES et al., 2013
Folhas	Hidroalcoólico	Compostos fenólicos, flavonoides	Anti-hiperglicêmica	Diabetes mellitus	NETO et al., 2013
Folhas e látex	Aquoso e etanolico	Alcaloides, flavonoides, saponinas e taninos	Antimicrobiana,	Bactérias e fungos	SHOBOWALE, 2013
Flores	Aquoso, acetato de etila, hexânico, butanol	-	Antibacteriana	Bactérias	ABID et al., 2014
Raizes	Acetato de etila, metanólico, éter de petróleo	Alcaloides, flavonoides, taninos, compostos fenólicos, triterpenos, saponinas, esperóides, óleos fixos e gorduras	Antidiabetes, antioxidante	Diabetes, neuropatia, hiperalgesia	YADAV et al., 2014

Cascas das raízes	Acetato de etila, metanólico	Cardenólídeo glicosídeo (Procerasídeo A, frugosídeo, calotropina)	Anticâncer	Câncer	IBRAHIM et al., 2014
Caulículos e radículas	Aquoso	Proteínas	Anti-inflamatório,	Edemas	KUMAR et al., 2014
Cascas do caule	Etanólico	Alcaloides, flavonoides, proteínas e fenóis (ácido gálico, rutina)	Antioxidante, cicatrizante	Feridas	TSALA et al., 2015
Folhas		Proteína (osmotina CpOsm)	Antifúngica	Fungos	RAMOS et al., 2015
Látex	Aquoso, hexânico, clorofórmio, acetato de etila	Cardenólidos	Antimicrobiana	Bactérias, fungos	MOHAMED et al., 2015
Látex	Aquoso	Terpenos, compostos fenólicos, cardenolidos, flavonoides e saponinas	Antiapoptótico, antioxidante	Morte celular	SAYED et al., 2016
Folhas	Aquoso, etanólico	Antraquinonas, Flavonoides, Saponinas, esteróides, taninos, terpenóides	Antidiabéticos	Diabetes	KAZEEM et al., 2016
Látex	Aquoso	Proteínas (cisteína, proteases, pexoridases, osmotina)	Antidiarreico	Diarreia	ALENCAR et al., 2017
Látex	Aquoso	Proteínas	Anti-inflamatória,	Infecções bacterianas	NASCIMENTO et al., 2016

Látex	Acetato de etila	Esteróides	imunomoduladora Anti-helmíntico, vermicide	Vermes	CAVALCANTE et al., 2016
Raízes	Cetona, metanólico	Diterpenos	Antioxidante	Colesterol no sangue	PATIL et al., 2016
Folhas	Etanólico	Éster etílico de ácido graxo, ácido éster, ácido linoléico, aminoácido	Antiacteriana, antifúngica, analgésica, citotóxica, antidiarreica, inseticida, antioxidantes, anti-inflamatório, anticarcinogênico, hepatoprotetores	Bactérias	PATTNAIK et al., 2017
Látex	Aquoso	Quitinases	Antitumoral, anti-inflamatório,	Câncer	VIANA et al., 2017
Folhas, flores e frutos	Etanólico	Glicosídeo flavonóide, glicosídeo lignano	Antiulcerativa, citotóxica, anticâncer	Úlceras, câncer	AL-TAWEEL et al., 2017
Látex	Aquoso	Proteínas	Anti-inflamatória	Doenças do sistema imunológico	BEZERRA et al., 2017
Folhas	Metanólico	Esteróide cardiotônico	Anticâncer, antimicrobiano	Cancêr, bacterias	ALZHRANI et al., 2017
Caule	Etanólico	-	Antibacteriana,	Bactérias	ALMEIDA et al., 2018
Folhas	Aquoso, éter de petróleo, acetato de etila	-	Antimicrobiana	Bactérias	SHARMA et al., 2018

Folhas	Aquoso, metanólico, etanólico	Alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, glicosídeo cardíaco	Antibacteriana, antifungico	Bactérias e fungos	AKBANI et al., 2018
Folhas	Aquoso, alcoólico	Flavonoides, esteróis insaturados, proteínas, taninos, cumarinas	Anti-ulcerativa,	Úlceras	AWAAD et al., 2018
Folhas e látex		Cisteína peptidases	Antifungica	Fungos	FREITAS et al., 2020
Látex	Metanólico	Asclina, ácido calactínico, calotoxina, calotropagenina, calotropina, coroglaucigenina, procesterol, uscaridin, uscharin	Anti-inflamatória, antidiarreico	Úlcera, doenças gastrointestinais	KUMAR et al., 2019

CONCLUSÃO

Calotropis procera, apresenta atividades alelopáticas e biológicas confirmadas na literatura. Em relação às atividades alelopáticas, foram observados efeitos deletérios sobre o desenvolvimento das plantas receptoras, contudo a despeito de tais resultados existem poucos trabalhos abordando a atividade alelopática deste vegetal, com as folhas apresentando-se como a parte mais utilizada neste tipo de pesquisa.

Quanto a atividade farmacológica de *C. procera*, são inúmeras as pesquisas que comprovam o quanto esta espécie é promissora para a produção de novos fármacos. Seu metabolismo secundário é capaz de produzir inúmeras substâncias eficazes no combate e controle de doenças degenerativas, como o diabetes e o câncer, principalmente quando se utiliza extratos provenientes do látex da planta.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-FARID, I.; EL-SAYED, M.; MOHAMED, E. Allelopathic Potential of *Calotropis procera* and *Morettia philaeana*. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 15, p. 130–134, 2013.
- AKBANI, A.; CHAVAN, S.; SHARMA, A. To Study Phytochemical and Antimicrobial Activity of *Calotropis procera* Leaf Extracts. **World Journal of Pharmaceutical Research**, v. 7, n. 9, p. 780-786, 2019.
- ALENCAR, N. M. N.; BITENCOURT, F. S.; FIGUEIREDO, I. S. T.; LUZ, P. B.; LIMA-JÚNIOR, R. C. P.; ARAGÃO, K. S.; MAGALHÃES, P. J. C.; BRITO, G. A. C.; RIBEIRO, R. A.; FREITAS, A. P. F.; RAMOS, M. V. Side-Effects of Irinotecan (CPT-11), the Clinically Used Drug for Colon Cancer Therapy, Are Eliminated in Experimental Animals Treated with Latex Proteins from *Calotropis procera* (Apocynaceae). **Phytotherapy Research**, v. 31, n.2, p. 312-320, 2017.

ALI, A.; ANSARI, A.; QADER, S. A. U.; MUMTAZ, M.; SAIED, S.; MAHBOOB, T. Antibacterial potential of *Calotropis procera* (flower) extract against various pathogens. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.27, n. 5, p.1565-1569, 2014.

ALMEIDA E. F.; LIMA, N. T. R.; CASSIANO, T. T. M.; APOLINÁRIO, N. M.; MONTENEGRO, C. A.; LIMA, M. A.; FECHINE, I. M. Atividade antibacteriana do extrato etanólico bruto (EEB) do caule de *Calotropis procera* (Apocynaceae). **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 14., n. 1, p. 43-52, 2018.

AL-SARAR, A.; HUSSEIN, H.; ABOBAKR, Y.; BAYOUMI, A. Molluscicidal Activity of Methomyl and Cardenolide Extracts from *Calotropis procera* and *Adenium arabicum* Against the Land Snail *Monacha cantiana*. **Molecules**, v. 17, n. 5, p. 5310-5318, 2012.

AL-TAWEEL, A. M.; PERVEEN, S.; FAWZY, G. A.; REHMAN, A. U.; KHAN, A.; MEHMOOD, R.; FADDA, L. M. Evaluation of Antiulcer and Cytotoxic Potential of the Leaf, Flower, and Fruit Extracts of *Calotropis procera* and Isolation of a New Lignan Glycoside. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 1, p. 1-10, 2017.

ALZHRANI, H. S.; MUTWAKIL, H.; SABIR, J.; SAINI, K. S.; ALARIF, W. M.; RIZGALLAH, M. R. Anticancer and Antibacterial Activity of *Calotropis procera* Leaf Extract. **Journal of Basic and Applied Scientific Research**, v. 7, n. 12, p. 18-25, 2017.

AL-ZHRANI, H. S.; AL-ROBAI, S.A. Allelopathic effect of *Calotropis procera* leaves extract on seed germination of some plants. **Journal of King Abdulaziz University-Science**, v. 19, p. 115-126, 2007.

ANDRADE, M.V.M.; SILVA, D.D.; ANDRADE, A.P.; MEDEIROS, A.N. & PINTO, M.S.C. Fenologia da *Calotropis procera* Ait R.Br., em função do sistema e da densidade de plantio. **Archivos de Zootecnia**, v. 54 n. 208, p. 632, 2005.

ANDRADE, L.A. de. **Plantas Invasoras: espécies exóticas invasoras da caatinga e ecossistemas associados**. Campina Grande: Epgraf, 2013.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

AWAAD, A. A.; ALKANHAL, H. F.; EL-MELIGY, R. M.; ZAIN, G. M.; ADRI, V. D. S.; HASSAN, D. A.; ALQASOUMI, S. I. Anti-ulcerative colitis activity of *Calotropis procera* Linn. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 26, p. 75–78, 2018.

BEZERRA, C. F.; MOTA, E. F.; SILVA, A. C. M.; TOMÉ, A. R.; SILVA, M. Z. R.; BRITO, D.; PORFÍRIO, C. T. M. N.; OLIVEIRA, A. C.; LIMA-FILHO, J. V.; RAMO, M. V. Latex proteins from *Calotropis procera*: toxicity and immunological tolerance revisited. **Chemico-Biological Interactions**, v. 274, p. 138-149, 2017.

