

Efeito alelopático de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis* sobre germinação de *Mimosa bimucronata* e *Peltophorum dubium*¹

Vandjore de Mattos Ribeiro¹, Raquel Valmorbidia², Katia Cristina Dalpiva Hartmann²,
Erly Carlos Porto², Juliana Almeida³, Jaqueline Malagutti Corsato³,
Andréa Maria Teixeira Fortes²

¹ Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, Programa de Pós-graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Rua Universitária, 2069, Jardim Universitário, CEP 85814-110, Cascavel, Paraná, Brasil.

vandm@hotmail.com, raquelvalmorbidia@yahoo.com.br, katia_hartmann@yahoo.com.br,
erly.carlos@gmail.com, amtfortes@hotmail.com

³ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Rua Universitária, 2069, Jardim Universitário, CEP 85814-110, Cascavel, Paraná, Brasil.
jaque_corsato@hotmail.com, julianaalmeida15_@hotmail.com

Recebido em 04.IV.2016

Aceito em 10.VI.2019

DOI 10.21826/2446-82312019v74e2019006

RESUMO – O objetivo deste estudo foi determinar a influência alelopática de extratos aquosos de folhas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit. e *Hovenia dulcis* Thunb. sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Mimosa bimucronata* DC Kuntze e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Extratos foram preparados nas diluições 2,5%; 5%; 7,5% e 10% (p/v) e comparadas com a testemunha. Ambos os extratos evidenciaram potencialidades alelopáticas na germinação das sementes e no crescimento inicial de *M. bimucronata*. Não foram observadas interferências negativas dos extratos das espécies doadoras sobre o processo germinativo de *P. dubium*, entretanto, plântulas submetidas ao extrato de *L. leucocephala* tiveram interferência no desenvolvimento inicial, sendo o alongamento da radícula mais sensível aos efeitos dos extratos. Sendo assim, os resultados demonstraram que os extratos aquosos das folhas de *L. leucocephala* e *H. dulcis* possuem propriedades inibitórias na germinação e desenvolvimento inicial de *M. bimucronata* e desenvolvimento inicial de *P. dubium*.

Palavras-chave: alelopatia, espécies exóticas invasoras, espécies nativas

ABSTRACT – Allelopathic effect of *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit. and *Hovenia dulcis* Thunb. on *Mimosa bimucronata* DC. Kuntze and *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. germination. The aim of this study was to determine the allelopathic effect of aqueous extracts of leaves of *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit. and *Hovenia dulcis* Thunb. on germination and early development of *Mimosa bimucronata* DC Kuntze and *Peltophorum dubium* (Spreng.) . Extracts were prepared in dilution of 2.5%; 5%; 7.5% and 10% (w/v) and compared to the control. Both extracts revealed allelopathic potential on seed germination and initial growth of *M. bimucronata*. No negative interference of extracts from the donor species was observed on the germination of *P. dubium*. However, seedlings subjected to *L. leucocephala* extract suffered interference in the initial development, resulting in the elongation of the radicle to be more sensitive to the effects of the extracts. Thus, the results showed that aqueous extracts of the leaves of *L. leucocephala* and *H. dulcis* have inhibitory properties on germination and early development of *M. bimucronata*, as well as and early development of *P. dubium*.

Keywords: allelopathy, invasive alien species, native species

INTRODUÇÃO

As espécies exóticas invasoras podem afetar a estrutura das comunidades de plantas nativas através de mudanças na diversidade ou abundância de espécies nativas (Vilà *et al.* 2011, Jeschke *et al.* 2014). As invasões bem sucedidas ocorrem quando uma espécie invasora é capaz de formar populações autossustentáveis superando uma série de barreiras bióticas e abióticas (Gioria & Osborne 2014). A competição por recursos é um dos processos que podem regular a dinâmica da comunidade de plantas e tem sido considerado como um importante mecanismo determinante do sucesso de várias espécies invasoras (Vilà

& Weiner 2004). Em ambientes expostos a fatores de estresse, as plântulas das espécies nativas podem encontrar algumas restrições ecológicas durante a germinação e o estabelecimento. Tais fatores estressores podem ser abióticos, como água, solo, temperatura, ou bióticos, como pisoteio, competição, herbivoria e alelopatia (Alves & Metzger 2006, Rai 2015).

A alelopatia é definida como o efeito nocivo ou benéfico entre plantas, por meio da produção de compostos químicos resultantes do metabolismo secundário produzido pelas plantas. Estes compostos são denominados aleloquímicos, substâncias alelopáticas ou fitotoxinas (Rice 1984). Tais compostos, uma vez liberados no ambiente, influenciam o

crescimento e o desenvolvimento de sistemas biológicos naturais ou implantados. Desta maneira, a alelopatia tem sido reconhecida como importante mecanismo ecológico que influencia a dominância vegetal, a sucessão, formação de comunidades vegetais e de vegetação clímax, bem como a produtividade e manejo de culturas (Smith 1989, Nepomuceno 2011), sendo a germinação e estabelecimento de plântulas as fases mais críticas para a dinâmica populacional de plantas e sucesso na comunidade de plantas (Pérez-Corona *et al.* 2013).

