

POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO FOLIAR E DO PSEUDOFRUTO DE *HOVENIA DULCIS* THUNB. SOBRE PLANTAS NATIVAS

Allelopathic potential of the leaf extract and pseudofruits of *hovenia dulcis* Thunb. on native plants

Sara Graciola¹; Rogério Luis Cansian²; Luiz Ubiratan Hepp²; Marcelo Malysz²; Tanise Luisa Sausen²; Elisabete Maria Zanin²

¹ Curso de Ciências Biológicas filiado à Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim. *E-mail*: sara.graciola@gmail.com

² Programa de Pós Graduação em Ecologia filiado à Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim.

Data do recebimento: 26/10/2021 - Data do aceite: 12/01/2022

RESUMO: Em fragmentos florestais subtropicais, a espécie *Hovenia dulcis* apresenta alto grau de invasibilidade. A alelopatia pode causar efeitos negativos sobre a germinação e desenvolvimento de espécies nativas, como a redução da germinação e no do crescimento radicular. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito fitotóxico de extratos foliares e de pseudofrutos sobre o processo de germinação de espécies arbóreas nativas. O potencial alelopático foi avaliado sobre a germinação das espécies *Bauhinia forficata*, *Cedrela fissilis* e *Parapiptadenia rigida*. Além disso, foi determinada a composição fitoquímica dos extratos hexânicos de folhas e pseudofrutos por Cromatografia Gasosa com Espectrometria de Massas. Os resultados mostraram que a concentração dos extratos foi associada com o potencial alelopático de *H. dulcis* sobre a germinação das espécies arbóreas nativas estudadas. A germinação de sementes de espécies nativas apresentou sensibilidade aos extratos com maior concentração (50%). Os extratos de folhas secas e verdes apresentaram composição química semelhante, enquanto o extrato de pseudofrutos apresentou composição química diferente. O potencial alelopático observado neste estudo pode ocasionar a redução no crescimento inicial e estabelecimento de espécies arbóreas em fragmentos florestais, facilitando o processo de invasão biológica de *H. dulcis*.

Palavras-chave: Germinação. Redução de Biodiversidade. Invasão Biológica.

ABSTRACT: The *Hovenia dulcis* species has a high invasive degree in subtropical forest. Allelopathy can cause negative effects on germination and development of native species, such as reduced germination and root growth. The aim of this study was to evaluate the phytotoxic effect of plant extracts and pseudo fruits on germination process of native tree species. The allelopathic potential was evaluated on the germination of the species *Bauhinia forficata*, *Cedrela fissilis* and *Parapiptadenia rigida*. Furthermore, the phytochemical composition was determined from leaf extracts and pseudo fruits by Gas Chromatography with Mass Spectrometry. The results showed that the extracts concentration were associated with *H. dulcis* allelopathic potential on the germination of native species. The germination of native seeds showed sensitivity to extracts with the highest concentration (50%). The extracts of dry and fresh leaves showed similar chemical composition as the pseudo fruits extract showed different chemical composition. The allelopathic potential observed in this study may entail a reduction in initial growth and establishment of native species in forest fragments, facilitating the process of biological invasion of *H. dulcis*.

Keywords: Germination. Biodiversity Loss. Biological Invasion.

Introdução

A invasão de espécies exóticas em fragmentos florestais é responsável por alterações na estrutura da comunidade e no funcionamento dos ecossistemas, com efeitos diretos na redução da biodiversidade (MALLIK; PRESCOTT, 2001; ROTHSTEIN et al., 2004; SANTORO et al., 2012; DYDESKI; JAGODZINSKI, 2020). A espécie *Hovenia dulcis* Thunb é originária da China e do Japão (WANDSCHEER et al., 2011), ocorrendo em clima temperado quente e úmido (RICHARDSON, 1966). Atualmente, esta espécie está amplamente distribuída em todo o Sul do Brasil, ocorrendo de forma isolada ou em pequenos agrupamentos, apresentando grande capacidade de regeneração em ambientes fragmentados (SCHUMACHER et al., 2008; DECHOUM et al., 2015; LAZZARIN et al., 2015; PADILHA et al., 2015; JUNG et al., 2018). Estudos demonstram que *H. dulcis*

tem alta capacidade de estabelecimento em fragmentos em estágio intermediário de regeneração e em áreas com dossel fechado (DECHAUN et al., 2015; PADILHA et al., 2015).