BHARTI, S.; WAHANE, V.D.; KUMAR, V.L. Protective effect of *Calotropis procera* latex extracts on experimentally induced gastric ulcers in rat. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 127, n. 2, p. 440-444, 2010.

BRITO, S.A.; COUTINHO, H. D. M.; BARROS, A. R. C.; RODRIGUES, F. F. G.; COSTA, J. G. M. Prospecção fitoquímica e avaliação da atividade Antibacteriana e toxicidade do látex de *Calotropis procera* (Asclepidaceae). **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 2, n. 2, p. 31-39, 2010.

CAVALCANTE, G. S.; MORAIS, S. M.; ANDRE, W. P. P.; RIBEIRO, W. L. C.; RODRIGUES, A. L. M.; LIRA, F. C. M. L.; VIANA, J. M.; BEVILAQUA, C. M. L.; Chemical composition and in vitro activity of *Calotropis procera* (Ait.) latex on *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v. 226, p. 22-25, 2016.

CHUNDATTU, S. J.; AGRAWAL, V. K.; GANESH, N. Phytochemical investigation of *Calotropis procera*. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 49, p. 230-234, 2011.

COSTA, N. D. J.; OLIVEIRA, S. F. C.; SILVA, J. N.; PACHECO, A. C. L.; ABREU, M. C.; CAVALCANTE, A. A. C. M.; FERREIRA, P. M. P. Potencial terapêutico e tecnológico da planta *Calotropis procera*. **Revista GEINTEC**, v. 5, n. 3, p.2222- 2236, 2015.

DAEHLER, C.C. Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: Implications for Conservation and Restoration. **Annual Reviews**, v. 34, p. 183-211, 2003.

EL-KHATI, A.A.; BARAKAT, N. A.; NAZEIR, H. Growth and Physiological Response of Some Cultivated Species Under Allelopathic Stress of *Calotropis procera* (Aiton) W.T. **Applied Science Reports**, v.14 n. 3, p.237-246, 2016.

FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, M. N. A.; FILHO, J. A. S. 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.

FRANCO, D. M.; SALDANHA, L. L.; NETO, J. S. L.; SANTOS, L. C.; DOKKEDAL A. L.; ALMEIDA L. F. R. Seasonal variation in allelopathic potential of the leaves of *Copaifera langsdorffii* Desf. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, n. 2, p. 157-165, 2016.

FERREIRA, M. B.; GOMES, V. *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. uma invasora a ser estudada e controlada no estado de Minas Gerais. **Oreades**, UFV, v. 5, p. 68-74, 1974.

FOSTER, P. I. Diurnal insects associated with the flowers of *Gomphocarpus physocarpus* E. Mey (Asclepiadaceae), an introduced weed in Australia. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p. 214-217, 1994.

FRANCIS, J. K. **Wildland shrubs of the united states and its territories: Thamnic Descriptions. International Institute of Tropical Forestry.** U.S. Department of Agriculture. Forest Service, 2004.

FREITAS, A. P. F.; BITENCOURT, F. S.; BRITO, G. A. C.; ALENCAR, N. M. N.; RIBEIRO, R. A.; LIMA-JÚNIOR, R. C. P.; RAMOS, M. V.; VALE, M. L. Protein fraction of *Calotropis procera* latex protects against 5-fluorouracil-induced oral mucositis associated with downregulation of pivotal pro-inflammatory mediators. **Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol**, v. 385, p. 981–990, 2012.

FREITAS, C. D. T.; LOPES, J. L. S.; BELTRAMINI, L. M.; OLIVEIRA, R. S. B.; OLIVEIRA, J. T. A.; RAMOS, M. V. Osmotin from *Calotropis procera* latex: New insights into structure and antifungal properties. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1808, n. 10, p. 2501–2507, 2011.

FREITAS, C. D. T.; SILVA, R. O.; RAMOS, M. V.; PORFÍRIO, C. T. M. N.; FARIAS, D. F.; SOUSA, J. S.; OLIVEIRA, J. P. B.; SOUZA, P. F. N.; DIAS, L. P.; GRANGEIRO, T. B. Identification, characterization, and antifungal activity of cysteine peptidases from *Calotropis procera* latex. **Phytochemistry**, v.169, p. 1-10, 2020.

GHASEMI, M.; GHASEMI, M.; MORADI, N.; SHAMILI, A. M. Effect of *Calotropis procera* Leaf Extract on Seed Germination of Some Plants. **Journal of Ornamental and Horticultural Plants**, v. 2, n. 1, p. 27-32, 2012.

GOLDFARB M.; PIMENTEL L. W.; PIMENTEL N. W. Allelopathy: relations in the agrosystems. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n.1, p.23-28, 2009.

GOMES, F.M.; FORTES, A.M.T.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T.T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8. n.1, p. 48-56, 2013.

GULZAR, A.; SIDDIQUI, M.B. Allelopathic effect of *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. on growth and antioxidant activity of *Brassica oleracea* var. *botrytis*. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, p. 375–382, 2017.

- HARNE, S.; SHARMA, A.; DHAYGUDE, M.; JOGLEKAR, S.; KODAM, K. HUDLIKAR, M. Novel route for rapid biosynthesis of copper nanoparticles using aqueous extract of *Calotropis procera* L. latex and their cytotoxicity on tumor cells. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 95, p. 284– 288, 2012.
- IMOSEMI, I. O.; OSINUBI, A. A. Phenytoin-induced Toxicity in the Postnatal Developing Cerebellum of Wistar Rats, Effect of *Calotropis procera* on Histomorphometric Parameters. **International Journal of Morphology**, v. 29, n. 2, p. 331-338, 2011.
- JAMES, O. O.; RABIU, W. S. U.; AYINKE, A. B. A.; UZOMA, N. K.; OLUFUNSHO, A. Preliminary Anti-Fungal Activity of the Aqueous Bark Extract of *Calotropis procera* (Asclepiadaceae). **Nigerian Quarterly Journal of Hospital Medicine**, v. 23, n. 4, p. 338-341, 2013.
- JUCÁ, T. L.; RAMOS, M. V.; MORENO, F. B. M. B.; MATOS, M. P. V.; MARINHO-FILHO, J. D. B.; MOREIRA, R. A.; MONTEIRO-MOREIRA, A. C. O. Insights on the Phytochemical Profile (Cyclopeptides) and Biological Activities of *Calotropis procera* Latex Organic Fractions. **The Scientific World Journal**, v. 1, p. 1-9, 2013.
- KAZEEM, M. I.; MAYAKI, A. M.; OGUNGBE, B. F.; OJEKALE, A. B. *In-vitro* Studies on *Calotropis procera* Leaf Extracts as Inhibitors of Key Enzymes Linked to Diabetes Mellitus. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, v. 15, p. 37-44, 2016.
- KUMAR, V. L.; PADHY, B. M. Protective effect of aqueous suspension of dried latex of *Calotropis procera* against oxidative stress and renal damage in diabetic rats. **BIOCELL**, v. 35, n. 3, p. 63-69, 2011.
- KUMAR, V. L.; SHARMA, N.; SOUZA, I. C. C.; RAMOS, M. V.; CARVALHO, C. P. S. Proteins Derived from In Vitro Culture of the Callus and Roots of *Calotropis procera* Ameliorate Acute Inflammation in the Rat Paw. **Appl Biochem Biotechnol**, v. 175, n.3, p. 1-8, 2014.
- KUMAR, V. L.; PANDEY, A.; VERMA, S.; DAS, P. Protection afforded by methanol extract of *Calotropis procera* latex in experimental model of colitis is mediated through inhibition of oxidative stress and pro-inflammatory signaling. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 109, p. 1602–1609, 2019.
- LEAL, L. K. A. M.; NECHIO, M.; SILVEIRA, E. R.; CANUTO, K. M.; FONTENELE, J. B.; RIBEIRO, R. A.; VIANA, G. S. B. Anti-inflammatory and Smooth Muscle relaxant activities of the hydroalcoholic extract and chemical constituents from *Amburana cearensis* A. C. Smith. **Phytotherapy Research**, v.17, p. 335-340, 2003.

LIMA, R. C. S.; SILVA, M. C. C.; AGUIAR, C. C. T.; CHAVES, E. M. C.; DIAS, K. C. F.; MACÊDO, D. S.; SOUSA, F. C. F.; CARVALHO, K. M.; RAMOS, M. V.; VASCONCELOS, S. M. M. Anticonvulsant action of *Calotropis procera* latex proteins. **Epilepsy & Behavior**, n. 23, p. 123–126, 2012.

LIMA-FILHO, J. V.; PATRIOTA, J. M.; SILVA, A. F.B.; FILHO, N. T.; OLIVEIRA, R. S. B.; ALENCAR, M. N. M.; RAMOS, M. V. Proteins from latex of *Calotropis procera* prevent septic shock due to lethal infection by *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 129, p. 327–334, 2010.

MACHADO, H.; NAGEM, T. J.; PETERS, V. M.; FONSECA, C. S.; OLIVEIRA, T. T. Flavonóides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução**, v. 27, n. 1/2, p. 33-39, 2008.

MAGALHES, H. I. F.; FERREIRA, P. M. P.; MOURA, E. S.; TORRES, M.R.; ALVES, A. P. N. N.; PESSOA, O. D. L.; COSTA-LOTUFO, L. V.; MORAES, M. O.; PESSOA, C. *In vitro* and *in vivo* antiproliferative activity of *Calotropis procera* stem extracts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 2, p. 407-416, 2010.