A leucena *Leucaena leucocephala* é uma espécie da família Fabaceae, originária do México, encontrada em toda a região tropical. Adapta-se a solos calcários e ambientes secos, sendo amplamente utilizada em reflorestamento de áreas degradadas. Também na agricultura é amplamente utilizada em pastagens, como adubo verde e alimentação animal. Essa espécie pode formar aglomerado monoespecífico, substituindo a vegetação natural e expondo o solo à erosão, e compõe a lista das 100 espécies invasoras mais agressivas do mundo (Lowe *et al.* 2000). A dominância exercida também impede a regeneração natural e estabelecimento de espécies nativas (Hughes, 2010, Leão *et al.* 2011). Alguns autores revelaram os aspectos alelopáticos da *L. leucocephala* obtendo-se resultados de interferência negativa no desenvolvimento e germinação de *P. dubium*, *Albizia procera* Benth., *Vigna unguiculata* (L.) Walp., *Cicer arietinum* L., *Cajanus cajan* (L.) Millsp. e *Lactuca sativa* L. (Scherer *et al.* 2005, Ahmed *et al.* 2008, Mori *et al.* 2015). Análises fitoquímicas permitiram reconhecer a presença de um aminoácido não-protéico, denominado mimosina, composto ao qual é atribuída sua potencialidade alelopática (Vestena *et al.* 2001, Yeung *et al.* 2002, García *et al.* 2008). No sistema de categorias de plantas invasoras, Cronk & Fuller (2001) atribuíram a *L. leucocephala* a categoria de “invasora grave ou generalista a qual invade habitats naturais ou semi-naturais ou que são de algum interesse de conservação”.

Hovenia dulcis, conhecida vulgarmente por uva-japão, é uma árvore caducifólia, comumente com 10 a 15 m de altura e tronco de 20 a 40 cm de diâmetro, podendo atingir 25 m de altura no sul do Brasil (Rigatto *et al.* 2001). É uma planta originária da China e Japão, mas atualmente muito difundida em todo o Sul do Brasil. É considerada uma espécie exótica com grande habilidade adaptativa, sendo bastante utilizada para recuperação de áreas degradadas com o objetivo de atrair a fauna (aves e mamíferos) e reflorestamento ciliar de açudes (Carvalho 1994). Também é uma espécie cultivada para fins de ornamentação e como barreira de vento (Dechoum 2015). Mundeleski *et al.* (2008) observaram a tendência da espécie em formar agrupamentos, sendo visível o número de plântulas que se estabelecem próximo a indivíduos adultos, podendo impedir o desenvolvimento de espécies nativas. Ela é apontada por alguns autores como uma das maiores invasoras de florestas nativas brasileiras (Rosa *et al.* 2008, Noernberg 2009). A atividade alelopática desta espécie já foi razão de estudo de alguns autores (Hutt 2009, Araldi 2011, Wandscheer *et al.*

2011), os quais verificaram que esta interfere na germinação de sementes nativas e cultivadas, como *Pterogyne nitens* Tul., *Peltophorum dubium*, *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Lactuca sativa*.

Apesar de as pesquisas científicas em torno da alelopatia serem crescentes, a maioria dos estudos se concentra nas interações entre espécies cultivadas, sendo pouco explorado o comportamento das espécies florestais frente aos possíveis efeitos alelopáticos causados por espécies exóticas invasoras. As coletas das espécies do presente estudo foram coletadas em área de Floresta Estacional Semidecidual. Neste fragmento observou-se grande representação de indivíduos de espécies nativas, como *M. bimucronata* e *P. dubium* (Gris *et al.* 2014) assim como de espécies exóticas, destacando-se a *L. leucocephala* e *H. dulcis*, tornando necessária a investigação do potencial alelopático destas espécies (exóticas), no sentido de verificar se esta é uma possível estratégia que contribui para o estabelecimento dessas populações, a qual pode impedir o estabelecimento de espécies nativas.

Desta maneira, considerando a importância de estudos sobre a mata nativa e a influência da alelopatia na dinâmica da floresta, o objetivo deste trabalho foi verificar o potencial alelopático dos extratos aquosos de *L. leucocephala* e *H. dulcis*, sob condições controladas, na germinação das sementes e desenvolvimento inicial das plântulas de *M. bimucronata* e *P. dubium*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Paraná, no período de março a setembro de 2014.