A formação de densos agrupamentos de *H. dulcis* em fragmentos florestais é considerada um dos principais fatores associados à perda de biodiversidade, pois esta condição dificulta a germinação e o estabelecimento inicial de espécies-alvo devido ao seu potencial alelopático (WANDSCHEER et al., 2011; SCHMIDT et al., 2020). Todavia, Lima et al. (2015) observaram que o potencial alelopático avaliado por meio de bioensaios pode ser superestimado para explicar alterações na estrutura das comunidades, sugerindo que apenas a fitotoxicidade não é, necessariamente, um indicador dos efeitos alelopáticos de determinada espécie vegetal. Os principais efeitos alelopáticos são observados sobre a germinação e o desenvolvimento de espécies-teste, com uma redução da capacidade de germinação e desenvolvimento de plântulas, sobretudo no

crescimento radicular (SAUSEN et al., 2009; PAWLOWSKI et al., 2013; CARDOSO et al., 2014; RIBEIRO et al., 2019). O efeito inibitório dos aleloquímicos sobre a germinação e crescimento de espécies é considerado um importante processo que influencia a dinâmica vegetal, principalmente quando se considera o potencial aleloquímico de espécies exóticas invasoras sobre a estrutura de comunidades florestais nativas (PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001; MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006; GROVE et al., 2012; SANTORO et al., 2012).

Considerando a intensa invasão de *H. dulcis* em fragmentos florestais no Sul do Brasil e a alta produção e acúmulo de folhas e pseudofrutos desta espécie, na superfície do solo, este estudo pretende avaliar as diferenças no potencial alelopático entre extratos foliares e de pseudofrutos sobre o processo de germinação de espécies arbóreas nativas.

Material e Métodos

Material vegetal

A coleta das folhas e pseudofrutos de diferentes indivíduos adultos de *H. dulcis* foi realizada durante os meses de junho a agosto, no Parque Municipal Longines Malinowski (PMLM), localizado no município de Erechim, Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 27°37'55" e 27°38'14" S e 52°16'38" e 52°17'02" W. O PMLM possui cerca de 24 ha e é caracterizado como um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, localizado no perímetro urbano. Folhas verdes e pseudofrutos foram coletados e levados ao Laboratório de Ecologia e Sistemática Vegetal da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Câmpus de Erechim, para condução dos bioensaios de germinação e para caracterização fitoquímica parcial. Uma

parte das folhas verdes foram secas em estufa à temperatura de 25°C durante 4 dias para posterior obtenção do extrato de folhas secas.

Ensaio de germinação

As folhas frescas e os pseudofrutos foram, inicialmente, mantidos por 20 minutos em solução de hipoclorito de sódio, a fim de minimizar a ação de fungos. Após este procedimento, o material foi lavado com água destilada para preparação dos extratos. As folhas/pseudofrutos foram moídas em água destilada em um mixer durante 10 min. Após a moagem, permaneceram em contato com água por 12 horas, em temperatura ambiente (18-20°C). Os extratos vegetais aquosos foram preparados com 10 e 50% de material vegetal (m/m), em água destilada. A preparação do extrato de folhas secas seguiu a mesma metodologia utilizada para os extratos de folhas frescas e pseudofrutos, mas foi realizada após a secagem das folhas. Os extratos foram filtrados e permaneceram em geladeira (~7°C) até a realização dos ensaios de germinação, que não ultrapassou 24 horas.