MAIA, J. M. et al. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma caatinga. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 295-310, 2017.

MALI, R. P.; RAO PRIYA S.; JADHAV R. S. A Review on Pharmacological Activities of *Calotropis procera*. **Journal of Drug Delivery & Therapeutics**, v.9, n.3, p. 947-951, 2019.

MOHAMED, N. H.; LIU, M.; ABDEL-MAGEED, W. M.; ALWAHIBI, L. H.; DAI, H.; ISMAIL, M. A.; BADR, G.; QUINN, R. J.; LIU, X.; ZHANG, L.; SHOREIT, A. A. M. Cytotoxic cardenolides from the latex of *Calotropis procera*. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 25, n. 20, p. 4615-4620, 2015.

NASCIMENTO, D. C. O.; RALPH, M. T.; BATISTA, J. E. C.; SILVA, D. M. F.; FILHO, M. A. G.; ALENCAR, N. M.; LEAL, N. C.; RAMOS, M. V.; LIMA-FILHO, J. V. Latex protein extracts from *Calotropis procera* with immunomodulatory properties protect against experimental infections with *Listeria monocytogenes*. **Phytomedicine**, v.23, n. 7, p. 745-753, 2016.

NENAA, G. Antimicrobial activity of *Calotropis procera* Ait. (Asclepiadaceae) and isolation of four flavonoid glycosides as the active constituents. **World J Microbiol Biotechnol**, v. 2, p. 1255–1262, 2013.

NETO, M. C. L.; VASCONCELOS, C. F. B.; THIJAN, V. N.; CALDAS, G. F. R.; ARAÚJO, A. V.; COSTA-SILVA, J. H.; AMORIM, E. L. C.; FERREIRA, F. OLIVEIRA, A. F. M.; WANDERLEY, A. G. Evaluation of antihyperglycaemic activity of *Calotropis procera* leaves extract on streptozotocin-induced diabetes in Wistar rats. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, p. 913-919, 2013.

OLIVEIRA, R. S.; FIGUEIREDO, I. S. T.; FREITAS, L. B. N.; PINHEIRO, R. S. P.; BRITO, G. A. C.; ALENCAR, N. M. N.; RAMOS, M. V.; RALPH, M. T.; LIMA-FILHO, J. V. Inflammation induced by phytomodulatory proteins from the latex of *Calotropis procera* (Asclepiadaceae) protects against Salmonella infection in a murine model of typhoid fever. **Inflammation Research**, v. 61, p. 689–698, 2012.

PATIL, S. G.; PATIL, M. P.; PATIL, R. H. In vitro anti-hypercholesterolemic activity of *Calotropis procera* (Aiton) using human erythrocytes. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, n. 5, p. 104–110, 2016.

PATTNAIK, P. K.; KAR, D.; CHHATO, H.; SHAHBAZI, S.; GHOSH, G.; KUANAR, A. Chemometric profile & antimicrobial activities of leaf extract of *Calotropis procera* and *Calotropis gigantean*. **Natural Product Research**, v. 31, n. 16, p. 1954–1957, 2017.

RAMOS, M. V.; OLIVEIRA, J. S.; FIGUEIREDO, J. G.; FIGUEIREDO, I.S.T. KUMAR, V. L.; BITENCOURT, F. L.; CUNHA, F.Q.; OLIVEIRA, R. S. B.; BOMFIM, L. R.; LIMA-FILHO, J. V.; ALENCAR, N. M. N. Involvement of NO in the inhibitory effect of *Calotropis procera* latex protein fractions on leukocyte rolling, adhesion and infiltration in rat peritonitis model. **Journal of Ethnopharmacology**, v.125, p. 387–392, 2009.

RAMOS, M. V.; OLIVEIRA, R. S. B.; PEREIRA, H, M.; MORENO, F. B. M. B.; LOBO, M. D. P.; REBELO, L. M.; BRANDÃO-NETO, J.; SOUSA, J. S.; MONTEIRO-MOREIRA, A. C. O.; FREITAS, C. D. T.; GRANGEIRO, T. B. Crystal structure of an antifungal osmotin-like protein from *Calotropis procera* and its effects on *Fusarium solani* spores, as revealed by atomic force microscopy: Insights into the mechanism of action. **Phytochemistry**, v. 119, p. 5-18, 2015.

RANGEL, E. S.; NASCIMENTO M. T. Ocorrência de *Calotropis procera*(Ait.) R. Br. (Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.3, 2011.

SAMY, R. P.; RAJENDRAN, P.; LI, F.; ANANDI, N. M.; STILES, B. G.; IGNACIMUTHU, S.; SETHI, G.; CHOW, V. T. K. Identification of a Novel *Calotropis procera* Protein that Can Suppress Tumor Growth in Breast Cancer through the Suppression of NF-kB Pathway. **Plos One**, v. 7, n. 12, 2012.

SAYED, A. E. H.; MOHAMED, N. H.; ISMAIL, M. A.; ABDEL-MAGEED, W. M.; SHOREIT, A. A. M. Antioxidant and antiapoptotic activities of *Calotropis procera* latex on Catfish (*Clarias gariepinus*) exposed to toxic 4-nonylphenol. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, n. 128, p. 189–194, 2016.

SEIBER, J. N.; NELSON, C. J.; MAR LEE, S. Cardenolides in the latex leaves of seven *Asclepias* species and *Calotropis procera*. **Phytochemistry**, v. 21, n. 9, p. 2343-2348, 1982.

SHAKER, K. H.; MORSY, N.; ZINECKER, H.; IMHOFF, J. F.; SCHNEIDER, B. Secondary metabolites from *Calotropis procera* (Aiton). **Phytochemistry Letters**, v. 3, p. 212–216, 2010.

SHARMA, P.; MODI, G.; SINGH, A. In Vitro antibacterial Activities Assessment of *Calotropis procera* Leaf Extract. **International Journal of Current Research in Life Sciences**, v. 07, n. 05, p. 2117-2120, 2018.

SHOBOWALE, O.O.; OGBULIE, N.J.; ITOANDON, E.E.; ORESEGUN, M.O.; OLATOPE, S.O.A. Phytochemical and Antimicrobial Evaluation of Aqueous and Organic Extracts of *Calotropis procera* Ait Leaf and Latex. **Nigerian Food Journal**, v. 31, n. 1, p. 77 – 82, 2013.

SILVA, M. C. C.; SILVA, A. B.; TEIXEIRA, F. M.; SOUSA, P. C. P.; RONDON, R. M. M.; HONÓRIO JÚNIOR, J. E. R.; SAMPAIO, L. R. L.; OLIVEIRA, S. L.; HOLONDA, A. N. M.; VASCONCELOS, S. M. M. Therapeutic and biological activities of *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, n. 4, p. 332-336, 2010.

SOBRINHO M. S.; TABATINGA, G. M.; MACHADO, I. S.; LOPES, A. V. Reproductive phenological pattern of *Calotropis procera* (Apocynaceae), an invasive species in Brazil: annual in native areas; continuous in invaded areas of Caatinga. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 2, p. 456-459, 2013.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V.; Caatinga e desertificação. **Revista Mercator**, v. 14, n. 1., p. 131-150, 2015.

SRIVASTAVA, N., CHAUHAN, A.S., SHARMA, B. Isolation and characterization of some phytochemicals from Indian traditional plants. **Biotechnology Research International**, v. 1, p. 1–8, 2012.

TOUR, N.; TALELE, G. Anti-inflammatory and gastromucosal protective effects of *Calotropis procera* (Asclepiadaceae) stem bark. **Journal of Natural Medicines**, v. 65, p.598–605, 2011.

TSALA, D. E.; NGA N.; THIERY, B. N. M.; BIENVENUE, M. T.; THEOPHILE, D. Evaluation of the antioxidant activity and the healing action of the ethanol extract of *Calotropis procera* bark against surgical wounds. **Journal of Intercultural Ethnopharmacology**, v. 4, n.1, p. 64-69, 2015.

VIANA, C. A.; RAMOS, M. V.; MARINHO FILHO, J. D.; LOTUFO, L. V. C.; FIGUEIREDO, I. S. T.; OLIVEIRA, J. S.; MASTROENI, P.; LIMA-FILHO, J. V.; ALENCAR, N. M. N. Cytotoxicity against tumor cell lines and anti-inflammatory properties of chitinases from *Calotropis procera* latex. **Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol**, v. 390, n.10, p.1005-1013, 2017.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; VIVANCO, J. M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**, n.7. p. 472-479, 2004.

YADAV, S. K.; NAGORI, B. P.; DESAI, P. K. Pharmacological characterization of different fractions of *Calotropis procera* (Asclepiadaceae) in streptozotocin induced experimental model of diabetic neuropathy. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 152, n. 2, p. 349–357, 2014.

YASIN, M.; SAFDAR, M.E.; IQBAL, Z.; ALI, A.; JABRAN, K.; TANVEER, A. Phytotoxic effects of *Calotropis procera* extract on germination and seedling vigor of wheat. **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 18, n. 3, p. 379-392, 2012

ZALBA, S.M. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação**, v. 5, p. 8-15, 2007.

Manuscrito 2**Germinação e desenvolvimento de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir sob matéria em decomposição de *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton**

Manuscrito a ser submetido ao periódico Allelopathy Journal, Qualis CAPES B2 em Biodiversidade, em outubro de 2020.

