



## Prospecção fitoquímica e alelopatia de *Cynophalla hastata* na emergência de plântulas de *Amburana cearensis*

## Phytochemical prospection and allelopathy of *Cynophalla hastata* in the emergence of *Amburana cearensis* seedlings

Monalisa Alves Diniz da Silva<sup>1</sup>, Joyce Naiara da Silva<sup>2</sup>, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues<sup>3</sup>, Rafael Mateus Alves<sup>4</sup>, Elania Freire da Silva<sup>5</sup>

<sup>(1)</sup> ORCID: 0000-0001-9052-7380; Professora Associada, Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, BRASIL. E-mail: monallysa@yahoo.com.br

<sup>(2)</sup> ORCID: 0000-0002-3260-8745; Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências Agrárias, BRASIL. E-mail: joicenaiaara@hotmail.com

<sup>(3)</sup> ORCID: 0000-0003-3032-7269; Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências Agrárias, BRASIL. E-mail: marilia\_agroecologa@hotmail.com

<sup>(4)</sup> ORCID: 0000-0003-3482-1010; Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, BRASIL. E-mail: afaelalvesmateus@gmail.com

<sup>(5)</sup> ORCID: 0000-0002-7176-3609; Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, BRASIL. E-mail: elania.freire23@gmail.com

Recebido em: 02 de agosto de 2021; Aceito em: 03 de setembro de 2021; publicado em 10 de outubro de 2021. Copyright © Autor, 2021.

**RESUMO:** Com o recente avanço em farmacognosia e tecnologia, os produtos naturais estão se tornando um recurso popular para os pesquisadores descobrirem novos e mais eficazes medicamentos. Considerando o potencial das espécies *Amburana cearensis* e *Cynophalla hastata* na medicina popular e na exploração pela indústria farmacêutica, é importante o conhecimento da interação entre as mesmas para um possível cultivo consorciado em uma área de recuperação degradada ou em programas de reflorestamento. Visto isso, objetivou-se avaliar o efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de *C. hastata* sobre a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas de *A. cearensis*. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, utilizando cinco concentrações do extrato aquoso das folhas de *C. hastata* (0; 25; 50; 75 e 100%) e cinco repetições com 20 sementes cada. Foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de emergência; índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, comprimento da parte aérea e do sistema radicular, massas secas da parte aérea, do sistema radicular e total. Ainda, foi realizada uma caracterização qualitativa de grupos de metabólitos secundários para o extrato de folhas de *C. hastata*. A presença de substâncias com potencial alelopático como alcalóides, saponinas, compostos fenólicos e flavonoides no extrato aquoso proporciona a redução da emergência, do índice de velocidade de emergência, do crescimento inicial do sistema radicular e do acúmulo de massa seca de plântulas de *A. cearensis*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sementes florestais, Potencial alelopático, Vigor.

**ABSTRACT:** With recent advances in pharmacognosy and technology, natural products are becoming a popular resource for researchers to discover new and more effective medicines. Considering the potential of *Amburana cearensis* and *Cynophalla hastata* species in folk medicine and exploration by the pharmaceutical industry, it is important to know the interaction between them for a possible intercropping in a degraded recovery area or in reforestation programs. Therefore, this study aimed to evaluate the allelopathic effect of the aqueous extract of *C. hastata* leaves on the emergence and initial development of *A. cearensis* seedlings. A completely randomized design was adopted, using five concentrations of aqueous extract of *C. hastata* leaves (0, 25, 50, 75 and 100%) and five replications with 20 seeds each. The following evaluations were carried out: percentage of emergence, emergence speed index, average time of emergence, length of shoot and root system, dry weight of shoot, root system and total. Also, a qualitative characterization of groups of secondary metabolites was carried out for the extract of *C. hastata* leaves. The presence of substances with allelopathic potential such as alkaloids, saponins, phenolic compounds and flavonoids in the aqueous extract reduces emergence, emergence speed index, initial growth of the root system and dry mass accumulation of *A. cearensis* seedlings.

**KEYWORDS:** Forest Seeds, Allelopathic potential, Vigor.

## INTRODUÇÃO

Produtos naturais, especialmente os que são derivados de plantas, têm sido utilizados na saúde humana desde os primórdios da medicina (AYE et al., 2019). As plantas são responsáveis pela biossíntese de uma grande variedade de metabólitos secundários, sendo esses metabólitos que formam a base de muitos medicamentos farmacêuticos comerciais, bem como de remédios fitoterápicos derivados de plantas medicinais (LI et al., 2020).

Com o recente avanço em farmacognosia e tecnologia, juntamente com as tendências atuais de um público em geral mais preocupado com a saúde, os produtos naturais estão se tornando um recurso popular para os pesquisadores descobrirem novos e mais eficazes medicamentos (SALEHI et., 2018). Diante disto, é importante ter essas espécies medicinais disponíveis para suprir a demanda do mercado farmacológico através da adoção de cultivos diversificados ou sistemas agroflorestais, devido serem sistemas que auxiliam na preservação da biodiversidade, influenciando nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, reduzindo os riscos de erosão, assim como favorece mudanças socioeconômicas, fabricação de produtos e serviços ambientais (RODRIGUES et al., 2008; LIMA et al., 2010).