Os testes de germinação foram realizados com as espécies arbóreas nativas *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca), *Cedrela fissilis* Velloso (cedro) e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico vermelho). Estas espécies possuem ocorrência na região de estudo, porém, em locais com presença de *H. dulcis* a densidade destas espécies é baixa. Devido aos diferentes períodos de frutificação das espécies nativas estudadas, as sementes utilizadas nos testes de germinação foram adquiridas no Viveiro Florestal Comercial.

Os ensaios de germinação foram realizados utilizando rolos de papel filtro umedecidos com 10 mL de cada extrato (folhas verdes, secas e pseudofrutos) correspondente a cada uma das concentrações testadas (10 e 50 %). O tratamento controle consistiu em água destilada no mesmo volume. Todos

os tratamentos foram constituídos por oito repetições, com 10 sementes em cada folha de papel filtro para cada uma das espécies-alvo estudadas. Os rolos de papel filtro foram distribuídos ao acaso em câmara de germinação com temperatura de 25 ± 1 °C e com fotoperíodo de 8/16 horas. Os bioensaios de germinação, foram conduzidos durante 10 dias, sendo a emergência da radícula considerado critério de germinação.

Caracterização fitoquímica

A extração dos compostos químicos dos extratos de folhas frescas, secas e dos pseudofrutos de *H. dulcis* foi realizada a partir de 3g de material triturado, utilizando um extrator Soxhlet e Hexano como solvente. A extração foi realizada de maneira contínua durante 6 horas e, após este período, o solvente foi evaporado e o extrato foi analisado por cromatografia. A composição fitoquímica dos extratos hexânicos foi determinada por Cromatografia Gasosa com Espectro de Massas (GCMS), com um sistema Shimadzu QP5050A. O volume de amostra injetado foi de 1 µL com razão de Split 1/8. A identificação dos compostos foi feita por comparação dos espectros de massas de padrões disponíveis na biblioteca existente no *software* do equipamento e padrões externos. Os procedimentos analíticos seguem recomendações descritas em Hepp et al. (2009).

Análise dos Dados

O percentual de germinação de cada espécie foi testado quanto à normalidade utilizando um teste de Shapiro-Wilk. Os dados com distribuição não-paramétrica foram transformados em $\log(x+1)$ para garantir a normalidade dos dados. A partir deste procedimento, a variação da germinação de sementes das espécies arbóreas nativas entre as partes da planta e concentrações de extrato foi avaliada com uma Análise de Variância

de dois fatores (two way ANOVA). Os tratamentos com variações significativas foram testados posteriormente com um teste Tukey. As análises foram realizadas no ambiente estatístico R (R Core Team, 2016).

Resultados

A germinação das sementes submetidas aos extratos de diferentes partes da planta (folhas secas, frescas e pseudofrutos) variou, especialmente, de acordo com a concentração dos extratos (Tabela 1; Figura 1).

Figura 1 - Percentagem média (\pm erro padrão; n=8) de germinação de sementes das espécies *Bauhinia forficata*, *Parapiptadenia rigida* e *Cedrela fissilis* expostas a diferentes concentrações dos extratos de folhas secas (seca), verdes (verde) e pseudofruto (pseudo) de *Hovenia dulcis*