Para realização dos ensaios de germinação e desenvolvimento inicial, foram utilizadas sementes de *M. bimucronata* (maricá) e *P. dubium* (canafístula), adquiridas do Instituto Ambiental do Paraná, Cascavel, Paraná. As folhas de *L. leucocephala* e *H. dulcis* foram coletadas diretamente das árvores, já em estágio de senescência, na Faixa de Proteção do Reservatório de Itaipu, localizado entre as coordenadas 25°40'23.03"S e 54° 39'46.50"W. Estas foram secas em estufa de circulação de ar, a 40°C, até seu peso constante. Após esta secagem, as folhas foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, em peneira malha 30, a fim de reduzir este material vegetal em pequenos fragmentos. Para obtenção do extrato aquoso foi realizada uma solução na proporção de 100g de folhas para 1L de água destilada, resultando no extrato matriz a 10% (p/v), a partir do qual foram realizadas as diluições 2,5%; 5,0% e 7,5% (p/v). No tratamento testemunha, utilizou-se apenas água destilada.

Foi realizada a medida do pH (potencial hidrogeniônico) de todas as concentrações dos extratos, com o auxílio de pHmetro (Micronal B474). O potencial osmótico foi determinado através de soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) variando de 0,0 a -0,4 Mpa, conforme descrito por Souza-Filho *et al.* (1997).

Os testes de germinação das sementes de *M. bimucronata* e *P. dubium* foram realizados em placas de petri, previamente esterilizadas em autoclave a 121°C. Em seguida, as sementes foram dispostas por entre três folhas de papel filtro, as quais foram umedecidas com o extrato aquoso de *L. leucocephala* e *H. dulcis* separadamente, nas diferentes proporções (2,5%; 5,0%; 7,5% e 10% p/v) e para o tratamento testemunha, somente água destilada. As placas foram mantidas em câmara de germinação, a 25°C e fotoperíodo de 12 h. Foram utilizadas quatro repetições com 25 sementes cada. As avaliações foram realizadas diariamente, até estabilização da germinação, sendo considerada como semente germinada aquela que apresentou no mínimo 2 mm de protrusão da radícula (Hadas, 1976).

Para o bioensaio de desenvolvimento inicial de plântula, dez sementes foram pré-germinadas em água durante três dias. Decorrido este tempo, as plântulas foram transferidas para rolos de papel germitest, os quais foram dispostos em garrafas plásticas em posição vertical, contendo em seu interior cerca de 300 mL das diferentes proporções dos extratos das espécies de *L. leucocephala* e *H. dulcis*. Estes foram trocados a cada dois dias e as garrafas acondicionadas em câmara de germinação a 25°C e fotoperíodo de 12 h. Após o período de dez dias foi medido o comprimento da raiz primária e da parte aérea. Os parâmetros analisados no bioensaio de germinação foram: porcentagem de sementes germinadas (%G) (Brasil, 2009), tempo médio de germinação (TMG) segundo Edmond & Drapala (1958) e índice de velocidade de germinação (IVG) conforme Maguire (1962). Para o bioensaio de desenvolvimento inicial, foram analisados comprimento médio de raiz primária (CMR) e comprimento de parte aérea (CPA).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 mais testemunha. Os tratamentos foram quatro proporções do extrato, dois tipos de extrato e uma testemunha. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de

Tukey a 5% de probabilidade. Para comparar os tratamentos com a testemunha utilizou-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico Assisat 7.7 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do pH e da osmolalidade dos extratos de *L. leucocephala* e de *H. dulcis* variaram de 6,5 a 6,02 para o pH e de -0,1 a -0,4 MPa para o potencial osmótico (Tab. 1).

Informações disponíveis na literatura mostram que os valores de pH ideal para espécies florestais compreendem a faixa entre 6,0 e 6,5 (Guerra *et al.* 1983). Em relação à osmolalidade, Botelho & Perez (2001) e Perez *et al.* (2001) afirmaram que a germinabilidade de *P. dubium* não é afetada por valores de potencial osmótico na faixa compreendida entre -0,1 e -1,4 MPa. O mesmo acontece com a espécie *M. bimucronata* (Santarém *et al.* 1996, Brancalion *et al.* 2008). De acordo com Souza-Filho *et al.* (2010), o potencial osmótico de uma solução é um dos parâmetros que podem provocar alterações na resposta alelopática, pois pode superestimar os efeitos alelopáticos, em determinados casos, ou ainda, admitir a existência de alelopátia em casos onde não exista. Já quando o pH é extremamente alcalino ou extremamente ácido, tanto a germinação como o crescimento das plântulas podem ser afetados, com efeitos deletérios observados em condições de pH abaixo de 4 e superior a 10 (Eberlein 1987).