RESUMO

Através deste trabalho objetivou-se investigar a influência das folhas em decomposição de *Calotropis procera* (espécie naturalizada) sobre a germinação e desenvolvimento de *Mimosa tenuiflora* (espécie nativa de áreas de Caatinga). Folhas senescentes de *C. procera* foram armazenadas com solo em sacos de organza durante 90 e 180 dias para decomposição, após esse período, o substrato foi levado à casa de vegetação para realização dos testes de germinação das sementes de *M. tenuiflora* em bandejas de poliestireno e de desenvolvimento em garrafas pet de 2L. O experimento constou de três tratamentos (tratamento 1: 6g/kg; tratamento 2: 12g/kg; tratamento 3: 18g/kg) e um grupo controle (solo sem folhas). A germinação das sementes de *M. tenuiflora* foi observada durante 15 dias e o desenvolvimento de suas plântulas durante 45 dias. As medidas do caulículo e radícula foram feitas neste período. Foi observada uma ação alelopática negativa do extrato das folhas em decomposição de *C. procera* sobre a germinação e o desenvolvimento de *M. tenuiflora*. Sendo tal ação mais acentuada nos extratos com maior concentração de folhas em 90 dias de decomposição foliar.

Palavras-chave: Alelopatia, interferência; decomposição; aleloquímicos.

ABSTRACT

This work aimed to investigate the influence of decomposing leaves of *Calotropis procera* (naturalized species) on the germination and development of *Mimosa tenuiflora* (species native to Caatinga areas). Senescent leaves of *C. procera* were stored with soil in organza bags for 90 and 180 days for decomposition, after that period, the substrate was taken to the greenhouse to perform the germination tests of *M. tenuiflora* seeds in polystyrene trays. and development in 2L pet bottles. The experiment consisted of three treatments (treatment 1: 6g / kg; treatment 2: 12g / kg; treatment 3: 18g / kg) and a control group (leafless soil). The germination of *M. tenuiflora* seeds was observed for 15 days and the development of its seedlings for 45 days. The stem and radicle measurements were taken during this period. A negative allelopathic action of the extract of decomposing leaves of *C. procera* was observed on the germination and development of *M. tenuiflora*. Such action being more accentuated in extracts with higher concentration of leaves in 90 days of leaf decomposition.

Keywords: Allelopathy, interference, decomposition, allelochemicals.

INTRODUÇÃO

A alelopatia é um fenômeno ecológico natural no qual um organismo interfere de forma maléfica ou benéfica no desenvolvimento de outro localizado no entorno, através da liberação de substâncias produzidas pelo metabolismo secundário, denominadas metabólitos secundários ou aleloquímicos (FAROOQ et al. 2011).

Nas plantas, os aleloquímicos, servem de defesa em resposta contra a ação de diversos microrganismos como fungos, vírus, bactérias, insetos e até mesmo agindo de forma negativa sobre outras plantas atuando como inibidores no processo germinativo ou no desenvolvimento destas, a fim de evitar a competição, seja entre espécies nativas ou entre nativas e exóticas (SOUZA FILHO; TREZZI; INOUE, 2011).

As espécies exóticas têm por característica a capacidade de habitar ambientes em que não ocorreriam de forma natural. Enquanto espécies exóticas invasoras, além de conseguirem sobreviver em novos ambientes, são capazes de gerar descendentes férteis e de colonizar novos ambientes (BLACKBURN et al., 2011).

Uma das formas de liberação dos aleloquímicos das plantas é através da decomposição de coberturas mortas, que, por sua vez, exercem influência sobre a germinação e desenvolvimento de outras plantas (ZHANG et al., 2016). Os resultados desta decomposição são encontrados próximos aos resíduos decompostos, desta forma os efeitos alelopáticos serão observados de acordo com o maior ou menor contato das raízes das plantas sobre a matéria morta (MOREIRA et al., 2016). Com o estabelecimento cada vez mais acentuado das espécies exóticas nos ambientes naturais, a exemplo das Caatingas tais coberturas de matéria orgânica advinda das mesmas vão se acumulando no solo tornando-se potencialmente perigosas para as espécies nativas.

Espécie nativa de Caatinga, *M. tenuiflora*, conhecida popularmente por Jurema-preta, pertencente à família Fabaceae é amplamente disseminada por áreas semiáridas do Brasil, ocorrendo nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (OLIVEIRA et al., 2014). Contribui para manutenção e equilíbrio do bioma ao qual pertence e é importante para a economia local através da geração de energia a partir da sua biomassa e a produção e comercialização de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros (SILVA, 2018).

Calotropis procera W.T. Aiton, Flor-de-seda como é conhecida popularmente pertence à família Apocynaceae, apresenta ampla distribuição, sendo nativa do sudoeste da Ásia e da África é também observada na maior parte das regiões tropicais e semiáridas da América. No Nordeste brasileiro a espécie é facilmente encontrada, pois é adaptada a áreas com baixo índice pluviométrico, solos arenosos, pobres em nutrientes, ácidos e degradados (DIAS et al., 2018).

Devido à importância ecológica e preservação de espécies nativas de Caatinga com este estudo objetivou-se elucidar a influência das folhas em decomposição de *Calotropis procera*, espécie exótica invasora de áreas de Caatinga, sobre a germinação e desenvolvimento de *Mimosa tenuiflora*.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

As coletas de solo e de material botânico foram realizadas em uma área de Caatinga no distrito de Ingazeiras (7° 7' 17" S e 39° 1' 46" W) situada a 24 km da sede do Município de Aurora, CE. O município de Aurora fica localizado no Sul do Ceará (6° 56' 33" S; 38° 58' 03" W), com uma área de 885,83 km², e altitude de 283,0 m. Apresenta clima Tropical Quente Semiárido - BSw'h, conforme classificação de Köppen e pluviosidade média anual de 884,9 mm, tendo o período chuvoso nos meses de fevereiro a abril. As temperaturas médias variam de 26° C a 28° C. Constitui uma vegetação de Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Caducifólia Espinhosa ou Caatinga Arbórea (IPECE, 2017).

COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO E SOLO

O material botânico e os solos foram coletados no período de outubro a dezembro de 2018. As espécies vegetais para depósito em herbário foram tratadas segundo os métodos usuais de herborização, identificadas e incorporadas ao acervo do Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL) da Universidade Regional do Cariri (URCA). Tendo *Mimosa tenuiflora* recebido o número de registro HCDAL 13.627 e *Calotropis procera* HCDAL 13.925.

As sementes maduras de *M. tenuiflora* foram retiradas dos frutos e selecionadas de acordo com a inexistência de sinais de herbivoria. Em seguida foram acondicionadas em embalagens de vidros e armazenadas em câmara fria, sendo este o método de armazenamento mais eficaz contra a perda da viabilidade das sementes desta espécie (OLIVEIRA et al., 2016).

Para a coleta das folhas senescentes de *C. procera* foram considerados os seguintes aspectos: aquelas de coloração plenamente amarela e que se destacavam das plantas com um leve toque e que apresentavam pouca ou nenhuma exsudação de látex. Após a coleta o material foi posto para secar à temperatura ambiente e logo em seguida utilizado para o processo de decomposição foliar.

As coletas foram autorizadas pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) sob o número de registro: 66072-1, emitido no dia 15 de outubro de 2018 (Anexo A).

DECOMPOSIÇÃO FOLIAR

As concentrações foram preparadas de acordo com a quantidade anual de serapilheira liberada de *C. procera* aproximadamente $6,5 \text{ t/ha}^{-1}$. Desse modo foram considerados três níveis de serapilheira (6g, 12g e 18g por kg de solo) e um grupo controle. A serapilheira misturada ao solo foi devidamente acondicionada em sacos de organza até utilização. Tal mistura foi realizada de modo a simular a decomposição ocorrente em ambiente natural e de forma a se obter uma maior concentração dos possíveis aleloquímicos. O armazenamento para os testes teve dois tempos de decomposição 90 e 180 dias. Tal metodologia foi desenvolvida baseada na proposta de Huang et al. (2013), com adaptações.

TESTES FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO

Após cada período de decomposição foliar foram realizados testes físico-químicos com o substrato sendo analisados aspectos físicos, macro e micronutrientes que potencialmente influenciam a germinação e desenvolvimento da espécie receptora.

Tais testes foram realizados na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, Recife-PE.

VARIÁVEIS ANALISADAS

EXPERIMENTO DE GERMINAÇÃO E NÚMERO DE SEMENTES GERMINADAS

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro bandejas de polietileno com 200 células de 31,0 mm x 31,0 mm e 18 cm³ de profundidade cada (três bandejas para os tratamentos e uma para o grupo controle), cada tratamento constou de quatro repetições de 50 sementes cada. O substrato utilizado foi o solo de Caatinga com folhas (tratamentos) e sem folhas (controle). A contagem das sementes germinadas foi realizada a cada 24 horas por um período de 15 dias.

ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi calculado de acordo com Maguire (1962) com o registro diário da quantidade de sementes germinadas por meio da seguinte fórmula: $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn$.

Em que:

G1, G2, Gn = número de sementes germinadas computadas na primeira, na segunda e na última contagem.

N1, N2, Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

EXPERIMENTO DE DESENVOLVIMENTO

Para o teste de desenvolvimento das plântulas de *M. tenuiflora* foram utilizadas 10 garrafas *pet* de 2 litros (115 x 102 x 220 mm) para cada tratamento e o grupo controle. Em cada recipiente foi colocada a mesma quantidade de solo e água: 1,800 kg de solo e 319,68 ml de água em cada recipiente.

