

Efeitos alelopáticos de extratos vegetais de *Hancornia speciosa* Gomes, na germinação de *Lactuca sativa* L.

Allelopathic effects of plant extracts of *Hancornia speciosa* Gomes on germination of *Lactuca sativa* L.

DOI 10.5935/2446-4775.20180014

Uhlmann, Lidiane Andressa Cavalcante¹; Oliveira, Rafael José²; Santos, Marcio Galdino^{2,3}.

¹Universidade Federal do Tocantins – UFT, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação, Campus de Porto Nacional, Rua 03, s/n, Jardim dos Ipês, 77500-000, Porto Nacional, TO, Brasil.

²Universidade Federal do Tocantins – UFT, Curso de Ciências Biológicas, Campus de Porto Nacional, Rua 03, s/n, Jardim dos Ipês, 77500-000, Porto Nacional, TO, Brasil.

³Universidade Federal do Tocantins – UFT, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Campus de Palmas, Av. NS 15, Quadra 109 Norte, Plano Diretor Norte, 77001-090, Palmas, TO, Brasil.

*Correspondência: andressabio@mail.uft.edu.br

Resumo

Hancornia speciosa Gomes (Apocynaceae) é uma fruteira, conhecida como mangabeira, com ampla distribuição no Brasil e muito utilizada na medicina popular, por suas propriedades anti-inflamatórias, anti-hipertensivas, antidiabéticas e antimicrobianas. Entretanto, nenhum estudo foi realizado com objetivo de avaliar o potencial alelopático dessa espécie. Nesse sentido, esse estudo objetivou investigar a atividade alelopática de *H. speciosa*, a partir do extrato aquoso de folhas secas sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa* L. O experimento foi conduzido no município de Porto Nacional, Tocantins, Brasil, no período de agosto/2015 a julho/2016. Folhas de mangabeira coletadas em três áreas de Cerrado foram trituradas, até obter-se um pó que posteriormente foi diluído em água destilada, resultando no extrato aquoso com concentrações de 10%, 7,5%, 5,0%, e 2,5% m/v, sendo a água destilada utilizada como testemunha. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, após a análise do delineamento, nos efeitos dose, local e interação dose *versus* local, os graus de liberdade de dose foram desdobrados em polinômios ortogonais. Pode-se verificar que o extrato aquoso de folhas de *H. speciosa* apresentou efeito alelopático negativo sobre as sementes de *L. sativa*, pois retardou a germinabilidade e aumentou o tempo médio de germinação, enquanto que o índice de sincronia não foi fortemente influenciado.

Palavras-chave: Mangabeira. *Hancornia speciosa*. Atividade alelopática. Padrões vegetacionais. Cerrado.

Abstract

Hancornia speciosa Gomes (Apocynaceae) is a fruit tree known as mangabeira with wide distribution in Brazil and widely used in folk medicine, due to its anti-inflammatory, antihypertensive, antidiabetic and antimicrobial properties. However, no study was carried out to evaluate the allelopathic potential of this species. In this sense, this study aimed to investigate the allelopathic activity of *H. speciosa*, from the aqueous extract of dry leaves on the germination of *Lactuca sativa* L. The experiment was carried out in the municipality of Porto Nacional, Tocantins, Brazil, from August/2015 to July/2016. Mangabeira leaves collected in three Cerrado areas were ground until a powder was obtained which was later diluted in distilled water, resulting in the aqueous extract with concentrations of 10%, 7.5%, 5.0%, and 2.5% m/v, the distilled water being used as a control. A completely randomized design was used, after analysis of the design, dose, site and dose-local interaction, dose degrees of freedom were deployed in orthogonal polynomials. It can be verified that the aqueous extract of leaves of *H. speciosa* presented a negative allelopathic effect on the seeds of *L. sativa*, as it delayed the germinability and increased the average time of germination, whereas the synchrony index was not strongly influenced.

Keywords: Mangabeira. *Hancornia speciosa*. Allelopathic activity. Vegetative patterns. Cerrado.

Introdução

Alelopatia é definida como uma interferência química, que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra, podendo provocar efeito direto ou indireto, benéfico ou danoso ⁽¹⁾. É um importante mecanismo ecológico, pois atua estimulando ou suprimindo o desenvolvimento e o crescimento de outras plantas, influenciando na dominância, sucessão das plantas, formação de comunidades, vegetação clímax, manejo e produtividade de culturas ^(2,3).

Compostos químicos que participam da atividade alelopática dos vegetais são denominados aleloquímicos, provêm do metabolismo secundário e estão relacionados a mecanismos de defesa das plantas, contra ataques de microrganismos e insetos, que vêm sendo adquiridos ao longo de um processo de evolução ^(4,5). Os aleloquímicos estão presentes em todos os tecidos das plantas e sua produção pode ser regulada por diversos fatores ambientais, como temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de água e nutrientes ^(6,7), e são liberados no meio ambiente por meio da lixiviação foliar, decomposição de resíduos vegetais, volatilização, exsudação radicular e incorporação dos compostos no solo ⁽⁸⁾. Quando liberados no ambiente podem ser absorvidos por outras plantas, influenciando no processo de germinação, crescimento e desenvolvimento por ações em processos fisiológicos ^(9,10).

Diversos aleloquímicos podem ser utilizados como herbicidas naturais, em substituição aos compostos sintéticos de uso corrente na agricultura, com destaque para os alcaloides, benzoxazinonas, derivados do ácido cinâmico, coumarinas e compostos cianogênicos ^(11,12,13). Além disso, os aleloquímicos são uma importante fonte de novos medicamentos, haja vista que compostos fenólicos e flavonoides possuem propriedades antioxidantes, antimicrobianas e citotóxicas ^(14,15). Dessa forma, pesquisas no âmbito da alelopatia podem ser uma alternativa interessante e viável para obtenção de novas substâncias que venham atender às necessidades atuais e futuras da medicina, agricultura, farmacologia e meio ambiente, reduzindo ou eliminando a contaminação, preservando os recursos naturais e garantindo o oferecimento de produtos com qualidade ^(16,17).