A Caatinga compõe um rico ecossistema exclusivamente brasileiro, com grande diversidade de espécies e elevada incidência de endemismo. Em estudo realizado por Santos et al. (2017), foram registradas 42 espécies medicinais nativas da Caatinga pertencentes a 34 gêneros e 24 famílias. As famílias Fabaceae e Euphorbiaceae se destacaram com o maior número de espécies relatadas, sugerindo que representantes dessas famílias são de grande relevância para uso medicinal e têm grande potencial para extração de compostos bioativos importantes (ALMEIDA et al., 2012; SANTOS et al., 2017).

A espécie *Amburana cearensis* (Allemão) AC Smith, popularmente conhecida no Brasil como cumaru (ALMEIDA et al., 2017), apresenta metabólitos secundários, como ácido protocatecuico, cumarina, flavonoides e glicosídeos fenólicos, que apresentam diversos efeitos anti-inflamatórios, antibióticos, antioxidantes, antiespasmódicos e broncodilatadores (PEREIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2020). Entretanto, à extração excessiva de madeira e a coleta indiscriminada de sementes para fins comerciais

torna a *A. cearensis* uma espécie com risco de extinção, conforme destacado pela União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN, 2020).

Conhecida popularmente como “feijão bravo” ou “feijão-de-boi”, a espécie *Cynophalla hastata* (Jacq.) J.Presl (sinônimo *Capparis hastata* Jacq.) encontra-se distribuída na Caatinga e Mata Atlântica (CORNEJO, 2015). Esta espécie pode ser utilizada para forragem, construção, combustível como também na medicina popular (LUCENA et al., 2007; SOUZA et al., 2017).

Para que a exploração seja sustentável é necessário o entendimento das interações estabelecidas entre as plantas cultivadas na mesma área, visto que essa interação pode ser desfavorável, isso ocorre quando uma espécie afeta negativamente o desenvolvimento da outra ao competir pelo mesmo recurso ou através da alelopatia (LOYDI et al., 2015). O efeito fitotóxico de algumas espécies de plantas pode atuar como um filtro ecológico através da produção química que influencia o crescimento das plantas de outras espécies, chamado de alelopatia (LADHARI et al., 2020).

A alelopatia é um fenômeno biológico no qual um organismo (planta, bactéria, fungo, alga ou vírus) produz um ou mais metabólitos secundários, esses metabólitos são chamados de aleloquímicos. Seus efeitos nos organismos receptores podem ocorrer de forma direta ou indireta, sendo prejudiciais ou benéficos (JABRAN, 2017). Os principais compostos produzidos são os compostos fenólicos, cumarinas, terpenóides, flavonóides, alcalóides, glicosídeos, taninos e quinonas, que são conhecidos como metabólitos secundários presentes nos vegetais. Essas fitotoxinas podem comprometer o processo germinativo, o desenvolvimento inicial, os processos fisiológicos e até mesmo os fatores genéticos de plantas das adjacentes (HARUN et al., 2014).

Levando em consideração o potencial das espécies *A. cearensis* e *C. hastata* para medicina popular, são necessários estudos que visem avaliar a interação entre estas espécies para cultivos consorciados, buscando viabilizar os sistemas de produção. Assim, objetivou-se avaliar o efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de *C. hastata* sobre a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas de *A. cearensis*.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Foram utilizadas folhas verdes da espécie *C. hastata*, a espécie florestal nativa analisada quanto ao efeito alelopático foi *A. cearensis*. As sementes utilizadas foram doadas pelo Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental (NEMA) da cidade de Petrolina-PE.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, correspondente a cinco concentrações do extrato aquoso da espécie feijão bravo: 0, 25, 50, 75 e 100%, sendo cinco repetições com 20 sementes cada, utilizando 0% como testemunha.

As folhas de *C. hastata* foram coletadas durante a manhã, no município de Serra Talhada-PE (7°59'7"S e 38°17'34"W; altitude: 461 m) na área da UFRPE-UAST no mês de setembro de 2017, com temperatura média de 26° C e umidade relativa de 54% (INMET, 2021), posteriormente foram colocadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório de imediato.

Paralelamente, foi realizada uma caracterização qualitativa dos grupos de metabólitos secundários para o extrato de folhas verdes de *C. hastata*, empregando-se os protocolos descritos por Matos (1997). Para a obtenção do extrato, as folhas foram secas em estufa a 40° C por 24 horas, e em seguida foram trituradas com o auxílio de um liquidificador doméstico até ocorrer à completa desfragmentação das folhas e colocados em um erlenmeyer de 500 ml, onde adicionou-se também 400 ml de solução etanólica a 50% permanecendo três dias em condições de laboratório. Em seguida essa solução passou por uma filtragem que é realizada através de uma bomba a vácuo. O extrato foi armazenado em frasco âmbar para subseqüentes análises fitoquímicas:

*Alcalóides*: em uma placa de Elisa, 150 µl da amostra foram adicionados em três frascos distintos de 50 µl de diferentes reagentes utilizados para identificação de alcalóides (Reativos de Dragendorff, Mayer e Hager). Sendo que o surgimento de turvação branca com reativos de Mayer e Hager e de coloração alaranjada com o reativo de Dragendorff indicaria a presença de alcalóides.

*Saponinas*: em um tubo de ensaio foram adicionados 1 ml da amostra e 2 ml de água destilada. O tubo foi agitado por 30 minutos, seguido de repouso por 20 minutos. O surgimento de uma espuma persistente indicaria a presença de saponinas.

