



## Efeito alelopático de *Tecoma stans*, na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* e de três espécies nativas da Bacia do Rio Pirapó- PR

Letícia Mônica Garcia<sup>a\*</sup>, Lindamir Hernandez Pastorini<sup>a</sup>, Luiz Antonio de Souza<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade estadual de Maringá, Brasil

\* Autor correspondente ([leticia1\\_monica@hotmail.com](mailto:leticia1_monica@hotmail.com))

### INFO

#### Keywords

hopscotch  
aqueous extracts  
seedlings  
seeds

### ABSTRACT

*Allelopathic effect of Tecoma stans on the germination and initial growth of Lactuca sativa and three native species from the Pirapó River Basin-PR*

With the aim to assess the possible allelopathic activity of *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (yellowing) on germination and early growth of lettuce and three native species, through laboratory bioassays, aqueous extracts of leaves of *T. stans* were obtained, collected several specimens. In germination bioassays, cypsela lettuce and seeds of native species were subjected to aqueous extracts of *T. stans* at concentrations of 1, 2, 4, 8 and 10% distilled water as a control. For analyze the initial growth was obtained root length and hypocotyl of seedlings subjected to different aqueous extracts. The extracts of *T. stans* the higher concentrations inhibited germination of *Lactuca sativa* L., *Peltophorum dubium* (Spreng). Taub., *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenam and *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan and negatively influenced the early growth of the seedlings. As for the germination percentage, *T. stans* presented 100%, showing the potential of this plant, compared to the tested native species that presented significantly lower values. Thus, *T. stans* would have an advantage over the other species, as it has higher PG and an allelopathic effect, affecting TMG, primary root length (PRC) and initial growth, which could compromise the establishment of these native species in the environment.

### RESUMO

#### Palavras-chaves

amarelinho  
extratos aquosos  
plântulas  
sementes

Com o objetivo de avaliar a possível atividade alelopática de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (amarelinho) sobre a germinação e o crescimento inicial de alface e de três espécies nativas, por meio de bioensaios laboratoriais, foram obtidos extratos aquosos de folhas de *T. stans*, coletadas de vários espécimes. Nos bioensaios de germinação, cipselas de alface e sementes das espécies nativas foram submetidas a extratos aquosos de *T. stans* nas concentrações de 1, 2, 4, 8 e 10% e água destilada como controle. Para análise do crescimento inicial foi obtido o comprimento da raiz e do hipocótilo de plântulas submetidas aos diferentes extratos aquosos. As concentrações mais altas dos extratos de *T. stans* inibiram a germinação de *Lactuca sativa* L., *Peltophorum dubium* (Spreng). Taub., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenam e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e influenciaram negativamente o crescimento inicial das plântulas. Quanto a porcentagem de germinação, *T. stans* apresentou 100%, evidenciando o potencial desta planta, comparado as espécies nativas testadas que apresentaram valores significativamente inferiores. Com isso, *T. stans* teria vantagem sobre as demais espécies, por apresentar maior PG e efeito alelopático, afetando o TMG, o comprimento da raiz primária (CRP) e o crescimento inicial, o que poderia comprometer o estabelecimento dessas espécies nativas no ambiente.

Received 13 December 2021; Received in revised from 27 June 2022; Accepted 11 August 2022



## INTRODUÇÃO

O termo alelopatia, originário do grego *allelon* = mútuo e *pathos* = prejuízos, proposto pelo pesquisador alemão Hans Molisch em 1937, é definido como todo efeito direto e indireto, benéfico ou danoso que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos, liberados no ambiente ou de interações bioquímicas, incluindo a participação de micro-organismos (Rice, 1984; Almeida, 1991).

A alelopatia difere da competição, pois os efeitos alelopáticos dependem dos aleloquímicos liberados pelas plantas doadoras, interferindo no crescimento de outra, enquanto a competição envolve a redução ou a retirada de algum fator do ambiente necessário à outra planta, como água, luz e nutrientes (Almeida et al., 2008).

Os fatores que determinam quando compostos químicos produzidos e liberados pela planta são considerados aleloquímicos dependem do modo de liberação e ação fitotóxica, assim como da concentração bioativa, persistência e destino no ambiente (Inderjit e Duke, 2003). Dentre os aleloquímicos produzidos pelas plantas estão os alcaloides, ácidos graxos, cumarinas, fenóis, flavonoides, terpenoides, poliacetilenos, esteróis, taninos, glicosídeos cianogênicos, ácidos fenólicos, poliacetilenos entre outros (Rizvi e Rizvi, 1992; Raven et al., 2001; King e Ambika, 2002; Taiz e Zeiger, 2004; Souza-Filho, 2006).