Em relação aos resultados da porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e índice de velocidade de germinação das sementes de *M. bimucronata* submetidas aos extratos aquosos de *L. leucocephala* e *H. dulcis*, observou-se que a porcentagem de germinação foi afetada pelo extrato de *L. leucocephala* nas proporções 5, 7,5 e 10% (p/v) assim como nas proporções 7,5 e 10%, com o extrato de *H. dulcis*, quando comparadas com o tratamento testemunha. Não foram observadas diferenças significativas no tempo médio de germinação, contudo, o índice de velocidade de germinação foi menor nas

Tabela 1. Características físico-químicas dos extratos aquosos de folhas de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis*. Cascavel, Paraná, 2015.

Proporção dos extratos % (p/v)	Potencial osmótico (Mpa)	
pH		
	<i>Leucaena leucocephala</i>	
0	7	0
2,5	6,19	- 0,1
5	6,12	- 0,2
7,5	6,12	- 0,3
10	6,44	- 0,3
	<i>Hovenia dulcis</i>	
0	7	0
2,5	6,02	- 0,1
5	6,44	- 0,2
7,5	6,50	- 0,3
10	6,37	- 0,4

proporções 5, 7,5 e 10% (p/v) em ambos os extratos, sendo que o extrato de *H. dulcis* promoveu diferenças significativas nos extratos 7,5 e 10% (p/v) quando comparado com a testemunha (Tab. 2).

Outros estudos demonstraram a interferência da *H. dulcis* sobre outras espécies. Mairesse *et al.* (2007) verificaram que sementes de alface submetidas ao extrato aquoso de *H. dulcis* promoveram diminuição na porcentagem de germinação. Wandscheer *et al.* (2011) também verificaram que as sementes de *L. sativa* apresentaram velocidades de germinação reduzidas sobre maiores concentrações do extrato de *H. dulcis*. Sementes de *L. sativa* tiveram sua porcentagem de germinação afetada sob altas concentrações (50 e 100%) do extrato aquoso de *H. dulcis* (Souza & Zampar 2016). Boeni (2011) observou que o extrato de lixiviados de *H. dulcis* promoveu redução da germinação de sementes de *Casearia sylvestris* Sw.

Os efeitos de compostos potencialmente aleloquímicos são geralmente percebidos, em laboratório, pela observação da inibição da germinação (Alves *et al.* 2004). Tais alterações podem ser resultado da interferência destes compostos nas funções de divisão celular, permeabilidade de membranas, ativação de enzimas, respiração, fotossíntese e produção de hormônios nas plantas (Rodrigues *et al.* 1992). Compostos

fenólicos reportados como alelopáticos, encontrados em ambas as espécies, como os ácidos cumárico e vanílico (Alvarenga 2012) são caracterizados como inibidores da germinação das sementes (Rasmussen & Einhelling 1977). Tais compostos podem consumir oxigênio durante o processo de oxidação, restringindo a quantidade de oxigênio que chega ao embrião inibindo ou retardando o processo de germinação (Bewley & Black 1994).

Quanto ao comprimento das plântulas de *M. bimucronata*, observou-se que extratos aquosos de *L. leucocephala* promoveram diminuição no comprimento da parte aérea nas proporções 7,5 e 10% (p/v) e na raiz na proporção 10% (p/v), enquanto *H. dulcis* afetou estes parâmetros na proporção 10% (p/v) quando comparados com a testemunha (Tab. 3).

Abugre *et al.* (2011) relataram que o extrato aquoso de *L. leucocephala* a 2% (p/v) suprimiu o desenvolvimento de *Vigna unguiculata*, *Zea mays* L. e *Hibiscus esculentus* L. Também Kalpana & Navin (2015) verificaram que extratos de *L. leucocephala* provocaram diminuição das raízes de *Raphanus sativus* L. Araldi (2011) verificou que extrato de *H. dulcis* a 10 % (p/v) também provocou diminuição do comprimento tanto de parte aérea quanto de raiz de *Paraptadenia rigida*.

Tabela 2. Porcentagem de germinação, tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Mimosa bimucronata* submetidas aos extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis*. Cascavel-PR, 2015.

Proporção dos extratos (%)	Porcentagem de germinação (%)	TMG (dias)	IVG	
Testemunha	0	97	1,80	14,50
<i>L. leucocephala</i>	2,5	95 a	1,85 a	13,62 a
	5	65 b*	1,91 a	9,05 b*
	7,5	18 c*	1,65 a	2,17 c*
	10	4 c*	2,00 a	0,23 c*
	2,5	98 a	1,60 a	17,64 a
<i>H. dulcis</i>	5	83 a	2,07 a	12,06 b
	7,5	45 b*	2,29 a	5,57 c*
	10	7 b*	1,00 a	1,00 d*
CV (%)	22,48	52,33	25,08	

Médias dos tratamentos seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. * Difere estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. C.V: coeficiente de variação.

Tabela 3. Comprimento das plântulas de *Mimosa bimucronata* submetidas aos extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis*. Cascavel-PR, 2015.