*Compostos fenólicos*: em uma tira de papel de filtro a amostra foi gotejada logo depois de uma solução de  $\text{FeCl}_3$  (cloreto de ferro) 2%. O surgimento de uma mancha azul escura indicaria a presença de compostos fenólicos.

*Taninos*: em um tubo de ensaio foi adicionado 1 ml da amostra e acrescentada uma solução de gelatina 2,5% gota a gota. O surgimento de precipitado branco indicou a presença de taninos.

*Flavonóides*: uma tira de papel de filtro a amostra foi gotejada seguida da adição de uma solução de  $\text{AlCl}_3$  (cloreto de alumínio) 5%. O surgimento de coloração amarela sob luz UV 365 nm indicou a presença de flavonoides.

*Antraquinonas*: para a determinação deste metabolito utilizou-se uma placa de Elisa, onde acrescentou-se 150  $\mu\text{l}$  da amostra. Em seguida foram adicionados 50  $\mu\text{l}$  de  $\text{NaOH}$  0,5  $\text{mol.l}^{-1}$ . O aparecimento da coloração vermelha indicou a presença de antraquinonas.

*Antocianidinas e Chalconas*: Inicialmente adicionou-se em três tubos de ensaio, 1 mL da amostra. O tubo 1 foi acidificado com  $\text{HCl}$  (ácido clorídrico) 0,5  $\text{mol.l}^{-1}$  (pH 3), enquanto os tubos 2 e 3 foram alcalinizados com  $\text{NaOH}$  (hidróxido de sódio) 0,5  $\text{mol.l}^{-1}$  (pH 8 e 11). O aparecimento de coloração vermelha, lilás e azul púrpura nos tubos 1, 2 e 3, respectivamente, indicaria a presença de antocianinas. A coloração vermelha nos tubos 1 e 3 indicaria a presença de chalconas.

*Leucoantocianidinas e Catequinas*: foi realizado em um tubo de ensaio, onde adicionou-se 1 mL da amostra e c  $\text{HCL}$  0,5  $\text{mol.l}^{-1}$  (pH 3); posteriormente o tubo foi aquecido, em bico de Bunsen. O aparecimento da coloração vermelha indicou a presença de leucoantocianidinas. O aparecimento da coloração amarela, a presença de catequinas.

Para a preparação do extrato aquoso, 250 gramas de folhas verdes foram trituradas, com o auxílio de um liquidificador, em 1000 ml de água destilada, conforme metodologia proposta por Cruz et al (2000), em seguida esse extrato foi filtrada em pano 100% algodão, obtendo-se o extrato concentrado (100%). Para obtenção das concentrações pré-estabelecidas, o extrato concentrado foi diluído em água destilada e

obtido as concentrações de 25; 50 e 75%; para o tratamento controle, ou seja 0%, foi utilizada água destilada.

O grau de acidez ou basicidade do extrato pode mascarar o fenômeno alelopático (FERREIRA; AQUILA, 2000), assim foi determinado o pH das diferentes concentrações do extrato, com auxílio de um pHmetro.

A semeadura das sementes de *A. cearensis* foi realizada em casa de vegetação, utilizando bandejas de polietileno de 128 células, preenchidas com areia esterilizada em estufa à 200° C por duas horas, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Diariamente procedeu-se com a irrigação utilizando-se as diferentes concentrações considerando a perda de umidade do substrato.

As avaliações foram realizadas diariamente até a estabilização da emergência das plântulas, o que ocorreu aos 30 dias, conforme recomendações a Instruções para análise de sementes de espécies florestais (BRASIL, 2013). Foi contabilizada a porcentagem de emergência (PE); índice de velocidade de emergência (IVE), o qual foi determinado por meio da contagem do número de plântulas que apresentavam os cotilédones acima da superfície do substrato, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, conforme Maguire (1962); tempo médio de emergência (TME), avaliado conjuntamente com o teste de emergência e calculado pela fórmula de Labouriau (1983); comprimento da parte aérea (CPA), à partir do coleto até a gema apical, e do sistema radicular (CSR), à partir do coleto até o ápice da raiz, utilizando régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm; massa seca da parte aérea (MSPA), do sistema radicular (MSSR) e total (MST). A obtenção da massa seca foi por meio da secagem em estufa regulada a 80 °C por 24 horas, conforme recomendações de Nakagawa (1999), os resultados expressos em g.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos avaliados pelo teste F, e as médias foram submetidas à análise de regressão utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os constituintes químicos encontrados na triagem fitoquímica realizada no extrato de folhas secas de *C. hastata* (Tabela 1) foram alcaloides, saponinas, compostos fenólicos e flavonóides. Todas as substâncias químicas encontradas possuem potencial alelopático. O modo de ação dos aleloquímicos pode incluir uma inibição na germinação de sementes, crescimento de raízes ou plântulas, uma diminuição na fotossíntese, conteúdo de clorofila, fitohormônio e atividades enzimáticas, absorção de minerais, fluxo de carbono, ruptura da membrana celular, inibição da divisão celular, síntese de proteínas e respiração (JABRAN, 2017).