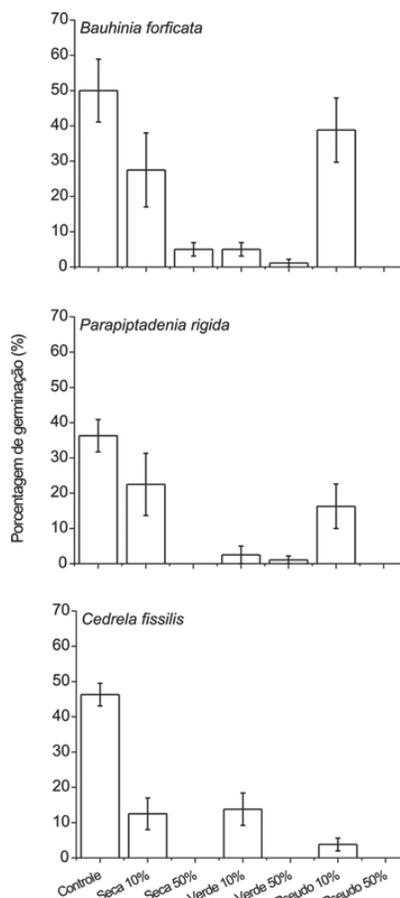


Tabela I - Resultados da *two-way* ANOVA sobre a germinação de sementes das espécies *Bauhinia forficata*, *Parapiptadenia rigida* e *Cedrella fissilis* expostas ao extratos de folhas secas, frescas e pseudo-frutos de *Hovenia dulcis*

	gl	SQ	MQ	F	p
<i>Bauhinia forficata</i>					
Concentração	2	65,5	32,7	17,9	<0,001
Partes da planta	2	8,4	4,2	2,2	0,111
Interação	2	13,8	6,9	3,7	0,029
Resíduos	49	89,6	1,8		
<i>Parapiptadenia rigida</i>					
Concentração	2	75,0	37,5	29,3	<0,001
Partes da planta	2	4,6	2,3	1,7	0,176
Interação	2	9,6	4,8	3,7	0,030
Resíduos	49	62,7	1,2		
<i>Cedrella fissilis</i>					
Concentração	2	94,4	47,2	55,3	<0,001
Partes da planta	2	3,3	1,6	1,9	0,149
Interação	2	3,2	1,6	1,8	0,164
Resíduos	49	41,8	0,8		

gl = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; MQ = média dos quadrados.

A germinação das espécies foi sensível aos extratos de maior concentração (50%). Para as três espécies estudadas, foram observadas diferenças entre todas as concentrações de extratos (TukeyHSD, $p < 0,05$). Ainda, foi observada interação entre concentração do extrato e partes da planta para *B. forficata* e *P. rigida*. Desta forma, observamos que o pseudofruto influenciou negativamente a germinação de *B. forficata* e *P. rigida* apenas na concentração de 50%. O extrato de pseudofruto 50% inibiu completamente a germinação de sementes de *B. forficata* (Figura 1). A inibição total da germinação de sementes de *P. rigida* foi observada com os extratos de folhas secas 50% e pseudofruto 50% (Figura 1). No entanto, os extratos de folhas-secas, folha-fresca e pseudofruto 50% de *H. dulcis* inibiram por completo a germinação de sementes de *C. fissilis* (Figura 1).

A caracterização fitoquímica identificou a presença de 8 compostos orgânicos voláteis

para o extrato de folhas secas, 8 compostos para o extrato de folhas verdes e 6 compostos para o extrato de pseudofrutos (Tabela 2). Os extratos de folhas secas e verdes apresentaram composição química semelhante com 62,5% dos compostos identificados presentes em ambos os extratos. Farnesol, octadecanol e docosanol foram encontrados apenas no extrato de folhas verdes e tetrametil ciclopropano, fitol e ácido eicosanoico, apenas no extrato de folhas secas. A composição fitoquímica do extrato de pseudofrutos apresentou composição química diferente dos demais extratos, tendo compartilhado apenas o ácido octadecanoico (16,7%) com os extratos de folhas verdes e secas.

Discussão

O potencial alelopático de *H. dulcis* sobre a germinação de espécies arbóreas

nativas esteve relacionado à concentração dos extratos e não às partes da planta. No entanto, os extratos de pseudofrutos foram os mais inibitórios. O potencial alelopático de *H. dulcis* pode ser associado com aspectos ecológicos do potencial de invasão biológica desta espécie em fragmentos florestais. Lima et al. (2015) observaram uma alta capacidade de dispersão de *H. dulcis* associada com os mecanismos de dispersão dos pseudofrutos e da ação de diferentes agentes dispersores nativos. Além disso, a *H. dulcis* possui maior capacidade de estabelecimento de plântulas próximo a indivíduos adultos, devido à alta capacidade de produção, dispersão e acúmulo de propágulos na superfície do solo (PADILHA et al., 2015). Estas características reduzem o estabelecimento de outras espécies vegetais, possivelmente pela ação fitoquímica

(alepática) de *H. dulcis*. Neste estudo, os resultados observados corroboram esta hipótese, uma vez que os efeitos alelopáticos dos extratos de *H. dulcis* foram muito agressivos à germinação das espécies nativas.