O experimento foi mantido durante 45 dias e ao término do mesmo foram realizadas as medições do comprimento da raiz e da parte aérea de todas as plantas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística dos dados de germinação (Número de Sementes Germinadas e Índice de Velocidade de Germinação) e comprimento da raiz e parte aérea foi utilizado o programa GraphPad Prism 7.0 com análise de variância (ANOVA) e comparação das médias ou pelo Teste de Tukey e 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TESTES FÍSICO-QUÍMICOS DO SOLO

As análises físico-químicas do solo após os períodos de decomposição foliar não indicaram alterações significativas no substrato que pudessem influenciar negativamente na germinação ou desenvolvimento inicial de *M. tenuiflora* (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de caracteres físico-químicos do solo de Caatinga nos dois tempos de decomposição foliar de *Calotropis procera*.

TEMPO 1 (90 DIAS)					
Características do solo	Unidade	Controle	Tratamento 1 6g/Kg	Tratamento 2 12g/Kg	Tratamento 3 18g/Kg
pH (água)		4.70	5.40	6.40	7.10
P	mg/dm ³	3	4	4	8
Ca	cmolc/dm ³	2.70	3.20	2.90	3.55
Mg	cmolc/dm ³	1.50	2.50	2.75	3.70
Na	cmolc/dm ³	0.06	0.14	0.12	0.07
K	cmolc/dm ³	0.25	0.57	0.60	0.80
Al	cmolc/dm ³	0.75	0.10	0.00	0.00
H	cmolc/dm ³	4.77	4.93	3.30	1.48
TEMPO 2 (180 DIAS)					
Características do solo	Unidade	Controle	Tratamento 1 6g/Kg	Tratamento 2 12g/Kg	Tratamento 3 18g/Kg
pH (água)		4.60	5.20	5.90	6.20
P	mg/dm ³	2	3	3	3
Ca	cmolc/dm ³	1.85	3.35	4.50	5.00
Mg	cmolc/dm ³	1.90	1.90	1.20	0.75
Na	cmolc/dm ³	0.04	0.08	0.11	0.15
K	cmolc/dm ³	0.21	0.57	0.68	0.90
Al	cmolc/dm ³	0.75	0.30	0.00	0.00
H	cmolc/dm ³	3.62	3.32	2.47	3.05

No primeiro e segundo tempo de decomposição houve um pequeno aumento das concentrações dos micronutrientes e macronutrientes nos solos dos tratamentos em relação ao controle, o que se torna um aspecto positivo para a germinação de sementes. O alumínio (Al), foi o elemento mineral que sofreu redução em comparação ao controle, chegando a zerar nos tratamentos 2 e 3 nos dois tempos de decomposição. O pH aumentou gradativamente nos tratamentos em relação ao controle, o que não trouxe prejuízo a espécie receptora. Resultado semelhante foi obtido no estudo realizado por Bakke et al. (2006), ao confirmarem que *M. tenuiflora*, juntamente com outras espécies de Caatinga, consegue se desenvolver em solos salinizados.

GERMINAÇÃO DE *Mimosa tenuiflora*

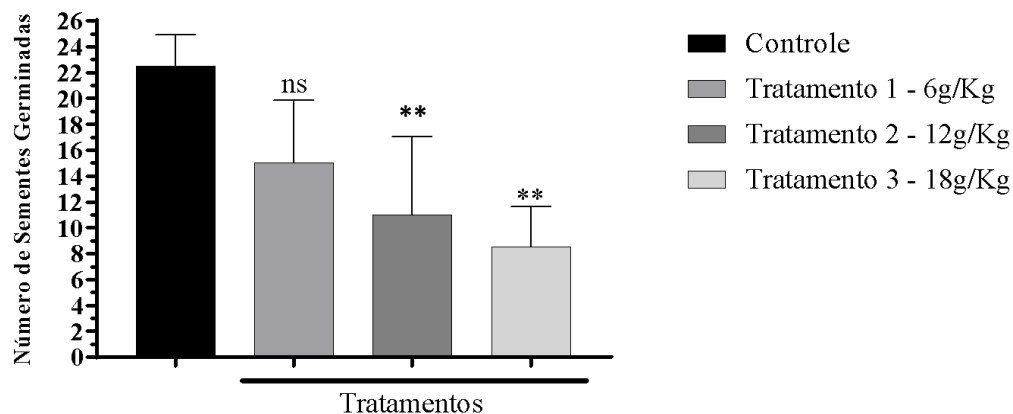
Verificou-se que os tratamentos de solo com folhas em decomposição de *C. procera* inibiram a germinação e o desenvolvimento de *M. tenuiflora*. Através do experimento de germinação foi possível identificar uma influência negativa crescente, das folhas em decomposição de *C. procera*, de acordo com o aumento das concentrações (tratamentos), na germinação das sementes de *M. tenuiflora*.

No primeiro tempo de decomposição de folhas de *C. procera* a germinação de *M. tenuiflora*, não foi afetada de forma significativa pelo tratamento 1 (6g/Kg), em comparação ao controle. Enquanto os tratamentos 2 (12g/Kg) e 3 (18g/Kg) promoveram uma inibição significativamente na germinação (Figura 1). No segundo tempo de decomposição, os tratamentos 1 e 2 não interferiram significativamente na germinação das sementes de *M. tenuiflora*. Sendo observado efeito inibitório significativo sobre a germinação das sementes submetidas ao tratamento 3 (Figura 2).

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com os encontrados por Yasin et al. (2012), que ao testarem extratos de folhas secas de *C. procera* sobre a germinação de sementes de trigo em diferentes substratos (papel absorvente, areia e solo) perceberam que em todos, a germinação foi significativamente afetada. Sendo tal efeito mais potencializado nas sementes postas a germinar em solo. A redução na germinação das sementes foi se acentuando com o aumento nas concentrações das folhas utilizadas nos tratamentos.

Figura 1. Número de sementes germinadas de *Mimosa tenuiflora* submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de folhas de *Calotropis procera* no primeiro tempo de decomposição (90 dias).

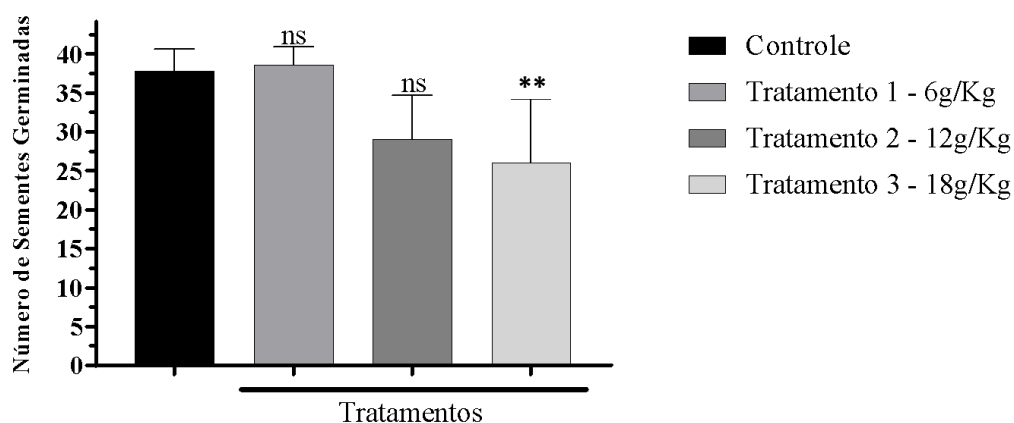
Número de Sementes Germinadas - *Mimosa tenuiflora*



Legenda: (ns) não significativo, (**) significativo a 5% de probabilidade.

Figura 2. Número de sementes germinadas de *Mimosa tenuiflora* submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de folhas de *Calotropis procera* no segundo tempo de decomposição (180 dias).

Número de Sementes Germinadas - *Mimosa tenuiflora*



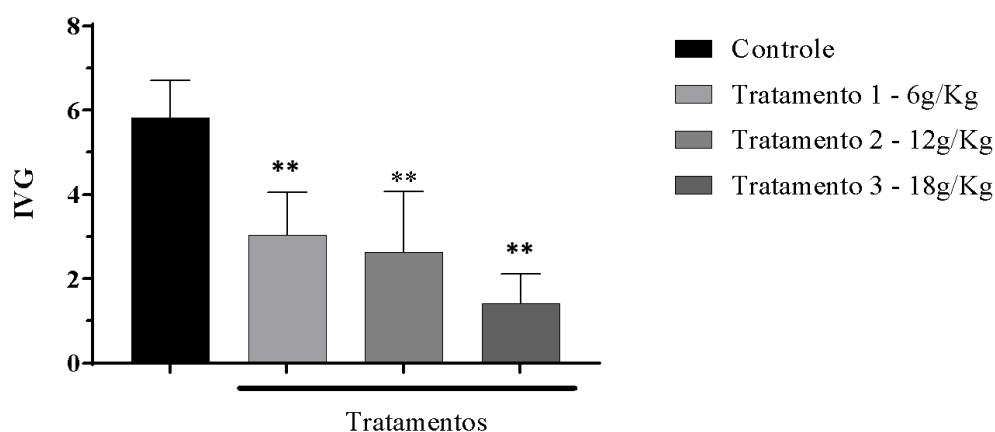
Legenda: (ns) não significativo, (**) significativo a 5% de probabilidade.

ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

Os tratamentos 1, 2 e 3 reduziram significativamente o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) em relação ao controle no primeiro tempo de decomposição (Figura 3). No segundo tempo de decomposição, a redução observada no IVG em todos os tratamentos, não foi significativa quando comparada ao controle (Figura 4). Os resultados assemelham-se aos encontrados por Al-zahrani (2007), que ao testar o efeito de diferentes concentrações de folhas secas de *C. procera* sobre *Senna occidentalis* percebeu um retardo no IVG das sementes submetidas às duas maiores concentrações do extrato aquoso, 40% e 60%, respectivamente.

Figura 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Mimosa tenuiflora* submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de *Calotropis procera* no primeiro tempo de decomposição (90 dias).

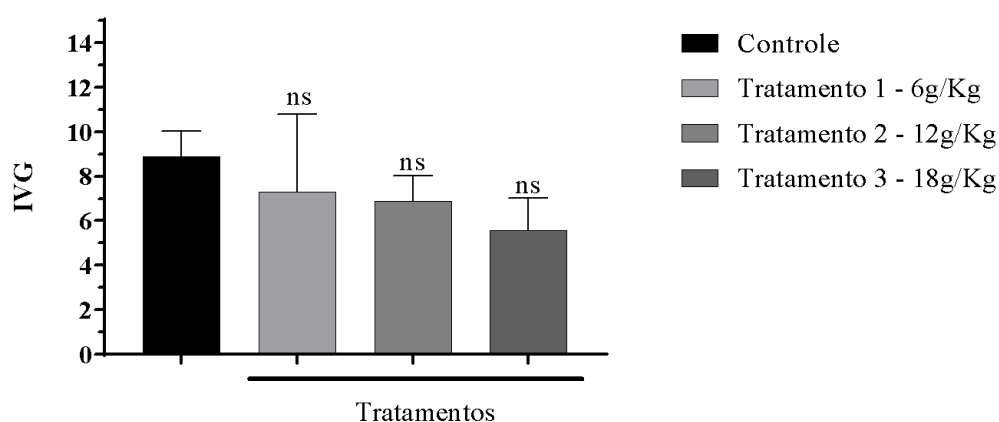
Índice de Velocidade de Germinação (IVG) - *Mimosa tenuiflora*



Legenda: (ns) não significativo, (**) significativo a 5% de probabilidade.

Figura 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Mimosa tenuiflora* submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de *Calotropis procera* no segundo tempo de decomposição (180 dias).

Índice de Velocidade de Germinação (IVG) - *Mimosa tenuiflora*



Legenda: (ns) não significativo, (**) significativo a 5% de probabilidade.

DESENVOLVIMENTO DE *Mimosa tenuiflora*

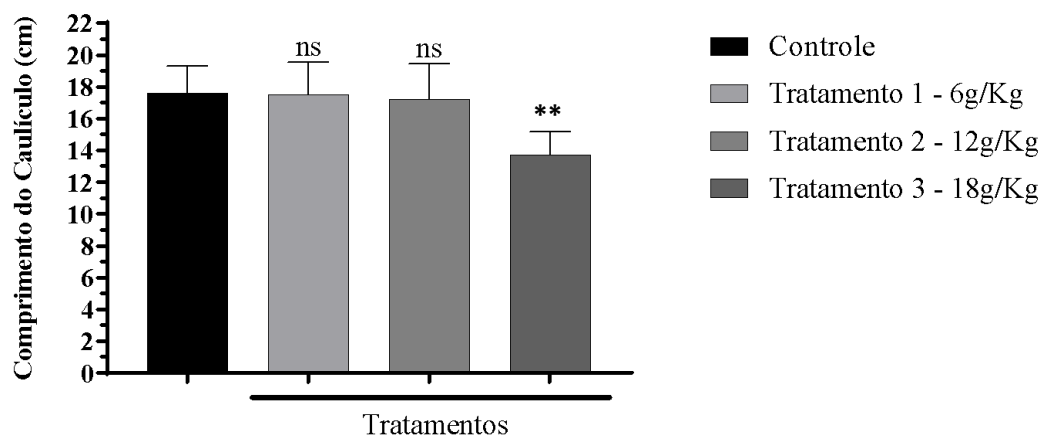
COMPRIMENTO DO CAULÍCULO

O comprimento do caulículo de *M. tenuiflora* foi afetado de forma negativa no tratamento 3 (18g/kg) quando comparado ao grupo controle (Figura 5). No segundo tempo de decomposição, os tratamentos não diferiram estatisticamente em relação ao controle (Figura 6).

Ghasemi et al. (2012) utilizaram extratos aquosos de folhas secas de *C. procera* em seus testes para avaliar o efeito alelopático sobre *Cucumis sativus*, *Lycopersicon esculentum* e *Solanum melongena* tendo observado na ocasião que o crescimento do caulículo foi afetado de forma negativa pelo extrato a 60%, o que equivalia a maior concentração.

Figura 5. Comprimento médio dos caulículos de *Mimosa tenuiflora* sobre o efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de *Calotropis procera* no primeiro tempo de decomposição (90 dias).

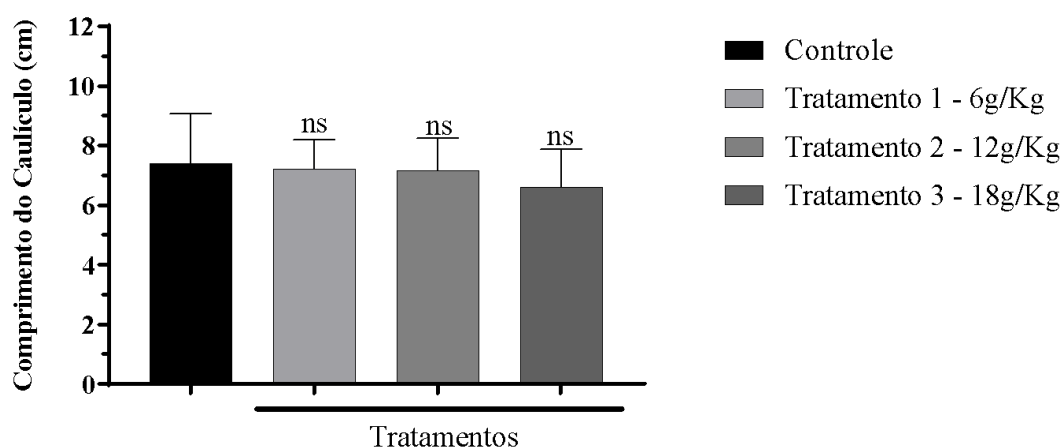
Comprimento do Caulículo - *Mimosa tenuiflora*



Legenda: (ns) não significativo, (**) significativo a 5% de probabilidade.

Figura 6. Comprimento médio dos caulículos de *Mimosa tenuiflora* sobre o efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de *Calotropis procera* no segundo tempo de decomposição (180 dias).

Comprimento do Caulículo - *Mimosa tenuiflora*



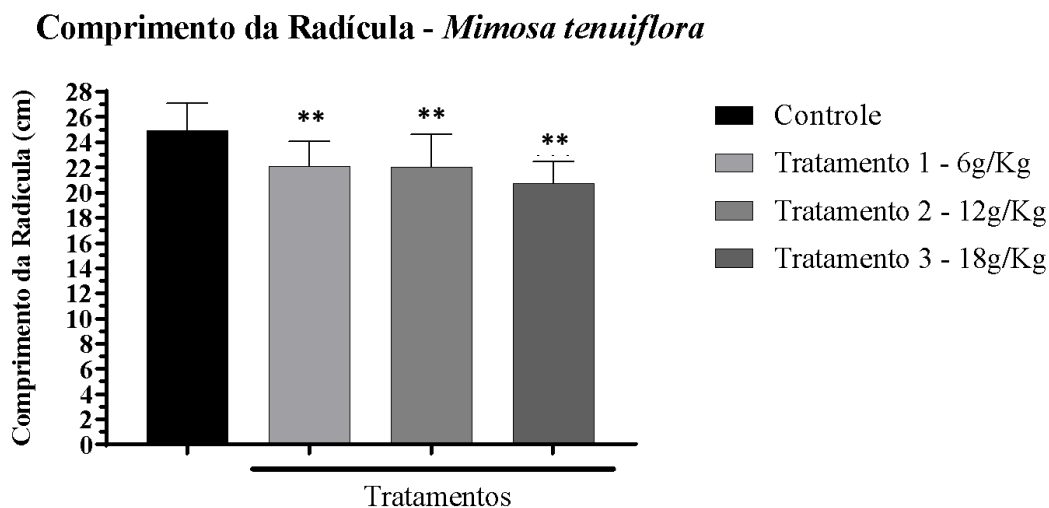
Legenda: (ns) não significativo, (**) significativo a 5% de probabilidade.

COMPRIMENTO DA RADÍCULA

Nos tratamentos 1, 2 e 3 do primeiro tempo de decomposição os extratos atuaram de forma a promover uma redução significativa no comprimento das radículas de *M. tenuiflora*, quando comparada ao controle (Figura 7). Já no segundo tempo de decomposição somente o tratamento 3 reduziu significativamente o comprimento da radícula em comparação ao grupo controle (Figura 8).