Proporção dos extratos (%)	Comprimento da parte aérea (cm)	Comprimento da raiz (cm)	
Testemunha	0	4,60	2,66
<i>L. leucocephala</i>	2,5	4,21 a	2,56 a
	5	3,74 ab	2,39 ab
	7,5	2,91 b*	2,27 ab
	10	3,09 ab*	1,69 b*
	2,5	4,02 a	2,08 a
<i>H. dulcis</i>	5	3,75 a	1,87 a
	7,5	4,10 a	2,07 a
	10	3,24 ab*	1,74 b*
CV (%)	10,16	18,53	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Difere estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. C.V: Coeficiente de variação.

De acordo com a Tabela 4, não houve diferença significativa nos parâmetros avaliados sobre a germinação de *P. dubium* quando submetida a ambos os extratos *L. leucocephala* e *H. dulcis*.

A baixa sensibilidade do *P. dubium* aos extratos isolados não descaracteriza o potencial alelopático das espécies deste estudo, uma vez que a resistência a alguns metabólitos secundários considerados alelopáticos pode ser mais ou menos específica, existindo variações de sensibilidade de uma espécie para outra (Silva *et al.* 2009), ou seja, um composto que se apresenta tóxico para uma espécie pode ser inócuo a outra (Cândido 2007).

As diferenças encontradas em relação às espécies receptoras também podem ter ocorrido devido à diferença de tamanho das sementes. Existe na literatura ampla variedade de estudos que relacionam o tamanho da semente com a germinação e estabelecimento das plântulas. Westoby *et al.* (2002) reportaram que sementes grandes, como *P. dubium* (tamanho médio de 1cm de comprimento) possuem maior tolerância a estresses ambientais do que sementes pequenas, como a *M. bimucronata* (tamanho médio de 4,5 mm) (Carvalho 2003), provavelmente devido a maior quantidade de recursos armazenados na semente (Lönnerberg 2012).

De acordo com Souza Filho *et al.* (2003) sementes pequenas são geralmente mais afetadas do que sementes grandes, sendo que as reduções nos efeitos potencialmente

alelopáticos em função do tamanho das sementes podem ser atribuídas à partição das substâncias químicas responsáveis pelas inibições observadas no processo de germinação, ou seja, ao dispormos de igual quantidade de sementes de *P. dubium* e *M. bimucronata* em uma unidade experimental, observamos que as sementes de *P. dubium* possuem maior densidade quando comparadas com as sementes de *M. bimucronata*, sendo que, conforme aumento da densidade das sementes, menor é a disponibilidade das substâncias alelopáticas advindas dos extratos das espécies de *L. leucocephala* e *H. dulcis*, o que conseqüentemente diminui a quantidade total destas substâncias absorvidas por semente, deixando, dessa forma, de atingir o nível requerido para promover inibições. Tal acontecimento poderia explicar o fato de as sementes de *M. bimucronata* apresentarem efeitos inibitórios nos parâmetros de germinação (Tab. 2) contrastando com as sementes de *P. dubium*, as quais não apresentaram resposta alelopática para os mesmos parâmetros (Tab. 4).

Quando verificado o crescimento de plântula, somente o extrato de *L. leucocephala* causou diminuição do crescimento da parte aérea de *P. dubium*, nos extratos 5 e 10% (p/v). Entretanto, ambos os extratos promoveram diminuição do sistema radicular, sendo seu efeito maior conforme aumento da proporção do extrato (Tab. 5). Resultados semelhantes em relação ao extrato de *H. dulcis*

Tabela 4. Porcentagem de germinação, tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Peltophorum dubium* submetidas aos extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis*. Cascavel-PR, 2015.

Proporção dos extratos (%)	Proporção dos extratos (%)	Porcentagem de germinação (%)	TMG (dias)	IVG
Testemunha	0	93	3,15	7,57
<i>L. leucocephala</i>	2,5	93 a	2,73 a	8,76 a
	5	91 a	3,26 a	7,11 a
	7,5	88 a	2,99 a	7,22 a
	10	89 a	3,25 a	6,66 a
	2,5	92 a	2,79 a	8,45 a
<i>H. dulcis</i>	5	93 a	3,39 a	6,87 a
	7,5	90 a	3,02 a	7,66 a
	10	88 a	1,00 a	5,78 a
CV (%)		6,27	8,30	9,43

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V: Coeficiente de variação.

Tabela 5. Comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas de *Peltophorum dubium* submetidas aos extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis*. Cascavel-PR, 2015.