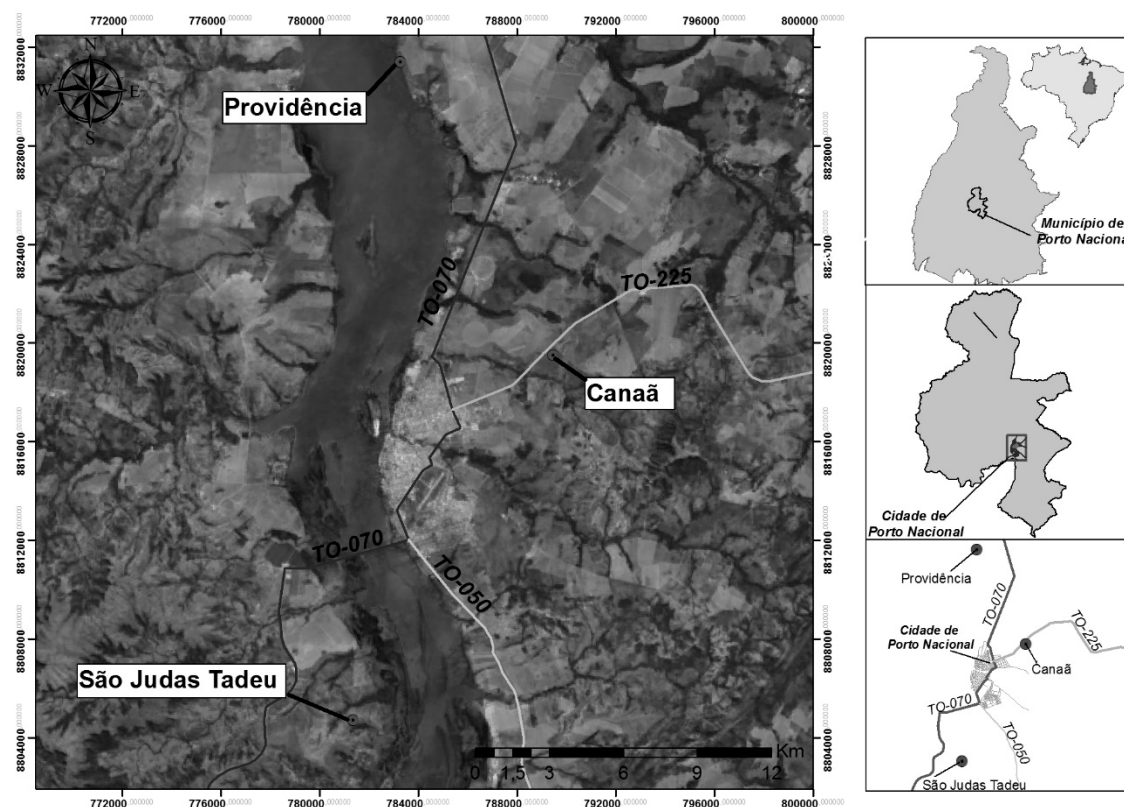
Nesse contexto, o Cerrado surge como uma área relevante para estudos alelopáticos, uma vez que é a savana tropical mais rica do planeta, com mais de 12.000 espécies de plantas (18) e uma área prioritária para a conservação em nível global, devido a sua elevada biodiversidade e crescente taxa de conversão dos seus ambientes naturais provocados principalmente pela agricultura (19). No entanto, em uma revisão sobre bioatividade de plantas do Cerrado, observou-se que apenas 0,61% haviam sido estudadas (20). Apesar dos poucos estudos desenvolvidos do ponto de vista fitoquímico, a maioria encontrou efeitos alelopáticos significativos, sugerindo que a alelopatia desempenha um papel importante na ecologia do Cerrado (20,21,22).

Dentre as diversas espécies do Cerrado, a mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) é uma frutadeira pertencente à família Apocynaceae, nativa do Brasil e está presente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste, Norte e Nordeste. Planta perenifólia de clima tropical, seus frutos possuem aroma e sabor agradável, e a frutificação ocorre entre outubro e dezembro (23), sendo muito utilizada pela agroindústria do Nordeste. Seus frutos podem ser consumidos *in natura* ou processados na forma de sorvete, suco, geleia, doces e licor (24). Além de ser conhecida pelo seu uso culinário, a *H. speciosa* é amplamente reconhecida pelas suas propriedades bioativas, demonstrando atividade anti-hipertensiva, antidiabética, anti-obesidade, antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória, citotóxica, gastroprotetora, vasodilatadora e cicatrizante (25-36). Entretanto, nenhum estudo foi realizado com objetivo de avaliar o efeito alelopático dessa espécie. Nesse sentido surge a necessidade de estudos basais que contemplem o potencial alelopático dessa espécie. No presente estudo avaliou-se o efeito alelopático exercido pelo extrato aquoso de folhas de *H. speciosa* sobre a germinação de sementes de *Lactuca sativa* L.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no município de Porto Nacional, região central do Estado do Tocantins, entre agosto/2015 e julho/2016. Para obtenção do extrato, foi realizada a coleta de folhas de *H. speciosa* em três áreas independentes de Cerrado: na fazenda Canaã (10°40'17,6"S 48°20'53"W), Providência (10°33'25,15"S; 48°24'45,84"W) e São Judas Tadeu (10°48'09"S e 48°25'28"W) para averiguar a existência de influência local no comportamento alelopático do extrato da *H. speciosa* (FIGURA 1). As exsiccatas encontram-se depositadas no herbário do Tocantins, sob registro HUEFS n° 237031. O clima da região é definido como tropical de classificação climática de Köppen e Geiger como sendo de savana com chuva de verão (Aw). Apresenta temperatura média de 26,1°C (variando 3,0°C durante o ano), sendo o mês de setembro o mais quente (27,9°C de temperatura média) e julho o mais frio (24,9°C). A pluviosidade anual média de 1622 mm, com o mês mais seco (junho) com uma média de quatro mm, e o mais chuvoso (março) com 262 mm (37).