A redução na taxa de germinação das espécies nativas estudadas, quando expostas aos extratos de folhas verdes e secas, também pode ser associada com o alto acúmulo de folhas na superfície do solo de fragmentos florestais. A *H. dulcis* é uma espécie caducifólia, a qual apresenta queda total de folhas durante os meses de outono e inverno. Essa característica fisiológica da espécie gera um acúmulo de serapilheira no solo dos fragmentos vegetais onde ocorre muito significativo. Uma vez no solo, as folhas têm suas substâncias hidrossolúveis lixiviadas e, posteriormente, a matéria orgânica particulada é mineralizada.

Tabela II - Compostos químicos referentes à análise cromatográfica realizada na folha seca, folha verde e pseudofruto de *Hovenia dulcis*

Compostos Identificados	Folha Seca	Folha Verde	Pseudo-fruto	Fórmula química	Índice de Kovats*
Tetrametil Ciclopropano	X			C ₁₀ H ₁₈	621
Decanol			X	C ₁₀ H ₂₂ O	1271
Tetradecanol (álcool miristílico)			X	C ₁₄ H ₃₀ O	1676
Farnesol		X		C ₁₅ H ₂₆ O	1722
Hexadecanol (álcool palmítico)			X	C ₁₆ H ₃₄ O	1879
Ácido hexadecanoico (ácido Palmítico)	X	X		C ₁₆ H ₃₂ O ₂	1984
Octadecanol (álcool estearílico)		X		C ₁₈ H ₃₈ O	2070
Ácido octadecatrienoico (ácido linolênico)	X	X		C ₁₈ H ₃₀ O ₂	2094
Ácido octadecadienoico (ácido linoleico)			X	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	2198
Ácido octadecanoico (ácido esteárico)	X	X	X	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	2200
Fitol	X			C ₂₀ H ₄₀ O	1949
Eicosanol	X	X		C ₂₀ H ₄₂ O	2292
Ácido eicosanoico (ácido araquídico)	X			C ₂₀ H ₄₀ O ₂	2366
Docosanol		X		C ₂₂ H ₄₆ O	2470
Tetratetracontano	X	X		C ₄₄ H ₉₀	4395

* Kovats index (Adams, 2007).

A liberação excessiva de compostos químicos pelas folhas de *H. dulcis* gera uma situação adversa para o sucesso na germinação de outras espécies. Adicionalmente, se observa uma acentuada redução no crescimento radicular e desenvolvimento de plântulas, o qual é, geralmente, associado com o potencial alelopático (WANDSCHEER et al., 2011; SILVA et al., 2015; CARDOSO et al., 2014). Essas condições estão associadas à redução na capacidade de estabelecimento de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de fragmentos florestais.

O potencial alelopático de extratos de diferentes partes da planta são mediados através da liberação de substâncias químicas. Neste estudo, observou-se a presença de quatro compostos químicos comuns nos extratos de folhas secas e verdes. Além disso, foi observada a presença de ácido esteárico (9, 12 - *Ácido* octadecanóico) nos extratos de folha verdes e de pseudofruto, os quais apresentaram o maior efeito inibitório sobre a germinação das espécies nativas avaliadas. Os compostos identificados são, em sua maioria, componentes das ceras epicuticulares e de membranas celulares, possivelmente com pequeno efeito alelopático. Ainda assim, as diferenças de perfil fitoquímico observadas entre os extratos estudados, indicam provável variabilidade química nas diferentes partes da planta. De acordo com essa afirmação, podemos justificar o fato de que as diferenças nas taxas de germinação, observadas na presença dos diferentes extratos, sejam por efeito alelopático.