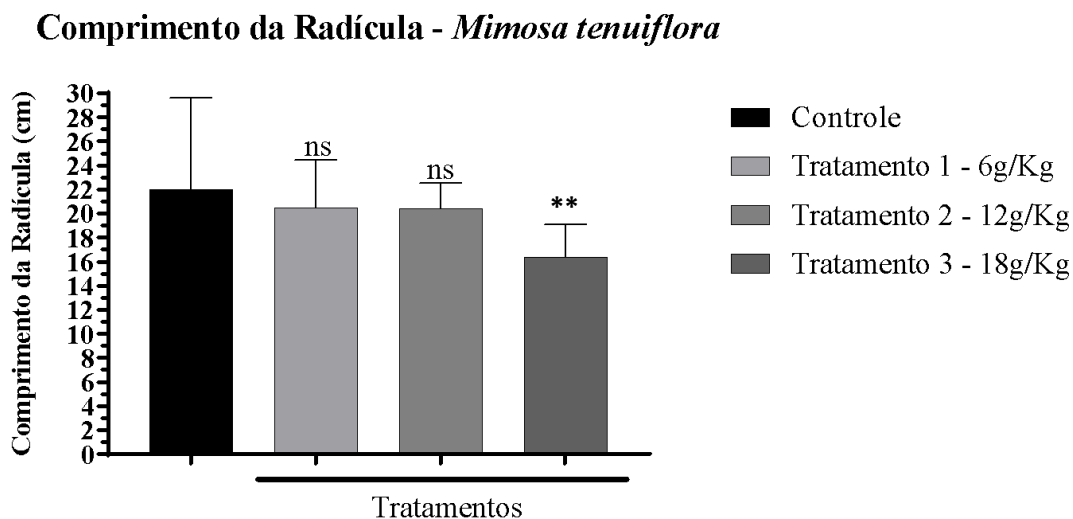
Em estudos feitos por Gulzar e Siddiqui (2017), os extratos das folhas de *Calotropis procera* inibiram o comprimento da radícula de *Brassica oleracea*, com tal inibição sendo maior na medida em que aumentava as concentrações em cada tratamento. Na análise fitoquímica dos extratos foram encontrados ácidos fenólicos, que segundo os autores, estariam agindo negativamente sobre o crescimento da radícula.

Figura 7. Comprimento médio das radículas de *Mimosa tenuiflora* sobre o efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de *Calotropis procera* no primeiro tempo de decomposição (90 dias).



Legenda: (ns) não significativo, (**) significativo a 5% de probabilidade.

Figura 8. Comprimento médio das radículas de *Mimosa tenuiflora* sobre o efeito dos tratamentos com diferentes concentrações de *Calotropis procera* no segundo tempo de decomposição (180 dias).



Legenda: (ns) não significativo, (**) significativo a 5% de probabilidade.

Estudos sobre a composição fitoquímica das folhas senescentes em decomposição de *C. procera* realizados por Silva (2011) permitiram identificar três compostos triterpenos nos extratos hexânicos (ácido α -boswélico, β -amirenona e α -amirenona) e três compostos fenóis nos extratos metanólicos (2-propenil benzeno, 2,2-difenil acetaldeído e 1,2-difenil etanona) da referida espécie. A análise realizada através da Cromatografia Gasosa – Espectrometria de Massas de Extratos Orgânicos (CG-EM) revelou a presença de ácidos graxos e *n*-alcanos nos dois tipos de extratos. O autor atribui o efeito alelopático observado em seu estudo a estes compostos, os quais são rotineiramente citados na literatura pela atividade alelopática.

Na presente pesquisa, embora tenham sido observados efeitos alelopáticos negativos em sementes e plântulas de *M. tenuiflora* submetidas ao substrato das folhas de *C. procera* nos dois tempos de decomposição (90 e 120 dias), os resultados obtidos demonstraram que os tratamentos 1, 2 e 3 (6 g/kg, 12 g/kg e 18 g/kg, respectivamente) do primeiro tempo de decomposição das folhas de *C. procera* (90 dias) tiveram uma ação alelopática negativa mais efetiva, tanto em relação aos processos germinativos (germinação e índice de velocidade de germinação) das sementes de *M. tenuiflora*,

quanto em relação ao desenvolvimento de suas plântulas (comprimento do caulículo e da radícula). Tais efeitos podem ser atribuídos a ação conjunta dos aleloquímicos existentes nas folhas em decomposição de *C. procera*, a exemplo de ácidos fenólicos, flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos entre outros.

Gulzar e Siddiqui (2017) em testes de alelopatia de *C. procera* sobre *Brassica oleracea*, identificaram ácidos fenólicos em extratos aquosos das folhas, relacionando tais compostos a inibição da germinação e crescimento da espécie receptora. Segundo Taiz e Zeiger (2013) os compostos fenólicos são substâncias químicas mais comumente relacionadas aos efeitos alelopáticos observados em experimentos. Em testes de alelopatia os ácidos fenólicos alteram o aumento da atividade de enzimas oxidativas, causando modificações da permeabilidade da membrana e a formação de lignina, afetando o crescimento radicular da planta (Ferrarese et al., 2000; Bubna et al., 2011; Oliveira et al., 2011).

Brito et al (2010) e Imosemi & Osinubi (2011) em experimentos com folhas de *C. procera* encontraram flavonoides em extratos aquosos, metanólicos e etanólicos. Santos et al (2011) perceberam que os extratos brutos das folhas de *Calopogonium mucunoides* apresenta potencial alelopático inibindo a germinação das sementes de *Mimosa pudica*, sendo confirmada a presença de flavonoides nos extratos. Os flavonoides são os compostos naturais mais presentes nas plantas e apresentam potencial alelopático capaz de inibir a germinação e o crescimento de plantas existentes no entorno das que o produz (Bais et al., 2006; Buer & Djordevic, 2009; Franco et al., 2016).

Shobowale (2013) e Al-Taweel et al (2017) encontraram alcaloides em extratos aquosos e etanólicos em experimentos com folhas de *C. procera*. Em estudos de Alves et al (2003), os alcaloides foram responsáveis pela ação alelopática na germinação de sementes e crescimento de plântulas de *Lactuca sativa*, submetidas aos extratos etanólicos de *Solanum crinitum*. Os alcaloides apresentam grande capacidade de inibir a germinação e afetar o crescimento inicial de espécies receptoras em testes de alelopatia (Souza Filho et al., 2011; Gomes et al., 2013).

Akbani et al (2018), Kazeem et al (2016) ao realizarem testes com *C. procera* encontraram saponinas em extratos aquosos, metanólicos e etanólicos de suas folhas. Borela et al (2010) em trabalho realizado para identificar a atividade alelopática das

folhas secas de *Duranta repens* sobre a germinação e crescimento de *Lactuca sativa* e *Lycopersicon esculentum* concluíram que a inibição observada se deveu a presença de saponinas encontradas nos extratos aquosos da espécie receptora. De fato, as saponinas, podem interagir com as membranas celulares e afetar o processo de fotossíntese, entre outros efeitos negativos (Weir et al., 2004) podendo desse modo causar um efeito negativo sobre o desenvolvimento de plântulas.

Awaad et al (2018) encontraram taninos em experimentos com extratos aquosos e alcoólicos das folhas de *C. procera*. Fiorenza et al (2016) avaliando o potencial alelopático dos extratos das folhas secas de *Eragrostis plana* sobre a germinação e crescimento inicial de *Zea mays*, *Avena sativa*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense* e *Lotus corniculatus* observaram um efeito alelopático negativo, sobre a germinação e crescimento das espécies receptoras. Os taninos são os agentes mais comumente associados aos efeitos alelopáticos, eles atuam inibindo as atividades das enzimas catalase, peroxidase, amilase entre outras (Santos, 2007; Taiz & Zeiger 2013).

CONCLUSÃO

Os dados obtidos sugerem que através da decomposição foliar de *Calotropis procera* são liberados aleloquímicos capazes de influenciar negativamente a germinação e desenvolvimento de *Mimosa tenuiflora*. Sendo observado um maior efeito alelopático negativo nos experimentos nos quais os extratos foram obtidos aos 90 dias de decomposição foliar.

A literatura consultada revela a presença de triterpenos, ácidos fenólicos, flavonoides, alcaloides, saponinas e taninos na composição química das folhas de *C. procera* tais compostos em uma atuação conjunta, provavelmente são os responsáveis pelos efeitos alelopáticos observados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AKBANI, A.; CHAVAN, S.; SHARMA, A. To Study Phytochemical and Antimicrobial activity of *Calotropis procera* leaf extracts. **World Journal of Pharmaceutical Research**, n. 7, p. 780-786, 2019.