FIGURA 1: Localização das fazendas Canaã, Providência e São Judas Tadeu, município de Porto Nacional – TO, onde realizaram-se as coletas de folhas de *Hancornia speciosa* para elaboração dos extratos.



No mês de coleta foram realizadas análises físico-químicas do solo e determinação da clorofila *a* e clorofila *b*, segundo metodologia própria (38-39). Os dados meteorológicos foram obtidos pela estação meteorológica do município de Porto Nacional - TO e fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (40).

A preparação do extrato realizou-se seguindo uma metodologia adaptada (41), utilizada nos bioensaios de germinação. Folhas de *H. speciosa* sadias foram retiradas de forma assistemática, de dez matrizes pré-selecionadas de cada área. As folhas foram secas em estufa a 45°C durante período de 60 horas ou até peso constante, trituradas separadamente obtendo-se um pó, posteriormente agrupado numa única amostra por local e disperso em água destilada na proporção de 100 g para 1 L para resultar no extrato aquoso bruto (10% m/v).

O uso de extrato aquoso é recomendado em estudos alelopáticos porque reflete mais de perto o que aconteceria sob condições naturais (19). O extrato bruto foi filtrado com auxílio de uma bomba elétrica de vácuo acoplada a um Kitassato com funil de Buchner, coberto com uma camada de papel de filtro qualitativo. O extrato resultante foi recolhido em um bquer e a partir do extrato bruto foram realizadas as diluições de 10%, 7,5%, 5,0% e 2,5% m/v, sendo a água destilada utilizada como testemunha, resultando em cinco tratamentos.

Para o bioensaio de germinação a espécie escolhida como receptora foi *L. sativa* (alface), pois apresenta maior sensibilidade aos efeitos de aleloquímicos, é resistente a uma ampla faixa de pH e é considerada indicadora de atividade alelopática, sendo frequentemente usada em testes de laboratório (41,42,43). As sementes de *L. sativa* (Grand Rapids TBR), com 82% de germinação e pureza de 99,0% foram adquiridas

no comércio local. Adotaram-se quatro repetições de 50 sementes por placa de Petri contendo duas folhas de papel filtro embebidas em 10 mL de água destilada ou extrato correspondente. Todo material experimental foi previamente autoclavado e, durante a manipulação dos materiais, as mãos e as bancadas passaram por um processo de assepsia com o uso de etanol 70%. A semeadura ocorreu em capela de fluxo contínuo a fim de evitar contaminações. O experimento foi conduzido em câmara de germinação com fotoperíodo de 12 horas e temperatura controlada a 25°C.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 (três locais: Canaã, Providência, São Judas Tadeu, e cinco concentrações: 0% (controle), 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0%). As contagens dos diásporos germinados foram realizadas a cada 12 horas e, após o sétimo dia de experimento, o intervalo de contagem passou a ser de 24 horas até a estabilização da germinação, sendo este o intervalo mais recomendado para bioensaios de germinação. Adotou-se a protrusão de qualquer parte do embrião como critério de germinação (42).

Os dados obtidos foram submetidos aos cálculos de (i) germinabilidade (G) que corresponde a porcentagem de sementes em que o processo de germinação chega ao final, por meio do crescimento intraminal que resulta na protrusão (ou emergência) de um embrião vivo (44,45); (ii) tempo médio de germinação (T) que é a média ponderada do tempo que cada semente levou para germinar (44,45); e o (iii) índice de sincronia (I) proposto para medir a sincronização de sementes, detectando o número de vezes em que as sementes germinam independente de quando isso ocorre, onde valores próximos de 1 representam que a germinação de todas as sementes ocorre ao mesmo tempo e valores próximos de 0 quando pelo menos duas sementes podem germinar, uma de cada vez (44,45). Além disso, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo o efeito de doses desdobrado em contrastes ortogonais. Para a obtenção dos pressupostos da análise de variância foi realizado o teste de homogeneidade de Hartley e normalidade de Shapiro-Wilk; os dados foram transformados para análise, sendo a porcentagem de germinação transformada em arco seno da raiz quadrada de $x/100$ (46,47) e por Box-Cox para as variáveis, tempo médio e índice de sincronização.

Resultados e Discussões

Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença significativa no efeito alelopático entre os locais analisados e na interação dose *versus* local, pois todos os p-valores foram maiores que 0,05 (TABELA 1) indicando que, independentemente de onde foram coletadas as folhas de *H. speciosa*, o efeito alelopático no experimento foi igual.

Segundo a literatura (1,48), fatores abióticos tais com radiação solar, nutrientes minerais, temperatura e estresse hídrico, podem ser utilizados como parâmetros para indicar diferenças nas biossínteses de compostos aleloquímicos. Portanto, esses fatores, desconsiderando os fatores bióticos e antrópicos, principalmente herbívora e queimadas, podem promover variações genéticas em populações naturais e resistência perante as pressões ambientais, sendo o fator preponderante para a seleção natural. Assim, as plantas que ocorrem em um gradiente ambiental podem variar quanto à constituição genética e atividade fisiológica, embora pertencendo a mesma espécie, e podem responder de modo muito diferente às tensões ambientais. Entretanto, as análises preliminares de solo e clorofila não demonstraram diferenças significativas entre os locais, os fatores de nutrientes minerais e a radiação solar. Também, pelo fato dos

acessos estarem na região central do Estado do Tocantins, convergem para as mesmas condições de umidade e temperatura. Além disso, pode-se considerar o descarte de fatores genéticos, pois a *H. speciosa* é planta endêmica do Cerrado, e todos os acessos foram realizados com indivíduos endêmicos em locais que não possuem diferenças latitudinais. Estes fatos corroboram para uma explicação plausível com os resultados em não haver diferença significativa no efeito alelopático entre os locais analisados.