Proporção dos extratos (%)	Proporção dos extratos (%)	Comprimento da parte aérea (cm)	Comprimento da raiz (cm)
Testemunha	0	6,29	6,24
<i>L. leucocephala</i>	2,5	6,04 a	3,12 a*
	5	4,33 b*	2,05 b*
	7,5	5,40 a	2,04 b*
	10	2,96 c*	1,13 c*
	2,5	5,71 a	4,56 a*
<i>H. dulcis</i>	5	5,82 a	3,10 b*
	7,5	5,55 a	1,98 c*
	10	5,78 a	1,62 c*
CV (%)		8,09	7,63

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Difere estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. C.V: Coeficiente de variação.

foram encontrados por Wandscheer *et al.* (2011), os quais notaram inibição do comprimento da raiz das plântulas de alface, porém, sem reduções significativas no comprimento da parte aérea.

Os resultados encontrados a respeito da raiz primária das plântulas tanto de *M. bimucronata* quanto de *P. dubium* sugerem que esse órgão é mais sensível aos compostos aleloquímicos presentes na *L. leucocephala* e *H. dulcis* do que a parte aérea. Chung *et al.* (2001) e Aliloo *et al.* (2012) propõem que isto acontece devido principalmente ao contato direto e prolongado das raízes com o extrato e aos aleloquímicos, em relação às demais estruturas da plântula.

O envolvimento de substâncias alelopáticas com os hormônios envolvidos na regulação do crescimento das plantas é um mecanismo de interferência que também pode ter contribuído para os baixos valores de crescimento das plântulas de *M. bimucronata* e *P. dubium*, quando estas foram submetidas aos extratos de *L. leucocephala* e *H. dulcis*. Tais espécies contêm compostos fenólicos, como os ácidos p-cumárico, vanílico, gálico, protocatéquico, p-hidroxibenzóico, phidroxifenilacético, vanílico e p-cumárico (Chou & Kuo 1986, Cho *et al.* 2000), os quais estimulam o nível de ácido indol-acético (AIA), afetando os processos de divisão e alongamento celular, o que pode ter culminado nas modificações morfológicas observadas neste estudo (Tabs. 2, 4).

Em condições de laboratório, a *L. leucocephala* e a *H. dulcis* apresentaram efeito alelopático sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *M. bimucronata*. Tal efeito foi também observado sobre o desenvolvimento inicial das plântulas de *P. dubium*. Tais resultados sugerem que a alelopatia pode ser um dos mecanismos associados ao potencial invasivo observado nestas espécies, reforçando a necessidade do controle destas espécies junto aos ecossistemas nativos.

REFERÊNCIAS

- Abugre, S., Apetorgbor, A.K., Antwiwaa, A. & Apetorgbor, M.M. 2011. Allelopathic effects of ten tree species on germination and growth of four traditional food crops in Ghana. *Journal of Agricultural Technology* 7(3):825-834.
- Ahmed, R., Hoque, A.T.M.R. & Hossain, M. K. 2008. Allelopathic effects of *Leucaena leucocephala* leaf litter on some forest and agricultural crops grown in nursery. *Journal of Forestry Research* 19(4): 298-302.
- Aliloo, A.A., Shahabivand, S., Farjam, L. & Heravi, S. 2012. Allelopathic effects of pine needle extracts on germination and seedling growth of ryegrass and kentucky bluegrass. *Advances in Environmental Biology* 6(9): 2513-2518.
- Alvarenga, L.F. 2012. Avaliação da toxicidade pré-clínica da *Hovenia dulcis*. Tese 168f., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Alves, M. C. S., Medeiros Filho, A. S., Innecco, R. & Torres, S. B. 2004. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(11):1083-1086.
- Alves, L.F. & Metzger, J.P. 2006. Forest regeneration in secondary forest areas at Morro Grande Forest Reserve, Cotia, SP. *Biota Neotrópica* 6(2): 1-26.
- Araldi, D.B. 2011. Interferência alelopática de extratos de *Hovenia dulcis* Thunb. Na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Parapiptadenia* rígida (Benth) Brenan. Tese 208 f., Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Bewley, J. D. & Black, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. Plenum Press, New York. 445p.