O estudo do potencial alelopático de *H. dulcis* é importante em um contexto conservacionista. Isso se deve ao fato dessa espécie apresentar um alto grau de invasibilidade em fragmentos florestais subtropicais. Assim, sua alta capacidade de estabelecimento em fragmentos florestais nativos, aliado à sua característica decídua, indica que o acúmulo deste material, sobretudo, de pseudofrutos, podem

ser os principais fatores associados com a redução na capacidade de germinação de espécies arbóreas. Conseqüentemente, isso ocasiona a redução no crescimento inicial e estabelecimento de espécies arbóreas que ocorrem no sub-bosque destes fragmentos florestais, facilitando o processo de invasão biológica de *H. dulcis*. Wandscheer et al. (2011) observaram resultados semelhantes sobre o potencial alelopático de extratos de folhas e pseudofrutos de *H. dulcis* sobre a germinação e crescimento de espécies-teste. Assim, a partir dos resultados observados neste estudo é possível inferir que a invasão biológica por *H. dulcis* pode estar associada, também, com o potencial alelopático de suas folhas e pseudofrutos. Uma alternativa efetiva de manejo e recuperação destes fragmentos invadidos por *H. dulcis* é a remoção dos indivíduos adultos e dos propágulos desta espécie (DECHOUM et al., 2015b). Por fim, neste estudo ficou evidente que o sucesso de invasibilidade de espécies exóticas em fragmentos florestais nativos da região subtropical, não concentra-se unicamente no alto poder de dispersão destas espécies, mas numa sinergia de fatores como a fragmentação dos *habitats* e sua variabilidade química.

Considerações Finais

As concentrações maiores dos extratos de folhas e pseudofrutos de *H. dulcis* apresentaram potencial alelopático sobre a germinação de espécies arbóreas nativas. Os resultados deste estudo indicam que a alta capacidade de invasão desta espécie em fragmentos florestais subtropicais pode ser associada com o potencial alelopático de folhas e de pseudofrutos, indicando que além da característica decídua da espécie, a composição fitoquímica é um fator determinante na capacidade de invasão biológica, inibindo o estabelecimento de espécies nativas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4th ed. Illinois: Allured Publishing Corporation, Carol Stream; 2007.

CARDOSO, R. I.; VALERIO JUNIOR, C.; ZANELLA, C. A.; SAUSEN, T. L.; MIELNICZKI-PEREIRA, A. A.; PAROUL, N.; CANSIAN, R. L. Avaliação do potencial alelopático de extratos de *Solanum mauritianum* Scopoli (SOLANACEAE) sobre diásporos de *Lactuca sativa* L. **Perspectiva**, v. 38, n. 143, p. 31-38, 2014.

DECHOUM, M. S.; REJMÁNEK, M.; ZALBA, S. M.; CASTELLANI, T. T. Limited seed dispersal may explain differences in forest colonization by an invasive tree in Southern Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 8, p. 610-622, 2015.

DECHOUM, M. S.; ZENNI, R. D.; CASTELLANI, T. T.; ZALBA, S. M.; REJMÁNEK, M. Invasions across secondary forest successional stages: effects of local plant community, soil, litter, and herbivory on *Hovenia dulcis* seed germination and seedling establishment. **Plant Ecology**, v. 6, n. 216, p. 823-833, 2015.

DYDERSKI, M. K.; JAGODZIŃSKI, A. M. Impact of Invasive Tree Species on Natural Regeneration Species Composition, Diversity, and Density. **Forests**, v. 11, n. 4, p. 456-476, 2020.

GROVE, S.; HAUBENSAK, K. A.; PARKER, I. M. Direct and indirect effects of allelopathy in the soil legacy of an exotic plant invasion. **Plant Ecology**, v. 12, n. 213, p. 1869-1882, 2012.

HEPP, L. U.; DELANORA, R.; TREVISAN, A. Compostos secundários durante a decomposição foliar de espécies arbóreas em um riacho do sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 407-413, 2009.