TABELA 1: Valores do teste F, teste t, p-valor e o grau de liberdade (GL) para os caracteres analisados: G (germinabilidade), T (tempo médio de germinação) e I (índice de sincronização) de diásporos de *Lactuca sativa* submetidos a diferentes doses de extrato foliar de *Hancornia speciosa*. O símbolo (t) significa que os dados utilizados na análise são dados transformados. Valores significativos são representados em negrito. Os parâmetros do modelo $y_{ij} = b_0 + b_1 \cdot \text{dose} + b_2 \cdot \text{dose}^2$ e o seu respectivo coeficiente de determinação, em porcentagem (R^2), são apresentados.

Fontes de variação	G (t)			T (t)			I (t)		
	GL	F	p	GL	F	p	GL	F	p
Regressão linear	1	101,9058	< 0,0001	1	179,5956	< 0,0001	1	6,3417	0,0154
Regressão quadrática	-	-	-	-	-	-	1	8,168	0,0064
Desvio de regressão	3	1,4490	0,2412	3	4,4194	0,0083	2	1,1293	0,3322
Doses	4	26,5635	< 0,0001	4	48,2103	< 0,0001	4	4,1921	0,0057
Local	2	0,0920	0,9123	2	1,7411	0,1869	2	0,1246	0,8831
Local x Doses	8	0,9876	0,4583	8	1,4384	0,2071	8	0,6321	0,7465
Resíduo	45			45			45		
Parâmetros do modelo	Coef.	t	p	Coef.	T	p	Coef.	t	p
b0	60,170	30,122	< 0,0001	4,4763	133,587	< 0,0001	5,0146	8,988	< 0,0001
b1	-3,293	-10,095	< 0,0001	0,0733	13,401	< 0,0001	0,5357	2,026	0,0487
b2	-	-	-	-	-	-	-0,0725	-2,858	0,0064
R ² (%)	95,91			93,20			86,53		
Média geral	43,7052			4,8430			4,9761		
Coeficiente de variação (%)	20,44			3,09			41,27		

Nesse estudo os parâmetros analisados indicam efeitos alelopáticos inibitórios significativos no processo de germinação de *L. sativa* em função das concentrações de extrato aquoso de folhas secas de *H. speciosa* testado ($p < 0,05$). Ao analisar a germinabilidade das sementes de *L. sativa*, foi observado um decréscimo linear significativo na porcentagem de germinação com o aumento na concentração do extrato (**FIGURA 2A**). Logo, os efeitos mais expressivos da inibição ocorreram na concentração de 10% (m/v), germinando apenas 18% das sementes. Observou-se, ainda, que à medida que a concentração do extrato se tornava mais diluída a porcentagem de germinação aumentava gradativamente, chegando a 71% de germinação quando a concentração do extrato era de 0% (m/v). Assim, a cada aumento de 1% na concentração do extrato houve uma redução de 5,23% no processo de germinação. Com frequência, em estudos alelopáticos, a germinabilidade é um índice muito utilizado, embora na maioria das vezes não demonstra

um resultado expressivo. O que mais se observa são efeitos significativos de extratos sobre o tempo médio e velocidade de germinação e nenhuma diferença na germinabilidade em relação ao controle (42,49,50). No entanto, nesse estudo foram identificados resultados relevantes no processo de germinabilidade. As mudanças nesse parâmetro podem ser apenas fatores secundários decorrentes de interações que ocorrem em níveis celulares e moleculares, pois os aleloquímicos podem alterar estruturas citológicas, hormonais, as membranas e sua permeabilidade, a absorção de minerais, transcrição e tradução do DNA, respiração, conformação de enzimas e receptores entre outros (10,51).

O tempo médio de germinação também apresentou uma variação linear e significativa (**FIGURA 2B**), nesse caso havendo um acréscimo do tempo médio de germinação com respeito à concentração do extrato. Quando as sementes estavam embebidas no controle o tempo médio para a germinação foi de 86 horas, enquanto que para a concentração de 10,0% o tempo médio para a germinação das sementes foi 193 horas. Ou seja, a cada 1% de aumento na dose do extrato houve um aumento de aproximadamente 10 horas no tempo médio de germinação, levando a conclusão que o extrato induziu atraso na emergência do embrião das sementes de *L. sativa*. Dessa forma, corrobora com a ideia de que os aleloquímicos promovem efeitos prejudiciais no processo de germinação e crescimento, reduzindo a porcentagem de sementes germinadas, atrasando a germinação que muitas vezes impossibilitam a continuidade de seu desenvolvimento (44,52).

Resultados semelhantes foram encontrados ao testar o efeito alelopático do fruto de *Sapindus saponaria* na germinação de *L. sativa*, verificando que o extrato aquoso exerceu efeito significativo sobre o processo de germinação. Houve decréscimo linear na porcentagem de germinação, na velocidade média de germinação e na velocidade de germinação. Por outro lado, houve aumento linear no tempo médio de germinação (41). Em bioensaios realizados com extratos foliares das espécies *Peltophorum dubium* e *Psychotria leiocarpa*, igualmente constataram que os extratos causaram atraso na germinação dos aquênios *L. sativa*, o que foi visualizado nas alterações do tempo médio de germinação (53), assim como observado em nossos estudos.