- Boeni, B.O. 2011. Riqueza, estrutura e composição de espécies arbóreas em floresta secundária invadida por *Hovenia dulcis* Thunb, caracterização do seu nicho de regeneração e efeitos alelopáticos. Dissertação 106f., Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Botelho, B. A. & Perez, S.C.J.G.A. 2001. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafistula. *Scientia Agricola* 58(1): 43-49.
- Brancaion, P.H.S., Novembre, A.D.L.C., Rodrigues, R.R. & Tay, D. 2008. Priming of *Mimosa bimucronata* seeds-a tropical tree species from Brazil. *Acta Horticulturae* 782:163-168.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 399 p.
- Cândido, A.C.S. 2007. Potencial Alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Leguminosae, Caesalpinioideae): bioensaios em laboratório e casa de vegetação. Dissertação. 99f., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- Carvalho, P. E. R. 1994. *Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Brasília. 640p.
- _____. 2003. *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Florestas, Paraná. 1039p.
- Cho, J.Y., Moon, J.H. & Park, K.H. 2000. Isolation and identification of 3-methoxy-4-hydroxybenzoic acid and 3-methoxy-4-hydroxycinnamic acid from hot water extracts of *Hovenia dulcis* Thunb and confirmation of their antioxidative and antimicrobial activity. *Kosfost*, 32(6):1403-1408.
- Chou, C.H. & Kuo Y.L. 1986. Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan III. Allelopathic exclusion of understory by *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Journal of Chemical Ecology* 12(6):1431-1448.
- Chung, I. M., Ahn, J. K. & Yun, S. J. 2001. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Crop Protection* 20(10):921-928.
- Cronk, Q.C.B. & Fuller, J. L. 2001. *Plant invaders: the threat to natural ecosystems*. Earthscan Publications, London. 241p.
- Dechoum, M. de S. 2015. Invasão por *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) nas florestas do Rio Uruguai: aspectos ecológicos e diretrizes para o manejo. Tese 148f., Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Eberlein, C.V. 1987. Germination of *Sorghum alnum* seeds and longevity in soil. *Weed Science* 35(6):796-801.
- Edmond, J. B. & Drapala, W. J. 1958. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American Society Horticultural Science* 71:428-434.
- García, D. M., Wencomo, H.G., Gonzáles, M. C., Medina, M. R. & Cova, L. O. 2008. Caracterización de diez cultivares forrajeros de *Leucaena leucocephala* basada en la composición química y la degradabilidad ruminal. *Revista MVZ Córdoba* 13(2): 1294-1303.
- Gioria, M. & Osborne, B. A. 2014. Resource competition in plant invasions: emerging patterns and research needs. *Front Plant Science* 5:501.
- Gris, D., Temponi, L.G. & Damasceno Junior, G. A. 2014. Structure and floristic diversity of remnant semideciduous forest under varying levels of disturbance. *Acta Botanica Brasílica* 28(4):569-576.
- Guerra, M. P., Nodari, R. O., Reis, A. & Stortz, U. 1983. Influência de diferentes substratos na produção de mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. *Insula* 13: 48-59.
- Hadas, A. 1976. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solution. *Journal Express Botany* 27:480-489.
- Hughes, C. Global invasive species database. 2010. Department of Plant Sciences, University of Oxford, Oxford, UK. Disponível em: http://www.issg.org/worst100_species.html. Acessado em 13.06.2013.
- Hutt, D.R. 2009. Atividade alelopática de extratos aquosos da espécie exótica *Hovenia dulcis* Thunb. sobre a germinação de espécies