- ALVES, C. C. F.; ALVES J. M.; SILVA, T. M. S.; CARVALHO, M. G.; NETO, J. J. Atividade alelopática de alcaloides glicosídeos de *Solanum crititum* Lam. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 93-97. 2003
- AL-ZAHRANI, H. S.; AL-ROBAI, S.A. Allelopathic effect of *Calotropis procera* leaves extract on seed germination of some plants. **Journal of King Abdulaziz University-Science**, v. 19, p. 115-126, 2007.
- AL-TAWEEL, A. M.; PERVEEN, S.; FAWZY, G. A.; REHMAN, A. U.; KHAN, A.; MEHMOOD, R.; FADDA, L. M. Evaluation of antiulcer and cytotoxic potential of the leaf, flower, and fruit extracts of *Calotropis procera* and Isolation of a New Lignan Glycoside. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, n.1, p. 1-10. 2017.
- AWAAD, A. A.; ALKANHAL, H. F.; EL-MELIGY R, M.; ZAIN, G. M.; ADRI, V. D. S.; HASSAN, D. A, Alqasoumi S I. Anti-ulcerative colitis activity of *Calotropis procera* Linn. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 26, p. 75–78. 2018.
- BAIS, H. P.; WEIR, T. L.; PERRY, L. G.; GILROY, S.; VIVANCO, J. M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annual Review of Plant Biology**, v. 57, n.1, p. 233-266, 2006.
- BAKKE, I.A.; FREIRE, A.L.O.; BAKKE, O.A.; ANDRADE, A.P.; BRUNO, R.L.A. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seed germination. **Revista Caatinga**, v.19, n.3, p.261-267, 2006.
- BLACKBURN, T. M.; PYSEK, P.; BACHER, S.; CARLTON, J. T.; DUNCAN, R. P.; JAROSIK, V.; WILSON, J. R. U.; RICHARDSON, D. M. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, n.7, p. 333-339, 2011.
- BORELLA, J.; TUR, C. M.; PASTORINI, L. H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. **Biotemas**, v. 3, n. 2, p. 13-22. 2010.
- BRITO, S.A.; COUTINHO, H. D. M.; BARROS, A. R. C.; RODRIGUES, F. F. G.; COSTA, J. G. M. Prospecção fitoquímica e avaliação da atividade Antibacteriana e toxicidade do látex de *Calotropis procera* (Asclepidaceae). **Cadernos de Ciência de Cultura**, v.2, n. 2, p. 31-39, 2010.
- BUBNA, G.A.; LIMA, R.B.; ZANARDO, D.Y.L.; SANTOS, W.D.; FERRARESE M. D. L. L.; FERRARESE-FILHO O. Exogenous caffeic acid inhibits the growth and enhances the lignification of the roots of soybean (*Glycine max*). **Journal of Plant Physiology**, v. 168, n. 14, p. 1627-1633, 2011.
- BUER, C.S.; DJORDJEVIC, M. A. Architectural phenotypes in the transparent test a mutants of *Arabidopsis thaliana*. **Journal of Experimental Botany**, n. 60, p. 751-763. 2009.

DIAS, C. S.; SANTOS, L. H. T.; LIMA, J. C.; SOARES, A. B. L.; SANTOS, E. S. L.; CERQUEIRA-SILVA, C. B. M. Comparação de protocolos para extração de DNA genômico de *Calotropis procera* Ait. R. Br. (Apocynaceae: Asclepiadoideae). **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 13, p. 277 – 281, 2018.

FAROOQ M.; JABRAN K.; CHEEMA Z.A.; WAHID A.; SIDDIQUE K.H.M. The role of allelopathy in agricultural pest management. **Pest Management Science**, v. 67, p. 493–506. 2011.

FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N. E.; RODRIGUES, J. D.; FERRARESE FILHO, O. Carbohydrate and lipid status in soybean roots influenced by ferulic acid uptake. **Acta Physiologia e Plantarum**, v. 23: p. 421-427, 2000.

FIORENZA, M.; DOTTO, D. B.; BOLIGON, A. A.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L.; VESTENA, L. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). **Iheringia - Série Botânica**, v. 71, n. 2, p. 193-200, 2016.

FRANCO, D. M.; SALDANHA, L. L.; NETO, J. S. L.; SANTOS, L. C.; DOKKEDAL A. L.; ALMEIDA L. F. R. Seasonal variation in allelopathic potential of the leaves of *Copaifera langsdorffii* Desf. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, n. 2, p. 157-165, 2016.

GHASEMI, M.; GHASEMI, M.; MORADI, N.; SHAMILI, A. M. Effect of *Calotropisprocera* Leaf Extract on Seed Germination of Some Plants. **Journal of Ornamental and Horticultural Plants**, v. 2, n. 1, p. 27-32, 2012.

GOMES, F.M.; FORTES, A.M.T.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T. T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8. n.1, p. 48-56, 2013.

GRAPHPAD, **Overview sobre o software**. Disponível em <http://www.graphpad.com/scientific-software/prism/>, acesso em: 09 nov. 2019.

GULZAR, A.; SIDDIQUI, M.B. Allelopathic effect of *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. on growth and antioxidant activity of *Brassica oleracea* var. botrytis. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 4, p. 375–382, 2017.

HUANG, W.; HU, T.; CHEN, H.; WANG, Q.; HU, H.; TU, L.; JING, L. Impact of decomposing *Cinnamomum septentrionale* leaf litter on the growth of *Eucalyptus grandis* saplings. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 70, p. 411-417, 2013.

IMOSEMI, I. O.; OSINUBI, A. A. Phenytoin-induced Toxicity in the postnatal developing cerebellum of wistar rats, Effect of *Calotropis procera* on Histomorphometric Parameters. **International Journal of Morphology**, v. 29, n. 2, p. 331-338, 2011.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Características Ambientais**. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Aurora_2017.pdf> Acesso: 03 jul. 2019.

KAZEEM, M. I.; MAYAKI, A. M.; OGUNGBE, B. F.; OJEKALE, A. B. *In-vitro* Studies on *Calotropis procera* leaf extracts as inhibitors of key enzymes linked to diabetes Mellitus. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, v. 15, (Suppl.), p. 37-44, 2016.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas / Tarciso C. C. Leão, Walkíria Regina Almeida, Michele Dechoum, Sílvia Renate Ziller – **Recife: Cepan**, 2011.

LEITE, A.V; MACHADO, I. C. Biologia reprodutiva da “catingueira” (*Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 1, p.79-88, 2009.

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

MOREIRA, M. H. O.; ALMEIDA, G. R. R.; CUNHA, L. T.; QUEIROZ, R. L. Interações alelopáticas sobre o desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa*, l. cv. vanda) cultivada em solo cafeeiro. **Revista da UIIPS**. v. 4 n. 4, p. 1-16, 2016.

OLIVEIRA, P. V. A.; FRANÇA, S. C.; BREGAGNOLI, M.; PEREIRA O. S. Avaliação alelopática de *Tithonia diversifolia* na germinação e no crescimento inicial de *Bidens pilosa* e *Brachiaria brizantha*. **Revista Agroambiental**, n. 3, 2p. 3-30, 2011.

OLIVEIRA, M. G. F.; SOUSA, F. A.; OLIVEIRA, K. R. M.; ALVINO, F. C. G.; GÓIS, D. S.; LOPES, K. P. Potencial alelopático de extratos aquosos de folhas de *Mimosa tenuiflora* e semente de *Achyrocline satureioides* sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 26-33, 2014.

OLIVEIRA, A. M.; LOPES, A. S.; SANTOS, T. M. F.; CAVALCANTE, F. L.; DORNELAS, C. S. M.; LACERDA, A. V. Qualidade fisiológica de sementes de Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.). **Ecogestão Brasil**, v. 4, p. 806-817, 2016.

SANTOS, R. I. Metabolismo Básico e Origem dos Metabólitos Secundários. In: SIMÕES, O. C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; DE MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.

SILVA, J. R. B. **Fitoquímica E Potencial Alelopático de *Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton (Apocynaceae)**. 2011. 124f. Dissertação (Programa De Pós-Graduação Em Biologia Vegetal – PPGVB) - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, PE, 2011.

SILVA, C. B. **Determinação do potencial alelopático e composição química de extratos vegetais da espécie *Croton Heliotropiifolius* Kunth no contole de *Bidens pilosa* (L.) e *Digitaria insularis* (L.) Fedde**. 2018. 93f. Dissertação (Mestrado

emProteção de Plantas) - Centro de Ciências Agrárias; Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2018.

SHOBOWALE, O. O.; OGBULIE, N. J.; ITOANDON, E. E.; ORESEGUN, M. O.; OLATOPE, S. O. A. Phytochemical and antimicrobial evaluation of aqueous and porganic extracts of *Calotropis procera* Ait leaf and latex. **Nigerian Food Journal**, v. 31, n. 1, p. 77 – 82, 2013.

SOUZA FILHO, A.P.S.; TREZZI, M. M.; INOUE, M. H. Sementes como fonte alternativa de substâncias químicas com atividade alelopática. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 709-716, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5ª ed. Porto Alegre, **Artmed**. p. 954, 2013.

YASIN, M.; SAFDAR, M.E.; IQBAL, Z.; ALI, A.; JABRAN, K.; TANVEER, A. Phytotoxic effects of *Calotropis procera* extract on germination and seedling vigor of wheat. **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 18, n. 3, p. 379-392, 2012.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; VIVANCO, J. M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**, v.7, n. 4, p. 472-479, 2004.

ZHANG, S. Z.; LI, Y. H.; KONG, C. H.; XU, X. H. Interference of allelopathic wheat with different weeds. **Pest Management Science**, v. 72, n. 1, p. 172- 178, 2016.

ANEXOS

Anexo A – Autorização de coleta emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Comprovante de registro para coleta de material botânico, fúngico e microbiológico

Número: 66072-1	Data da Emissão: 15/10/2018 17:05:20
-----------------	--------------------------------------

Dados do titular

Nome: Danúbio Lopes da Silva	CPF: 058.891.173-94
------------------------------	---------------------

SISBIO

Observações e ressalvas

1	O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
2	Este documento não abrange a coleta de vegetais hidróbios, tendo em vista que o Decreto-Lei nº 221/1967 e o Art. 36 da Lei nº 9.605/1998 estabelecem a necessidade de obtenção de autorização para coleta de vegetais hidróbios para fins científicos.
3	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
4	Esse documento não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; II) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; III) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; IV) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; V) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outra.
5	Este documento não é válido para: a) coleta ou transporte de espécies que constem nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção; b) recebimento ou envio de material biológico ao exterior; e c) realização de pesquisa em unidade de conservação federal ou em caverna.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/gen .

Táxons autorizados

#	Nível taxonômico	Táxon(s)
1	Espécie	Plantae > Angiospermae > Dicotyledoneae > Asclepiadaceae > Calotropis > Procera
2	Espécie	Plantae > Angiospermae > Dicotyledoneae > Leguminosae > Mimosa > Tenuiflora