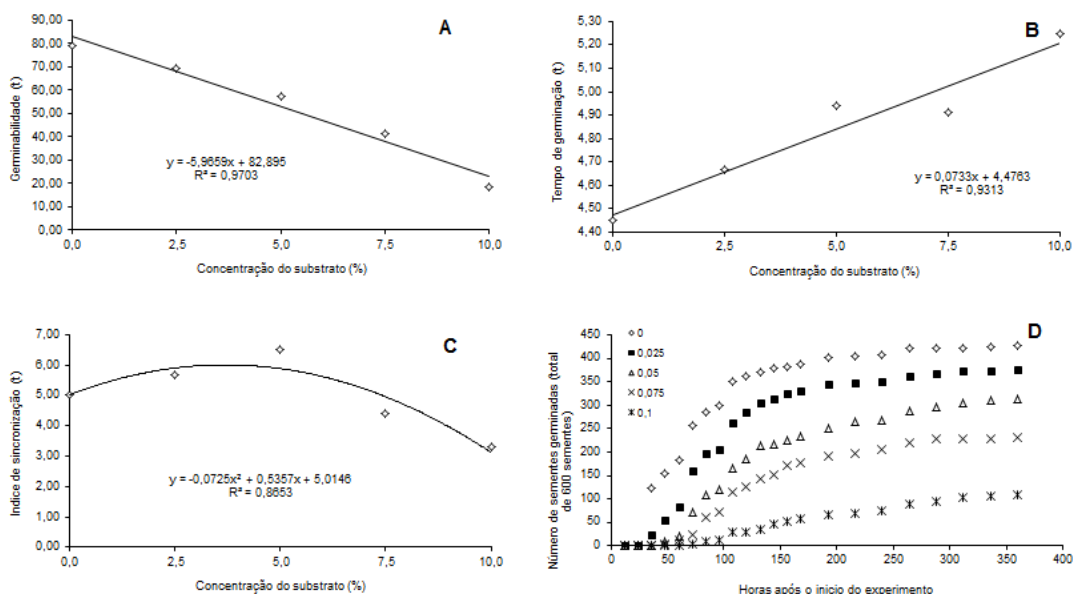
Nos bioensaios de atividade alelopática com extrato aquoso de *Araucaria angustifolia* na germinação de *L. sativa*, observou-se um decréscimo linear nos valores de porcentagem de germinação, ocasionando inibição em torno de 80% da germinação das sementes nas concentrações de 5,0% e 7,5% (m/v), o que pode ser explicado pela presença de componentes aleloquímicos (54).

Em um estudo de atividade alelopática com onze espécies nativas do Cerrado sobre a germinação de *L. sativa* e *Sesamum indicum*, observou-se que todos os extratos aquosos a 10% (m/v) atrasaram a germinação das espécies receptoras, sendo *Davilla elliptica*, *Diospyros hispida*, *Kielmeyera coriacea*, *Miconia albicans*, *Piptocarpha rotundifolia* e *Schefflera vinosa* as espécies que demonstraram maiores efeitos alelopáticos (55). Esse resultado apoia a hipótese de que, sob condições de estresse abiótico e biótico, pode ocorrer um aumento na atividade alelopática das plantas (56). No caso específico do Cerrado, podemos considerar o estresse hídrico, ao qual o solo deste domínio é submetido durante a estação seca ou o fogo, outro elemento característico, que ao danificar as plantas induz a produção de aleloquímicos (57,58). O aumento da produção de aleloquímicos pode proporcionar uma maior inibição nas plantas concorrentes / receptoras e caracterizar um importante mecanismo de defesa da planta (59). Esse resultado favorece a ideia de que a atividade alelopática é um mecanismo fundamental nas interações ecológicas do Cerrado (21).

O atraso na germinação pode significar uma desvantagem para as sementes em campo, pois estas ficarão expostas por mais tempo a patógenos como fungos, fatores ambientais e predação. Outra desvantagem é que sementes que demoram a germinar irão competir com plantas já pré-estabelecidas em crescimento (60). Esse fator tem um significado ecológico, pois plantas que germinam mais lentamente podem apresentar tamanho reduzido (61) e, conseqüentemente, podem ser mais suscetíveis a estresses ambientais e terem menor chance na competição por recursos (21).

Além da germinabilidade e do tempo médio de germinação o índice de sincronia é um parâmetro que demonstra o nível de organização ou desordem das reações químicas no processo de germinação (10,46). Na interpretação do índice de sincronização, quanto menor for o seu valor mais sincronizado será a germinação, independentemente do número total de sementes germinadas (46). No presente estudo o maior valor para o índice de sincronização correspondeu a aproximadamente 3,7% de concentração do extrato, decaindo com o aumento da mesma (FIGURA 2C). A perda da sincronia de germinação representa heterogeneidade na fisiologia dos aquênios de *L. sativa* (45), autenticando que a ação dos aleloquímicos interfere no padrão de sincronia da germinação de sementes submetidas a tais compostos (43). Resultados semelhantes também foram encontrados em bioensaios de germinação com extrato aquoso de *Persea americana* Mill. sobre *L. sativa* pois as sementes mostraram-se mais sincrônicas nas concentrações mais baixas do extrato (62). O comportamento do número total de sementes germinadas em cada concentração do extrato no decorrer das horas está representado graficamente e corrobora para os resultados anteriormente relatados (FIGURA 2D).

FIGURA 2: Efeito da concentração do substrato de *Hancornia speciosa* sob a germinabilidade (A) de *Lactuca sativa*, tempo médio de germinação (B), índice de sincronização (C) e número total de sementes germinadas em relação ao tempo (em horas) após o início do experimento (D). Os valores apresentados nos gráficos A, B e C são dados transformados.