**Tabela 1: Classes de metabólitos secundários presentes no extrato aquoso obtido a partir de folhas secas de *Cynophalla hastata*.**

Classes de metabólitos secundários	Extrato aquoso
Alcaloides	+
Saponinas	+
Compostos fenólicos	+
Taninos	-
Flavonóides	+
Antraquinonas	-
Antocianinas	-
Chalconas	-
Leucoantocianidinas	-
Catequinas	-

\* Os sinais + e - correspondem a um resultado positivo e negativo, respectivamente, para a presença do metabólito secundário no extrato. Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os alcalóides, em geral, são tóxicos e apresentam gosto amargo, por isso plantas que apresentam este composto são evitadas por animais e insetos em sua dieta alimentar (HARBORNE; WILLIAMS, 2000). As saponinas podem interagir com as membranas celulares e afetar o processo fotossintético, entre outros efeitos negativos (WEIR; PARK; VIVANCO, 2004).

Os compostos fenólicos são considerados os principais grupos de aleloquímicos vegetais e podem impactar vários processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas, como

inibição da divisão celular, alongamento, alterações na permeabilidade da membrana, fotossíntese e respiração da planta e várias funções e atividades de enzimas (GOG et al., 2005; JOHN; SARADA, 2012). Os flavonóides correspondem a uma importante classe de polifenóis com forte atividade biológica, dentre elas, controle de ação de hormônios vegetais, agentes alelopáticos e inibidores enzimáticos (HARBORNE; WILLIAMS, 2000).

A análise do pH do extrato aquoso das folhas frescas de *C. hastata* em função das diferentes concentrações (0, 25, 50 e 75%) variou de 6,81 a 5,41 pH, conforme mostra a Tabela 1. A faixa de pH considerada ideal para a germinação da maioria das espécies é entre 6,0 e 7,5 (LAYNEZ-GARSABALL; MENDEZ-NATERA, 2006).

**Tabela 2: Valores de pH do extrato aquoso de folhas frescas de *Cynophalla hastata* em diferentes concentrações (0, 25, 50, 75 e 100%).**

Concentrações do extrato (%)	Potencial hidrogênico (pH)
0	6,67
25	6,81
50	5,70
75	5,59
100	5,41

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A avaliação do pH é de grande importância, visto que valores elevados de acidez podem atuar negativamente na inibição da germinação de sementes e no crescimento de plântulas (SILVEIRA et al., 2012). O controle do pH deve ser acompanhado, visto que substâncias como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, entre outros, que podem camuflar os efeitos alelopáticos por influenciarem na concentração iônica e ser osmoticamente ativos (TUR et al., 2010).

A análise de variância referente aos parâmetros relacionados à emergência (porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência) e desenvolvimento inicial das plântulas (comprimento radicular, massa seca da parte aérea, raiz e total) de *A. cearensis*, indicou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) quando as sementes foram submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas frescas de *C. hastata*, demonstrando que as diferentes concentrações interferiram no vigor das plântulas desta espécie

(Tabela 3). Para o tempo médio de emergência e comprimento da parte aérea as diferentes concentrações do extrato não ocasionaram nenhum efeito.

**Tabela 3: Análise de variância para a emergência e desenvolvimento inicial: Porcentagem de Emergência (PE); Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Tempo Médio de Emergência (TME); Comprimento da Parte Aérea (CPA) e do Sistema Radicular (CSR); Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), do Sistema Radicular (MSSR) e Total (MST) de plântulas de *Amburana cearensis* submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas frescas de *Cynophalla hastata*.**

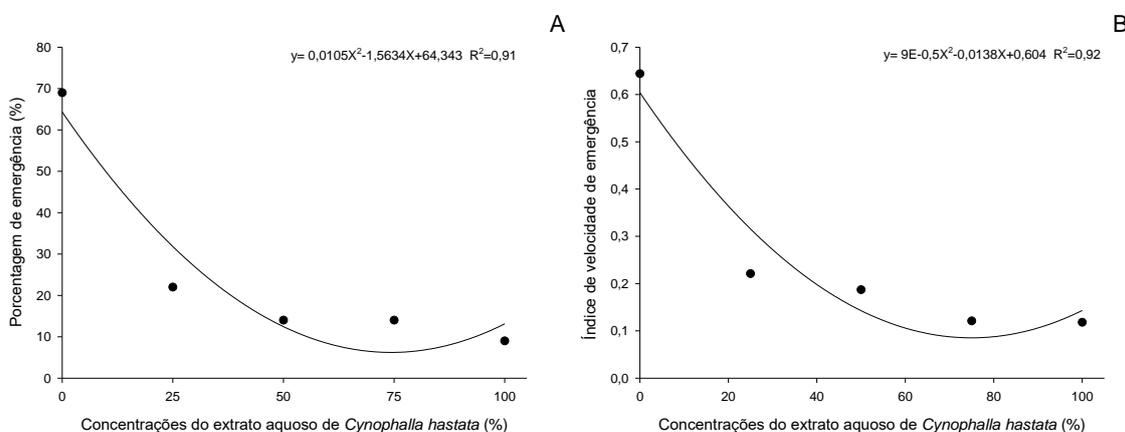
Quadrado Médio	Fator de Variação		
	Tratamento	Resíduo	CV%
GL	4	20	
PE	3051,5**	18,0	16,57
IVE	0,2422**	0,0006	9,68
TME	0,1385 <sup>ns</sup>	0,4276	13,20
CPA	4,0246 <sup>ns</sup>	3,2324	17,09
CSR	2.3131*	0,6554	29,54
MSPA	0,9680**	0,0106	28,81
MSSR	0,0516**	0,0001	7,72
MST	1,4621**	0,0043	13,05