Os aleloquímicos podem ser produzidos pelo metabolismo primário ou secundário das plantas, e são liberados por lixiviação, volatilização, decomposição e exsudados pela raiz, que podem ser absorvidos por outras plantas, afetando seu padrão de crescimento e desenvolvimento (Inderjit e Dakshini, 1994; Ferreira, 2004). Com isso, as substâncias químicas podem ser produzidas em diferentes órgãos da planta como folhas, flores, frutos, gemas, caule e raiz (Taiz e Zeiger, 2002; May e Ash, 1990; Santos, 2012), e esses órgãos podem apresentar diferentes quantidades de aleloquímicos (Pina, 2008). Os aleloquímicos podem variar quanto à composição, concentração e localização no vegetal, podendo ser liberados para o ambiente de diversas formas; além disso, fatores ambientais, como temperatura e condições hídricas, e luminosidade influenciam no processo de liberação (Borella et al., 2011; Gusman et al., 2011).

A ação dos aleloquímicos pode apresentar ação indireta através de alterações das propriedades e características nutricionais do solo e nas populações e/ou organismos que habitam o solo, e ação direta mediante alterações celulares metabólicas, modificações no funcionamento de

membranas, na absorção de nutrientes e de água, na atividade fotossintética e respiratória, no crescimento celular, na expressão e síntese de DNA e RNA (Rice, 1984; Rizvi e Rizvi, 1992; Reigosa et al., 1999; Inderjit e Nilsen, 2003).

Segundo Souza et al. (2007) a alelopatia pode ser considerada uma estratégia ecológica de competição, com esse mecanismo uma planta pode interferir no crescimento da outra, através de um importante mecanismo ecológico que influencia a dominância vegetal, a sucessão, a formação de comunidades vegetais e da vegetação clímax, além da produtividade e manejo de culturas.

A produção, armazenamento e liberação de aleloquímicos são mecanismos chave do comportamento vegetal, que afetam quase todos os aspectos da ecologia vegetal. O conhecimento dos mecanismos pelos quais muitas plantas exóticas invasoras suprimem plantas vizinhas traz informações relevantes sobre a interação entre as plantas (Inderjit et al., 2011).

A *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth pertence à família Bignoniaceae, e é conhecida popularmente como amarelinho, ipê-mirim, ipêzinho-de-jardim, carobinha, ipêmirim, ipê-de-jardim, guarã-guarã, caroba-amarela, falso-sabugueiro, falsa-santabárbara, ipezinho-americano, bignônia-amarela, sinos-amarelos, ipê-amarelo-de-jardim (Kranz e Passini, 1997; Lorenzi, 1999). É uma planta arbustiva que pode atingir 7m de altura, nativa das Américas e Antilhas, utilizada para plantio em parques e jardins, cultivada como ornamental em todo o país e considerada uma séria planta daninha de pastagens e de terrenos baldios, devido a sua grande produção de sementes (Lorenzi et al., 2003; Lorenzi, 2008).

No Brasil, em especial no Estado do Paraná, estima-se, que como planta invasora, já se expandiu em cerca de 80 mil hectares de pastagens, que estão seriamente comprometidas (Kranz e Passini, 1996; Kranz e Passini, 1997; Kranz, 2000; Bredow et al., 2004). Os municípios do Paraná em que ocorre maior infestação são: Apucarana, Assaí, Congonhinhas, Corbélia, Cornélio Procópio, Iporã, Kaloré, Londrina, Nova América da Colina, Nova Fátima, Novo Itacolomi, Ribeirão do Pinhal, Rio Bom, Santa Amélia e Sertãoópolis (Passini e Kranz, 1997).

Considerando que plantas de *T. stans* estão invadindo grandes áreas de pastagens, aproximando-se de fragmentos de áreas nativas da Bacia do Rio Pirapó, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial alelopático de folhas de *Tecoma stans* sobre a germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. e de três espécies nativas, a canafístula (*Peltophorum dubium*

(Spreng.) Taub), o angico (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) e o angico-branco (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo e coleta do material vegetal

Para verificar o efeito alelopático foram coletadas folhas de amarelinho (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth) coletadas de vários espécimes, na bacia do rio Pirapó, em uma área de pastagem próxima a um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, no município de Maringá, Paraná, nas coordenadas geográficas (23° 16' 58,57" S e 51° 53' 13,66" W, altitude de aproximadamente 439m). Inicialmente o teste foi realizado com cipselas de alface (*Lactuca sativa* L. cv. Crespa Grand Rapids TRB) adquiridos da empresa Isla, e posteriormente com sementes de canafístula, angico e angico-branco, também coletadas de diferentes espécimes no remanescente na bacia do rio Pirapó. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual de Maringá.