- nativas. Trabalho de conclusão de curso 70f., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.
- Jeschke, J. M., Bacher, S., Blackburn, T. M., Dick, J.T.A., Essl, F., Evans, T., Gaertner, M., Hulme, P.E., Kühn, I., Mrugała, A., Pergl, J., Pyšek, P., Rabitsch, W., Ricciardi, A., Richardson, D.M., Sendek, A., Vilà, M., Winter, M. & Kumschick, S. 2014. Defining the Impact of Non-Native Species. *Conservation Biology* 28(5):1188-1194.
- Kalpana, P. & Navin, M.K. 2015. Assessment of Allelopathic Potential of *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit on *Raphanus sativus* L. *International Journal of Scientific and Research Publications* 5(1):1-3.
- Leão, T. C. C., Almeida, W. R., Dechoum, M. & Ziller, S. R. 2011. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife. 99p.
- Lönnberg, K. 2012. Effects of seed size and habitat on recruitment patterns in grassland and forest plants. Tese 32f. Stockholm University, Stockholm.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S. & De Poorter, M. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group, University of Auckland, Auckland. 12p.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination and in selection and evaluation from seeding emergence and vigor. *Crop Science* 2(2):176-177.
- Mairesse, L. A. S., Costa, E. C., Farias, J. R. & Fiorin, R.A. 2007. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). *Revista da FZVA* 14(2): 1-12.
- Mori, D., Ogita, S., Fujise, K., Inoue, A. & Sasamoto, H. 2015. Protoplast Co-culture Bioassay for Allelopathy in leguminous plants, *Leucaena leucocephala* and *Mucuna gigantea*, containing allelochemical amino acids, mimosine and L-DOPA. *Journal of Plant Studies* 4(1):1-11.
- Mundelecki, E., Schmitz, J.A.K. & Biondo, E. 2008. Estudo ambiental da microbacia do Arroio Jacarezinho (Nova Boréscia e Encantado/RS) com ênfase na mata ciliar e na qualidade da água. *Caderno de Pesquisa série Biologia* 20(3): 44-62.
- Nepomuceno, M. 2011. Intervalo de dessecação de *Urochloa ruziziensis* (R. German & Evrard) Crins e seu efeito alelopático na cultura da soja RR. Tese 143f., Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Noernberg, S. 2009. Avaliação e quantificação da regeneração de *Hovenia dulcis* em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. Trabalho de conclusão de curso 79f., Universidade do Contestado, Canoinhas.
- Pérez-Corona M.E., De Las Heras P. & Vázquez de Aldana, B.R. 2013. Allelopathic potential of invasive *Ulmus pumila* on understory plant species. *Allelopathy Journal* 32:101-112.
- Perez, S.C.J.G.A., Fanti, S.C. & Casali, C.A. 2001. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. *Bragantia* 60(3):155-166.
- Rai, P.K. 2015. What makes the plant invasion possible? Paradigm of invasion mechanisms, theories and attributes. *Environmental Skeptics and Critics* 4(2):36-66.
- Rasmussen, J.S. & Einhelling, F.A. 1977. Synergistic inhibitory effects of p-coumaric and ferulic acids on germination and growth of grain sorghum. *Journal of Chemical Ecology* 3(2):197-205.
- Rice, E.L. 1984. Allelopathy. Academic Press. New York. 422p.
- Rigatto, P. A., Pereira, J. C. D., Mattos, P. P. & Schaitza, E. G. 2001. Características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Hovenia dulcis*. Comunicado Técnico do Ministério da Agricultura e Abastecimento, Colombo, n.66, p. 1-4.
- Rodrigues, L. R. A., Rodrigues, T. J. D. & Reis, R. A. 1992. Alelopatia em plantas forrageiras. Editora Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, Jaboticabal. 18 p.
- Rosa, S.F., Longhi, S.J. & Ludwig, M.P. 2008. Aspectos Florísticos e Fitosociológicos da Reserva Capão de Tupanciretã, Tupanciretã, RS. *Ciência Florestal* 18(1):15-25.
- Santarém, E. R., Almeida-Cortez, J.S., Silveira, T. S. da & Ferreira, A. G. 1996. Efeito do estresse hídrico na germinação e crescimento inicial de três espécies de leguminosas. *Acta Botanica Brasilica* 10 (2):213-221.
- Scherer, L. M., Zucareli, V., Zucareli, C.A. & Fortes, A.M.T. 2005. Efeito alelopático do extrato aquoso de folha e de fruto de leucena (*Leucaena leucocephala* Wit) sobre a germinação e crescimento de raiz da canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng.). *Semina: Ciências Agrárias* 26(2): 161-166.
- Silva, H.L., Trezzi, M.M., Marchese, J.A., Buzzello, G., Miotto J.R. E., Patel, F., Debastiani, F. & Fiorese, J. 2009. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. *Planta daninha* 27(4): 655-663.
- Smith, A. E. 1989. The potential allelopathic characteristics of bitter sneezeweed (*Helienium amarum*). *Weed Science* 37(5): 665-669.
- Souza, E. & Zampar, R. 2016. Potencial alelopático de espécies vegetais exóticas do Parque Estadual Lago Azul, Campo Mourão-PR. *SABIOS: Revista de Saúde e Biologia*, 11(2): 61-70.
- Souza-Filho, A.P.S.; Alves, S.M.; Figueiredo, F.J.C. 2003. Efeitos alelopáticos do calopogônio em função da sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. *Planta Daninha* 21(2): 211-218.
- Souza-Filho, A.P.S., Guilhon, G.M.S.P. & Santos, L.S. 2010. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório - revisão crítica. *Planta daninha* 28(3): 689-697.
- Souza-Filho, A.P.S., Rodrigues, L. R. A. & Rodrigues, T.J.D. 1997. Potencial alelopáticos de forrageiras tropicais: efeitos sobre invasoras de pastagens. *Planta Daninha* 15(1): 53-60.
- Vestena, S., Fett-Neto, A. G., Duarte, R. C. & Ferreira, A. G. 2001. Regulation of mimosine accumulation in *Leucaena leucocephala* seedlings. *Plant Science* 161(3): 597-604.
- Vilà M. & Weiner J. 2004. Are invasive plant species better competitors than native plant species? Evidence from pair-wise experiments. *OIKOS* 105: 229-238.
- Vilà M, Espinar J.L., Hejda M., Hulme P.E., Jarošík, V., Maron, J.L., Pergl, J., Schaffner, U., Sun, Y. & Pyšek, P. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14:702-708
- Wandscheer, A. C. D., Borella, J., Bonatti, L. C. & Pastorini L. H. 2011. Atividade alelopática de folhas e pseudofrutos de *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Acta Botanica Brasilica* 25(1):25-30.
- Westoby, M., Falster, D.S., Moles, A.T., Vesk, P.A. & Wright, I.J. 2002. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33:125-159.
- Yeung, P.K.K., Wong, F.T.W. & Wong, J.T.Y. 2002. Mimosine, the allelochemical from the leguminous tree *Leucaena leucocephala*, selectively enhances cell proliferation in dinoflagellates. *Applied and Environmental Microbiology* 68(10):5160-5163.