\*Efeito significativo a 1% (\*\*), a 5% (\*) e efeito não significativo (ns); Grau de liberdade (GL); Coeficiente de variação (CV). Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para a porcentagem de emergência das plântulas de *A. cearensis*, constatou-se que os dados se ajustaram a uma equação polinomial de segundo grau, com valor mínimo de 9% na concentração de 100%. Observou-se ainda que independente da concentração do extrato aquoso de *C. hastata* houve uma redução significativa em relação à testemunha (concentração 0%), pois as plantas que foram irrigadas com água destilada apresentaram uma emergência de 69%, enquanto que para as concentrações de 25; 50 e 75% do extrato aquoso de *C. hastata*, foi de 22; 14 e 14%, respectivamente, o que comprova o efeito alelopático da espécie (Figura 1A). Os resultados corroboram com os de Silva et al. (2020), em que a porcentagem de emergência de plântulas de *Mimosa hostilis* Benth reduziu à medida que aumentou a concentração do extrato aquoso de *C. hastata*,

atingindo uma emergência de 17 e 11% nas concentrações de 75 e 100%, respectivamente. Segundo Oliveira et al. (2020), compostos fenólicos, flavonoides, alcaloides, terpenoides e taninos são substâncias que apresentam evidente capacidade alelopática, substâncias essas encontrada no extrato aquoso de *C. hastata* (Tabela 1).

**Figura 1: Porcentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) de sementes de *Amburana cearensis* submetidas a diferentes concentrações do extrato foliar de *Cynophalla hastata*.**



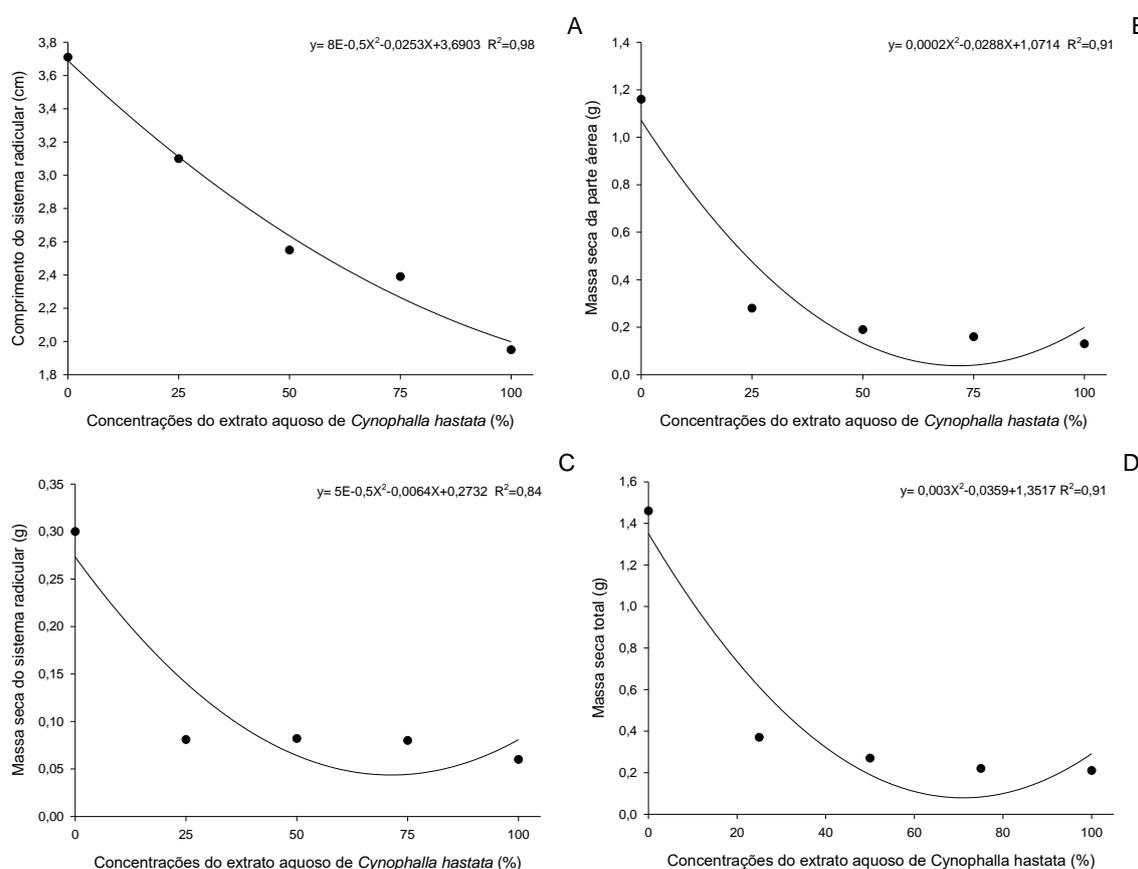
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Analisando o índice de velocidade de emergência foi observado o mesmo comportamento que a emergência, onde verificou-se que os dados apresentaram valor mínimo de 0,118 na concentração de 100% do extrato aquoso. Logo, a testemunha (concentração de 0%) apresentou maior índice, portanto maior número de plântulas de *A. cearensis* emergidas por dia. Esse comportamento pode ser atribuído aos metabólicos secundários encontrados no extrato aquoso de folhas de *C. hastata* (Figura 1B).