Os efeitos alelopáticos resultam da ação de várias substâncias que atuam em conjunto, visto que, em geral, os aleloquímicos são encontrados em baixas concentrações no meio ambiente (59,63-65). Além disso, extratos vegetais são misturas que podem conter substâncias de várias classes como terpenos, compostos fenólicos, flavonoides, taninos, alcaloides, aminoácidos não proteicos, dentre outras, compostos que estão

envolvidos nos efeitos alelopáticos de inibição de metabolismo das plantas alvo e, que apresentam efeitos complexos sobre as espécies testadas. Assim sendo, análises químicas mais detalhadas são necessárias para esclarecer quais desses compostos seriam os responsáveis pelo efeito alelopático ⁽⁶⁰⁾.

Os ensaios de fitotoxicidade podem ser utilizados para direcionar o isolamento e a identificação dos compostos responsáveis por esta atividade ^(6,65). No entanto, para comprovar que o extrato aquoso de folhas secas de *H. speciosa* apresenta efeito alelopático e testar seu uso potencial como agente químico natural, sugerimos outras abordagens experimentais para uma maior compreensão dos resultados obtidos. Estudos a campo devem ser realizados para confirmar se este potencial alelopático, como processo inibitório, se expressa em condições naturais.

Conclusão

Os ensaios de atividade alelopática realizados com extrato aquoso de folhas secas de *Hancornia speciosa* sobre a germinação de *Lactuca sativa* indicam que não houve diferença de locais de coletas no efeito alelopático do extrato. Porém, o mesmo apresentou efeito alelopático negativo sobre as sementes de *L. sativa*, pois retardou significativamente a germinabilidade, ao passo que houve acréscimo considerável no tempo médio de germinação, enquanto que o índice de sincronia não foi fortemente influenciado. Conclui-se que houve um retardo no processo de germinação das sementes de *L. sativa* sob o efeito do extrato aquoso de *H. speciosa*, em laboratório.

Futuros estudos de análises fitoquímicas são promissores para o entendimento e identificação das substâncias alelopáticas, além da determinação das porcentagens de concentração destas nos acessos estudados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo acadêmico (PIBIC) e a Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT).

Referências

1. Rice EL. **Allelopathy**. 2ª ed. New York: Academic Press. 422p. 1984. ISBN: 10:0125870558.
2. Novaes P. **Alelopatia e bioprospecção em *Rapanea ferruginea* e *Rapanea umbellata***. 2011. São Carlos, SP. Tese de Doutorado [Programa de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais]. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Universidade Federal de São Carlos. [\[Link\]](#).
3. Teasdale JR, Rice CP, Guimei C, Ruth WM. Expression of allelopathy in the soil environment: soil concentration and activity of benzoxazinoid compounds released by rye cover crop residue. **Plant Ecol**. 2012 May; 213:1893–905. ISSN: 1385-0237. [\[CrossRef\]](#).
4. Nishimura H, Mizutani J. Identification of allelochemicals in *Eucalyptus citriodora* and *Polygonum sachalinense*. In: Inderjit; KMM Dakshini, FA Einhellig (eds.). **Allelopathy - organisms, processes and applications**. DC: American Chemical Society. Washington, 1995 p. 74-85. [\[Link\]](#).

5. Medeiros ARM. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Horti Sul**. 1990;1(3):27-32. ISSN: 0103-3700. [\[Link\]](#).
6. Macías FA, Molinillo JMG, Varela RM, Galindo JCG. Allelopathy: a natural alternative for weed control. **Pest Manag Sci**. 2007;63(4):327-48. ISSN: 1526-498X. [\[CrossRef\]](#).
7. Gatti AB, Perez SCJGA, Lima MIS. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Bot Bras**. 2004; 18(3):425-30. ISSN: 0102-3306. [\[CrossRef\]](#).
8. Weir TL, Park SW, Vivanco JM. Biochemical and physiological mechanisms mediated allelochemicals. **Curr Opin in Plant Bio**. 2004 Ago; 7(4):472-9. ISSN: 1369-5266. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#).
9. Einhellig FA. The physiology of allelochemical action: clues and views. In: Reigosa M, Pedrol N. **Allelopathy from molecules to ecosystems**. Vigo: Universidade de Vigo, 2002; p.1-23. [\[Link\]](#).
10. Ferreira AG. Interferência: competição e alelopatia. In: Ferreira AG, Borghetti F. (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre Artmed Editora. 2004. p. 251-64. ISBN: 8536303832.
11. Belz RG, Hurlle K. A novel laboratory screening bioassay for crop seedling allelopathy. **J Chem Ecol**. 2004; 30(1):175-98. ISSN: 0098-0331. [\[Link\]](#).
12. Qiming X, Haidong C, Huixian Z, Daqiang Y. Allelopathic activity of volatile substance from submerged macrophytes on *Microcystin aeruginosa*. **Acta Ecol Sinica**. 2006; 26(11):3549-54. ISSN: 1872-2032. [\[CrossRef\]](#).
13. Waller GR, Feug MC, Fujii Y. Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites. In: Inderjit I, Dakshini KMM, Foy C L. (Eds.). **Principles and practices in plant ecology**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 75-98. [\[Link\]](#).
14. Sofi FR, Raju CV, Lakshmisha IP, Singh RR. Antioxidant and antimicrobial properties of grape and papaya seed extracts and their application on the preservation of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) during ice storage. **J Food Sci Technol**. 2016; 53 (1):104-17. ISSN: 0975-8402. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#).
15. Amin MU, Khurram M, Khattak B, Khan J. Antibiotic additive and synergistic action of rutin, morin and quercetin against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. **BMC Complement Altern Med**. 2015; 15:59. ISSN: 1472-6882. [\[CrossRef\]](#)[\[PubMed\]](#).
16. Newman DJ, Cragg GM. Natural products as sources of new drugs from 1981 to 2014. **J Nat Prod**. 2016; 79(3):629-61. ISSN: 0163-3864. [\[CrossRef\]](#)[\[PubMed\]](#).
17. Souza Filho APS, Alves SM. Potencial alelopático de plantas acapu (*Vouacapoua americana*): efeitos sobre plantas daninhas de pastagem. **Planta Daninha**. 2000; 18(3):453-41. ISSN: 1806-9681. [\[CrossRef\]](#).
18. Klink CA, Machado RB. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conserv Bio**. 2005; 19:707-13. ISSN:1523-1739. [\[CrossRef\]](#).