JUNG, P. H.; BRUN, F. G. K.; BRUN, E. J.; LONGHI, S. J.; PASTORIO, A. P. Urban and agricultural impacts in the structure and diversity of tree vegetation in riparian forest. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 13, p. 1-10, 2018.

LAZZARIN, L. C. L.; da SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; SOUZA, K.; PERIN, J. E.; CRUZ, A. P. Invasão biológica por *Hovenia dulcis* THUNB. em fragmentos florestais na região do Alto Uruguai, Brasil. **Revista Árvore**, v. 39, n. 6, p. 1007-1017, 2015.

LIMA, R. E. M.; DECHOUM, M. S.; CASTELLANI, T. T. Native seed dispersers may promote the spread of the invasive Japanese raisin tree (*Hovenia dulcis* Thunb.) in seasonal deciduous forest in southern Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 88, n. 3, p. 846-862, 2015.

MALLIK, A. U.; PRESCOTT, C. E. Growth inhibitory effects of salal on western hemlock and western red cedar. **Agronomy Journal**, v. 93, p. 85-92, 2001.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 547-555, 2006.

PADILHA, D. L.; LOREGIAN, A. C.; BUDKE, J. C. Forest fragmentation does not matter to invasions by *Hovenia dulcis*. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 9, p. 2293-2304, 2015.

PAWLOWSKI, A.; KALTCHUK-SANTOS, E.; BRASIL, M. C.; CARAMÃO, E. B.; ZINI, C. A.; SOARES, G. L. G. Chemical composition of *Schinus lentiscifolius* March. essential oil and its phytotoxic and cytotoxic effects on lettuce and onion. **South African Journal of Botany**, v. 88, p. 198-203, 2013.

- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial Alelopático de *Mimosa caesalpinaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 130-136, 2001.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
- RIBEIRO, V. M.; VALMORBIDA, R.; HARTMANN, K. C. D.; PORTO, E. C.; ALMEIDA, J.; CORSATO, J. M.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis* sobre germinação de *Mimosa bimucronata* e *Peltophorum dubium*. **Iheringia, Série Botânica**, v. 74, 2019.
- RICHARDSON, S. D. **Forestry in communist China**. Baltimore: The Johns Hopkins Press; 1966.
- ROTHSTEIN, D. E.; VITOUSEK, P. M.; SIMMONS, B. L. An exotic tree alters decomposition and nutrient cycling in a Hawaiian montane forest. **Ecosystems**, v. 7, n. 8, p. 805-814, 2004.
- SANTORO, R.; JUCKER, T.; CARBONI, M.; ACOSTA, A. T. T. Patterns of plant community assembly in invaded and non-invaded communities along a natural environmental gradient. **Journal of Vegetation Science**, v. 23, p. 483-494, 2012.
- SAUSEN, T. L.; LÖWE, T. R.; FIGUEIREDO, L. S.; BUZATTO, C. R. Avaliação da atividade alelopática do extrato aquoso de folhas de *Eugenia involucrata* DC. e *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret. **Polibotânica**, v. 27, p. 145-158, 2009.
- SCHMIDT, A.D.; CASTELLANI, T.T.; DE SÁ DECHOUM, M. Biotic and abiotic changes in subtropical seasonal deciduous forest associated with invasion by *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae). **Biological Invasions**, v. 22, p. 293-306, 2020.
- SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; ILLANA, V. B.; DISSIUTA, S. I.; AGNE, T. L. Biomassa e nutrientes em um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunb., plantado na Fepagro florestas, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 27-37, 2008.
- SILVA, E. R.; FERREIRA, P. M. A.; OVERBECK, G. E.; SOARES, G. L. G. Does the phytotoxic shrub *Heterothalamus psidioides* affect a plant community through allelopathy? **Plant Ecology**, v. 216, p. 87-97, 2015.
- WANDSCHEER, A. C. D.; BORELLA, J.; BONATTI, L. C.; PASTORINI, L. H. Atividade alelopática de folhas e pseudofrutos de *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 25-30, 2011.