Ao utilizarem o extrato aquoso de folhas de *C. hastata* nas concentrações de 0, 10, 25, 50, 75 e 100%, Silva et al. (2017) observaram que com o aumento das concentrações do extrato aquoso, a porcentagem e o índice de velocidade de emergência das plântulas de alface reduziram significativamente, indicando que altas concentrações proporcionam um maior efeito alelopático, sendo que nas concentrações de 75 e 100% houve total inibição da germinação.

Quanto ao comprimento do sistema radicular das plântulas de *A. cearensis* (Figura 2A), o uso exclusivo de água (0% de concentração) proporcionou raízes mais compridas, em relação ao emprego do extrato aquoso de *C. hastata* na concentração de 100%, verificando-se uma redução de 1,76 cm. Um dos mecanismos de ação dos aleloquímicos é a regulação do crescimento e isso pode ocorrer por meio da interação com os hormônios, há evidências de que um dos efeitos dos compostos fenólicos, os quais foram encontrados no extrato aquoso de *C. hastata* (Tabela 2), seja a alteração no nível do ácido indolacético (AIA), em que alguns são supressores da destruição do AIA ou estimulantes da AIA oxidase (EINHELLIG, 1986), ou seja, haverá a destruição das auxinas, hormônio responsável pelo crescimento das raízes .

**Figura 2: Comprimento do sistema radicular (A), massa seca da parte aérea (B), massa seca da raiz (C) e massa seca total (D) de plântulas de *Amburana cearensis* submetidas a diferentes concentrações do extrato foliar de *Cynophalla hastata*.**



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No estágio de plântula, a raiz é mais sensível do que a parte aérea aos compostos alelopáticos, como os presentes no extrato aquoso de folhas de *C. hastata*, visto que o sistema radicular é a estrutura que mantém o primeiro contato com o extrato vegetal e a parte aérea apresenta certa quantidade de reservas, no endosperma e nos cotilédones embrionários, para a manutenção do metabolismo (WANDSCHEER; PASTORINI, 2008). Além do que, o sistema radicular se torna mais sensível a ação de aleloquímicos, pelo fato de que seu alongamento celular depende das divisões celulares, que, se inibidas, comprometem o seu desenvolvimento normal (HOFFMANN et al., 2007). Peres et al. (2006) sugerem que este é um aspecto ecológico importante já que com o desenvolvimento inadequado do sistema radicular, haverá redução na pressão competitiva da planta, favorecendo as espécies vizinhas, que podem assim estabelecer aspectos de dominância.

Em estudos com diferentes concentrações do extrato das folhas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Bitencourt et al., (2021) observaram que as concentrações de 50 a 100% ocasionou efeitos alelopáticos negativos na germinação, crescimento inicial e desenvolvimento do sistema radicular de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.), resultando em anomalias morfológicas e proliferação de fungos. Em análise fitoquímica das suas folhas foram identificados os metabólitos secundários flavonoides, terpenos, taninos, antocianinas e heterosídeos, provavelmente, estejam relacionados ao efeito alelopático negativo.

Todas as concentrações (25; 50; 75 e 100%) do extrato aquoso de *C. hastata* causaram redução no acúmulo de massa seca, tanto para a parte aérea (MSPA) como para o sistema radicular (MSSR) e total (MST), com comportamento quadrático em função das concentrações, onde apresentaram valores mínimos de 0,13, 0,06 e 0,21 g na concentração de 100%, conforme apresentado na Figura 2B, 2C e 2D.

Para alguns dos efeitos alelopáticos mais comuns relatados na bibliografia corrente sobre o crescimento vegetal, é dado destaque a interferência dos aleloquímicos na divisão celular, síntese orgânica, interações hormonais, absorção de nutrientes, inibição da síntese de proteínas, mudanças no metabolismo lipídico, abertura estomática, assimilação de CO<sub>2</sub> e na fotossíntese, inibindo o transporte de elétrons e redução do conteúdo de clorofila na planta (PEDROL et al., 2006), conseqüentemente, ocorre redução no acúmulo de massa seca, o que pode ser observado na presente pesquisa.

Ao analisarem a massa seca do sistema radicular de plântulas de cebolinha (*Allium fistulosum* L.) Brito et al. (2016) observaram um decréscimo no acúmulo de massa à medida que se aumentou a concentração do extrato aquoso de folhas de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.). Quando a irrigação foi feita com água mineral e com extrato aquoso de folhas de jurema-preta na concentração de 10%, foram obtidas plântulas com os maiores conteúdos de massa, em relação ao uso do extrato nas concentrações de 75 e 100%. Para a referida pesquisa não houve diferença estatística entre as diferentes concentrações quanto ao acúmulo da massa seca da parte aérea.

Vale salientar que a capacidade inibitória de extratos vegetais sobre outras plantas, averiguada por meio de ensaios de laboratório, não aponta necessariamente a ocorrência de efeitos alelopáticos sob condições de campo, pois, o movimento do composto alelopático no solo, assim como com outros organismos, pode aumentar ou restringir os efeitos alelopáticos (BARBOSA et al., 2008). Assim, é fundamental a intensificação de estudos sobre as interações alelopáticas dentro de sistemas florestais diversificados de forma a determinar os efeitos que ocorrem entre as espécies arbóreas presentes na comunidade.