19. Mittermeier RA, Fonseca GAB, Rylands AB, Brandon K. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade** 2005; 1(1):14-21. ISSN: 1808-3773. [\[Link\]](#).
20. Novaes P, Molinillo JMG, Varela RM, Maciás FA. Ecological phytochemistry of Cerrado (Brazilian savanna) plants. **Phytochem Rev**. 2013 May; 12:839–55. ISSN: 0031-9422. [\[CrossRef\]](#).
21. Gatti AB, Perez SCJGA, Ferreira, AG. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies de cerrado. **Rev Bras Bio**. 2007; 5(Supl 02):174-6. ISSN: 0034-7108. [\[Link\]](#).
22. Silva GB, Martim L, da Silva CL, Young MCM, Ladeira AMP. Allelopathic potential of Cerrado native arboreous species. **Hoehnea**. 2006; 33:331–8. ISSN: 2236-8906. [\[CrossRef\]](#).
23. Venturini Filho WG. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher. 2010.
24. Nascimento RSM, Cardoso JA, Cocozza FDM. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Rev Bras Eng Agríc Ambient**. 2014 Aug; 18(8):856–60. ISSN: 1807-1929. [\[CrossRef\]](#).
25. Moraes TM, Rodrigues CM, Kushima H, Bauab TM, Villegas W, Pellizzon CH, Souza Brito ARM, Hiruma-Lima CA. *Hancornia speciosa*: Indications of gastroprotective, healing and anti-*Helicobacter pylori* actions. **J Ethnopharmacol**. 2008; 120:161-8. ISSN: 0378-8741. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#).
26. Hirschmann GS, Arias AR. A survey of medicinal plants of Minas Gerais. Brazil. **J Ethnopharmacol**. 1990;29:159-72. ISSN: 0378-8741. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#).
27. Grandi TMS, Trindade JA, Pinto MJF, Ferreira LL, Catella AC. Plantas medicinais de Minas Gerais, Brasil. **Acta Bot Bras**. 1989;3(2):185-224. ISSN: 0102-3306. [\[CrossRef\]](#).
28. Rodrigues VEG, Carvalho DA. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio Cerrado na região do Alto Rio Grande de Minas Gerais. **Cienc Agrotec**. 2001; 25(1):102-23. ISSN: 1981-1829. [\[Link\]](#).
29. Marinho DG, Alviano DS, Matheus ME, Alviano CS, Fernandes PD. The latex obtained from *Hancornia speciosa* Gomes possesses anti-inflammatory activity. **J Ethnopharmacol**. 2011;135:530-7. ISSN: 0378-8741. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#).
30. Ferreira HC, Serra CP, Lemos VS, Braga FC, Cortes SF. Nitric oxide-dependent vasodilatation by ethanolic extract of *Hancornia speciosa* via phosphatidyl-inositol 3-kinase. **J Ethnopharmacol**. 2007;109:161-4. ISSN: 0378-8741. [\[CrossRef\]](#).
31. Ferreira HC, Serra CP, Endringer DC, Lemos VS, Braga FC, Cortes SF. Endothelium-dependent vasodilatation induced by *Hancornia speciosa* in rat superior mesenteric artery. **Phytomedicine**. 2007;14:473-8. ISSN: 0944-7113. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#).
32. Endringer DC, Valadares M, Campana PRV, Campos JJ, Guimarães KG, Pezzuto JM, Braga FC. Evaluation of Brazilian plants on cancer chemoprevention targets in vitro. **Phytother Res**. 2010;24:928-33. ISSN: 1099-1573. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#).

33. Geller FC, Teixeira MR, Pereira AB, Dourado LP, Souza DG, Braga FC, Simões CMO. Evaluation of the wound healing properties of *Hancornia speciosa* leaves. **Phytother Res.** 2015;12:1887-93. ISSN: 1099-1573. [[CrossRef](#)][[PubMed](#)].
34. Silva GC, Braga FC, Lima MP, Pesquero JL, Lemos VS, Cortes SF. *Hancornia speciosa* Gomes induces hypotensive effect through inhibition of ACE and increase on NO. **J Ethnopharmacol.** 2011;137:709-13. ISSN: 0378-8741. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)].
35. Pereira AC, Pereira AB, Moreira CC, Botion LM, Lemos VS, Braga FC, Cortes SF. *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae) as a potential anti-diabetic drug. **J Ethnopharmacol.** 2015;161: 30-5. ISSN: 0378-8741. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)].
36. Santos UP, Campos JF, Torquato HFV, Paredes-Gamero EJ, Carollo CA, Estevinho LM, Souza KP, Santos EL. Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties as well as the phenolic content of the extract from *Hancornia speciosa* Gomes. **PLoS One.** 2016 Dec;11(12): e0167531. ISSN: 1549-1277. [[CrossRef](#)].
37. Climate-data.org. 2017. *Dados climáticos para cidades mundiais*. Retrieved January 19. Disponível em: [[Link](#)]. Acesso em: 25 mai. 2018.
38. Donagema GK, Campos DVB, Calderano SB, Teixeira WG, Viana JHM. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. [[Link](#)].
39. Oliveira RJ, Silva JEC, Chagas DB. Seasonal variation of chlorophyll and carotenoids in leaves of *Hancornia speciosa* in three central areas of the Cerrado of the state of Tocantins, Brazil. **J Agric Sci.** 2018;10(3):344-52. ISSN: 1916-9752. [[CrossRef](#)].
40. INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Bdmep - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2017. Disponível em: [[Link](#)]. Acesso em: 25 mai. 2018.
41. Grisi AB, Gualtieri SCJ, Ranal MA, Santana DG. Efeito alelopático do fruto de *Sapindus saponaria* na germinação e na morfologia de plântulas daninhas e de hortaliças. **Planta Daninha.** 2011; 29(2):311-22. ISSN: 1806-9681. [[CrossRef](#)].
42. Ferreira AG, Aquila MEA. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Rev Bras Fisiol Veg** 2000; 12:175-204. ISSN: 1806-9355. [[Link](#)].
43. Alves MCS, Filho SM, Innecco R, Torres SB. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesq Agropec Bras.** 2004; 39(11):1083-6. ISSN: 1678-3921. [[CrossRef](#)].
44. Ferreira AG, Borguetti F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 323 p. [[Link](#)].
45. Ranal MA, Santana DG, Ferreira WR, Mendes RC. Calculating germination measurements and organizing spread sheets. **Rev Bras Bot.** 2009; 32:849-55. ISSN: 1806-9959. [[CrossRef](#)].
46. Ranal MA, Santana DG. How and why to measure the germination process? **Rev Bras Bot.** 2006 Mar; 29:1-11. ISSN: 1806-9959. [[CrossRef](#)].