### Preparo dos extratos

A obtenção dos extratos aquosos para os testes alelopáticos ocorreu de acordo com metodologia modificada de Borghetti et al. (2013). Folhas adultas de vários espécimes de amarelinho *T. stans* foram colocadas em sacos de papel e mantidas em estufa a 60 °C por 24 horas. Após, as folhas foram pesadas em balança analítica e preparados os extratos através de trituração das folhas e colocadas em béquer contendo em 100 ml de água destilada. Este material foi envolto com papel alumínio e permaneceu em repouso por 24 horas no escuro sob refrigeração. Após o período de repouso, o material foi filtrado, utilizando gaze, obtendo-se os extratos nas concentrações de 1, 2, 4, 8 e 10% (m/v). Para cada concentração de extrato foram aferidos o pH com auxílio de um pHmetro (Villela et al., 1991), e o potencial osmótico através do método Chardakov (Salisbury e Ross, 1992).

Para comparação com a ação dos extratos, água destilada foi utilizada como controle. Os extratos foram utilizados no mesmo dia, tanto para a análise dos efeitos alelopáticos sobre a germinação (bioensaio I) quanto para avaliação do crescimento inicial (bioensaio II).

### Bioensaios de germinação - (Bioensaio I)

Nos bioensaios de germinação foram utilizadas placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo duas

folhas de papel de filtro, umedecidas com 8 ml de extrato aquoso de acordo com as diferentes concentrações (ou água destilada nas placas com tratamento controle). Logo após as placas foram vedadas com filme plástico (Ferreira, 2004).

O experimento foi constituído de seis tratamentos com o controle. Para cada tipo de extrato, foram utilizadas quatro repetições, sendo que cada placa de Petri recebeu 25 cipselas de alface ou 25 sementes de *P. dubium*, *P. rigida* ou *A. colubrina*, separadamente. Todas as placas permaneceram em câmara de germinação, à 25 °C, mantida por quatro lâmpadas brancas fluorescentes de 25W, do tipo luz do dia, sob fotoperíodo de 12h.

As sementes das espécies nativas, antes de serem submetidas aos extratos, foram desinfestadas com hipoclorito de sódio comercial, de acordo com Brasil (2013) e escarificadas com auxílio de lixa.

Para a alface foi realizada a contagem de germinação após 24 e 48 horas, já para as demais espécies a contagem da germinação foi realizada diariamente até totalizar a germinação. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram protrusão da raiz primária (Brasil, 1992; Ferreira e Aquila, 2000; Ferreira et al., 2007; Gusman et al., 2008), as quais foram contabilizadas para as análises de porcentagem de germinação (PG) e tempo médio de germinação (TMG) de acordo com Ferreira e Borghetti (2004). Ao final do período de germinação foi obtido o comprimento da raiz primária das sementes germinadas em cada tratamento com auxílio de papel milimetrado.

### Bioensaios de crescimento inicial - (Bioensaio II)

Para o crescimento inicial, cipselas de alface e semente de *P. dubium*, *P. rigida* e *A. colubrina* foram pré-germinadas em placas de Petri contendo água destilada e as plântulas resultantes foram transferidas para placas de Petri de 9 cm de diâmetro, contendo duas folhas de papel filtro e umedecidas com 8 ml de extrato aquoso, de acordo com a concentração a ser testada, e água destilada no controle, perfazendo seis tratamentos com quatro repetições de 25 plântulas de *L. sativa*, 10 de *P. dubium*, 15 de *P. rigida* e 12 de *A. colubrina*. As placas foram incubadas em câmara de germinação nas mesmas condições descritas no Bioensaio I.

Após 48 horas, foi avaliado o comprimento do hipocótilo e da raiz primária de 10 plântulas de cada placa, escolhidas aleatoriamente, por meio de régua milimetrada e calculadas as médias para cada unidade experimental (placa).

### Bioensaios de germinação - (Bioensaio III)

Frutos de *T. stans* foram coletados em área de pastagem, junto à Bacia do Rio Pirapó, Maringá, PR e levados ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da UEM, onde foram retiradas as sementes.

Para a realização dos bioensaios de germinação, as sementes de *T. stans* foram desinfestadas com hipoclorito de sódio comercial e após lavadas com água destilada. As sementes foram colocadas em placas de Petri, contendo dois discos de papel filtro umedecidas com água destilada. Foram utilizadas quatro placas de Petri, sendo que cada uma recebeu 25 sementes de *T. stans*. As placas de Petri foram mantidas em câmara de germinação, a 25 °C com quatro lâmpadas brancas fluorescentes de 25W, do tipo luz do dia, sob fotoperíodo de 12h.