## CONCLUSÃO

A presença de substâncias com potencial alelopático como alcalóides, saponinas, compostos fenólicos e flavonoides no extrato aquoso de folhas de *C. hastata*, proporciona a redução da emergência, do índice de velocidade de emergência, do crescimento inicial do sistema radicular e do acúmulo de massa seca de plântulas de *A. cearensis*.

## REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, L.S.; GAMA, J.R.V.; OLIVEIRA, F.A.; CARVALHO, J.O.P.; GONÇALVES, D.C.M.; ARAÚJO, G.C. Fitossociologia e uso múltiplo de espécies arbóreas em floresta manejada, comunidade Santo Antônio, município de

- Santarém, estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 2, p. 185–194, 2012. DOI: 10.1590/S0044-59672012000200002
2. ALMEIDA, J.P.N.; LESSA, B.F.T.; PINHEIRO, C.L.; GOMES, F.M.; MEDEIROS-FILHO, S.; SILVA, C.C. Germination and development of *Amburana cearensis* seedlings as influenced by seed weight, light and temperature. **Acta Scientiarum.Agronomy**, v.39, n.4, p.525-533, 2017. DOI: 10.4025/actasciagron.v39i4.32786
3. AYE, M.M.; AUNG, H.T.; SEIN, M.M.; ARMIJOS, C. A Review on the Phytochemistry, Medicinal Properties and Pharmacological Activities of 15 Selected Myanmar Medicinal Plants. **Molecules**, v.24, p.293, 2019. DOI: 10.3390/molecules24020293
4. BARBOSA, E.G.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian cerrados. **Brazilian Archives of biology and Technology**, v.51, n.4, p.825-831, 2008. DOI: 10.1590/S1516-89132008000400021
5. BITENCOURT, G.A.; GONÇALVES, C.C.M.; ROSA, A.G.; ZANELLA, D.F.P.; MATIAS, R. Fitoquímica e Alelopatia da Aroeira -Vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) na Germinação de Sementes. **Ensaio e Ciência**, v.25, n.1, p.02-08, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2021v25n1p02-08>
6. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 399p. 2009.
7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes de espécies florestais**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 98p. 2013.
8. BRITO, A.C.V.; ARAÚJO, A.V.; PINTO, M.A.D.S.C. Potencial alelopático de espécies arbóreas da caatinga sobre a emergência e o desenvolvimento inicial de *Allium fistulosum* L. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.23, p.975-985, 2016. DOI: 10.18677/Enciclopedia\_Biosfera\_2016\_084
9. CORNEJO, X. *Cynophalla* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em:

- <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB105705>>. Acesso em junho 2021.
10. CRUZ, M.E.Z.; NOZAKI, M.H.; BATISTA, M.A. Plantas medicinais e alelopatia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.3, n.15, 28-34. 2000.
11. EINHELLIG, F.A. **Mechanisms and mode of action of allelochemicals**. In: Putnam, A. R.; Tang, C. S. (Eds.) The science of allelopathy. New York: John Willey & Sons, p.171-188. 1986.
12. FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001
13. FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.175-204, 2000.
14. GOG, L.; BERENBAUM, M.R.; DE LUCIA, E.H.; ZANGERL, A.R. Autotoxic effects of essential oils on photosynthesis in parsley, parsnip, and rough lemon. **Chemoecology**, 15 (2005), pp. 115-119
15. HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoids research since 1992. **Phytochemistry**, v.55, p.481-504. 2000.
16. HARUN, M.A.Y.A.; JOHNSON, R.W.R.; UDDIN, M.Z. Allelopathic potential of *Chrysanthemoides monilifera* subsp. *monilifera* (boneseed): a novel weapon in the invasion processes. **South African Journal of Botany**, v.93, p.157-166, 2014. DOI: 10.1016/j.sajb.2014.04.008
17. HOFFMANN, C.E.F.; NEVES, L.A.S.; BASTOS, C.F.; WALLAU, G.L. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.6, n.1, p.11-21, 2007.
18. INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Apresentação: Estações Automáticas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 15 jun. 2021.
19. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE [IUCN]. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020.1. Acesso em fevereiro de 2020 <<http://www.iucnredlist.org>>

20. JABRAN, K. **Manipulation of Allelopathic Crops for Weed Control**. Cham: Springer International Publishing, 2017.
21. JOHN, J.; SARADA, S. Role of phenolics in allelopathic interactions. **Allelopathy Journal**, 29 (2012), pp. 215-230
22. LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 173p. 1983.
23. LADHARI, A.; GAALICHE, B.; ZARRELLI, A.; GHANNEM, M.; MIMOUN, M. B. Allelopathic potential and phenolic allelochemicals discrepancies in *Ficus carica* L. cultivars. **South African Journal of Botany**, v.130, p.30-44, 2020. DOI: 10.1016/j.sajb.2019.11.026
24. LAYNEZ-GARSABALL, J.A.; MENDEZ-NATERA, J.R. Efectos de extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plântulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) CV. **Idesia**, v.24, n.2, p.61-75, 2006.
25. LI, Y.; KONG, D.; FU, Y.; SUSSMAN, M.R.; WU, H. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.148, p.80-89, 2020. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.01.006
26. LIMA, S.S.; LEITE, L.F.C.; AQUINO, A.M.; OLIVEIRA, F.C.; CASTRO, A.A.J.F. Estoques da serrapilheira acumulada e teores de nutrientes em Argissolo sob manejo agroflorestal no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v.34, n.1, p.75-84, 2010. DOI: 10.1590/S0100-67622010000100009.
27. LOYDI, A.; DONATH, T.W.; OTTE, A.; ECKSTEIN, R.L. Negative and positive interactions among plants: effects of competitors and litter on seedling emergence and growth of forest and grassland species. **Plant Biology**, v.17, p.667-675, 2015. DOI: 10.1111/plb.12287
28. LUCENA, R.F.P.; ALBUQUERQUE, U.P.; MONTEIRO, J.M.; ALMEIDA, C.F.C.B.R.; FLORENTINO, A.T.N.; FERRAZ, J.S.F. Useful Plants of the Semi-Arid Northeastern Region of Brazil – A Look at their Conservation and Sustainable Use. **Environ Monit Assess**, v.125, p.281–290, 2007. DOI: 10.1007 / s10661-006-9521-1