47. Pimentel GF. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba: ESALQ; 2009.
48. Inderjit, Dakshini KMM, Foy CL. **Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions**. New York: CRC Press; 1999.
49. Carmo FMS, Borges LEE, Takaki M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Bot Bras** 2007;21(3):697-705. ISSN: 0102-3306. [[CrossRef](#)].
50. Sartor LR, Adami PF, Chini N, Martin TN, Marchesel JA, Soares AB. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciênc Rural**. 2009; 39(6):1653-9. ISSN: 0103-8478. [[CrossRef](#)]
51. Rizvi SJH, Rizvi V. **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman & Hall; 1992. [[CrossRef](#)].
52. Magiero EC, Assmann JM, Marchese JA, Capelin D, Paladini MV, Trezzi MM. Efeito alelopático de *Artemisia annua* L. na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.). **Rev Bras Plan Med**. 2009; 11(3):317-24. ISSN: 1516-0572. [[CrossRef](#)].
53. Maraschin-Silva F, Áquila MEA. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Rev Árvore**. 2006;30:547–55. ISSN: 0100-6762. [[CrossRef](#)].
54. Silveira BD, Hosokawa RT, Nogueira AC, Weber VP. Atividade alelopática de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Ci FI**. 2014 Mar;24(1):79-85. ISSN: 0103-9954 [[CrossRef](#)].
55. Gatti AB, Takao LK, Pereira VC, Ferreira AG, Lima MIS, Gualtieri SCJ. Seasonality effect on the allelopathy of cerrado species. **Braz J Biol**. 2014;74(3):64-9. ISSN: 1519-6984. [[CrossRef](#)].
56. Gross EM. Allelopathy of aquatic autotrophs. **CRC Crit Rev Plant Sci**. 2003;22(3):313-39. ISSN: 0735-2689. [[CrossRef](#)].
57. Oliveira PS, Marquis RJ. **The cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna**. Irvington: Columbia University Press. 2002. [[Link](#)].
58. Haridasan M. Nutrient cycling as a function of landscape and biotic characteristics in the cerrado of central Brazil. In: McClain ME, Victoria RL, Richey JE. **Biogeochemistry of the Amazon basin and its role in a changing world**. Oxford University Press; 2001. p.68-83. [[Link](#)].
59. Einhellig FA. An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses. In: Inderjit I, Dakshini KMM, Foy CL (Ed.). **Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions**. Boca Raton: CRC Press; 1999. p. 479-94. [[Link](#)].
60. Oliveira SCC, Gualtieri SCJ, Dominguez FAM, Molinillo JMG, Montoya RV. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. **Acta Bot Bras** 2012 Mai;26(3):607-18. ISSN: 0102-3306. [[CrossRef](#)].

61. Jefferson LV, Pennachio M. Allelopathic effects of foliage extracts from four Chenopodiaceae species on seed germination. **J Arid Environ.** 2005 Oct;55:275-85. ISSN: 0140-1963. [[CrossRef](#)].
62. Borella J, Wandscheer DAC, Bonatti LC, Pastorini LH. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **R Bras Bioci.** 2009;7(3):260-5. INSS: 1980-4849. [[Link](#)].
63. Taiz L, Zeiger E. **Fisiologia vegetal.** 4ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2009. [[Link](#)].
64. Reigosa M, Gomes AS, Ferreira AG, Borghetti F. Allelopathic research in Brazil. **Acta Bot Bras.** 2013; 27(4):629-46. ISSN: 0102-3306. [[CrossRef](#)].
65. Inderjit, Weston LA. Are laboratory bioassays for allelopathy suitable for prediction of field responses? **J Chem Ecol.** 2000; 26(9):2111-8. ISSN: 1573-1561. [[CrossRef](#)].

Conflito de interesses: O presente artigo não apresenta conflitos de interesse.

Histórico do artigo: Submissão: 10/01/2018 | Aceite: 26/06/2018 | Publicação: 05/07/2018

Como citar este artigo: Uhlmann LAC, Oliveira RJ, Santos MG. Efeitos alelopáticos de extratos vegetais de *Hancornia speciosa* Gomes na germinação de *Lactuca sativa* L. **Rev Fitos.** Rio de Janeiro. 2018; 12(2): 147-160. e-ISSN 2446.4775. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/596>>. Acesso em: dd/mm/aaaa.

Licença CC BY 4.0: Você está livre para copiar e redistribuir o material em qualquer meio; adaptar, transformar e construir sobre este material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente, desde que respeitado o seguinte termo: dar crédito apropriado e indicar se alterações foram feitas. Você não pode atribuir termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam outros autores de realizar aquilo que esta licença permite.