29. 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.
30. MATOS, F.J.A. **Introdução à Fitoquímica Experimental**. UFC Ed., Fortaleza, Brazil. 1997.
31. OLIVEIRA, M.T.A.; MOURA, G.M.M.; CRUZ, J.I.O.; LIMA, R.V.C.; SANTOS, E.A.; ANDRADE, J.C.; UCHOA, A.F. Serine protease inhibition and modulatory-antibiotic activity of the proteic extract and fractions from *Amburana cearensis*. **Food and Chemical Toxicology**, v.135, n.1, p.1-4. (2020). DOI: 10.1016/j.fct.2019.110946
32. OLIVEIRA, Y.R.; SILVA, P.H.; ABREU, M.C.; LEAL, C.B.; OLIVEIRA, L.P. Potencial Alelopático de Espécies da Família Fabaceae Lindl. **Ensaios e Ciências**, v. 24, n. 1, p. 65-74, 2020. DOI: 10.17921/1415-6938.2020v24n1p65-74
33. PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L.; REIGOSA, M.J. **Allelopathy and abiotic stress**. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. (Eds.). *Allelopathy: a physiological process with ecological implications*. Dordrecht: Springer. p.171-209. 2006.
34. PERES, M.T.L.P.; SILVA, L.B.S.; FACCENDA, O.; HESS, S.C. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.20, p.61-69, 2006. DOI: 10.1590/S0102-33062006000100007
35. PEREIRA, E.P.L.; SOUZA, S.B.; SANTOS, C.C.; SANTOS, L.O.; CERQUEIRA, M.D.; RIBEIRO, P.R.; COSTA, S.L. *Amburana cearensis* seed extracts protect PC-12 cells against toxicity induced by glutamate. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.27, n.2, p.199-205, 2017. DOI: 10.1016/j.bjp.2016.08.010
36. RODRIGUES, E.R.; CULLEN, L.; BELTRAME, T.P.; MOSCOGLIATO, A.V.; SILVA, I.C. O uso do sistema agroflorestal taungya na restauração de reservas legais: indicadores econômicos. **Floresta**, v.38, n.3, p.517- 525, 2008. DOI: 0.5380/rf.v38i3.12420
37. SALEHI, B.; KUMAR, N.V.A.; ŞENER, B.; SHARIFI-RAD, M.; KILAÇ, M.; MAHADY, G.B.; VLAISAVLJEVIC, S.; IRITI, M.; KOBARFARD, F.; SETZER, W.N. Medicinal plants used in the treatment of human immunodeficiency virus.

- International Journal of Molecular Sciences**. v.19, n.5, p.1459. 2018. DOI: 10.3390/ijms19051459
38. SANTOS, M.O. et al. The conservation of native priority medicinal plants in a caatinga area in Ceará, northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 4, p. 2675–2685, 2017. DOI: 10.1590/0001-3765201720160633
39. SILVA, J.N.; PINTO, M.A.D.S.C.; NASCIMENTO, T.K.A.S.; BEZERRA, L.A. Extrato aquoso de *Capparis hastata* Jacq.: atividade alelopática sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de alface. **In: XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO**, 2017.
40. SILVA, J.N.; SILVA, M.A.D.; ROCHA, A.K.P.; ALVES, R.M.; SILVA, E.F.; LEAL, L.S.G.; MOURA, D.P. Alelopatia de *Piptadenia moniliformis* e *Capparis hastata* sobre o vigor de sementes de Mimosa hostilis. **Research, Society and Development**, v.9, n.8, e472985527, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5527
41. 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, p.20-27, 2012.
42. SOUZA, A.S.; ALBUQUERQUE, U.P.; NASCIMENTO, A.L.B.; SANTORO, F.R.; TORRES-AVILEZ, W.M.; LUCENA, R.F.P.; MONTEIRO, J.M. Temporal evaluation of the Conservation Priority Index for medicinal plants. **Acta Botanica Brasilica**. v.31, n.2, p.169-179, 2017. DOI: 10.1590/0102-33062017abb0027
43. TUR, C.M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. **Revista Biotemas**, v.2, p.13-22, 2010. DOI: 10.5007/2175-7925.2010v23n2p13
44. WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINI, L.H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.949-953, 2008. DOI: 10.1590/S0103-84782008000400007
45. WEIR T.L.; PARK S.W.; VIVANCO, J.M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**, v.7, p.472-479, 2004. DOI: 10.1016/j.pbi.2004.05.007