Os procedimentos para avaliação da germinação das espécies nativas, *A. colubrina*, *P. rigida* e *P. dubium* ocorreram como descrito acima, sendo que as sementes foram também escarificadas com auxílio de lixa, junto a porção lateral, e de acordo com Brasil (2013).

A avaliação da germinação das sementes ocorreu diariamente, sendo consideradas germinadas quando apresentaram protrusão da raiz primária. Os parâmetros de germinação analisados foram porcentagem de germinação (PG) e tempo médio de germinação (TMG) de acordo com Ferreira e Borghetti (2004).

### Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos, e quatro repetições de 25 sementes. Os dados obtidos tiveram suas médias comparadas pela análise da variância e sua significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do software Estat.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Germinação

Considerando o efeito dos extratos aquosos de folhas de *T. stans* sobre a germinação de cipselas de *L. sativa* observou-se redução significativa da porcentagem de germinação (PG) nas cipselas submetidas ao extrato aquoso de 4% (Tabela 1). Não houve germinação de *L. sativa* quando mantida nas concentrações de 8 e 10% (Figura 1). Este resultado evidencia que o extrato aquoso de *T. stans* possui efeito alelopático na germinação das sementes de alface. Dados semelhantes a estes foram descritos por Souza et al. (2002), ao utilizar extratos de *Salvia officinalis* L. sobre cipselas de alface, ocorrendo inibição da germinação, o que confirma resultados obtidos por Jacobi e Ferreira (1991), Soares e Vieira (2000), Souza et al. (2005), Souza et al. (2007), Formagio et al. (2010) e Tur et al. (2012), que também apresentaram redução significativa na germinação de *L. sativa* submetida a extratos de plantas com potencial alelopático.

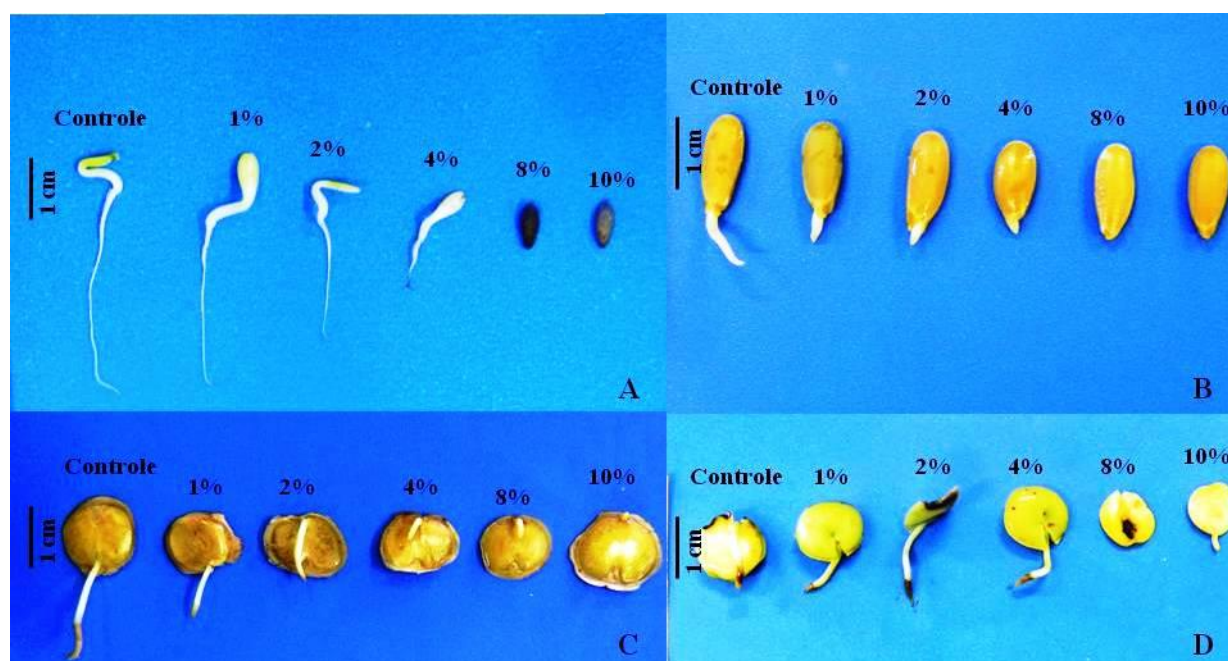


Figura 1 - Germinação de *Lactuca sativa* L. (A), *Peltophorum dubium* (Spreng). Taub. (B), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (C) e de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan submetidas aos diferentes extratos aquosos de *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth.

Em relação ao tempo médio de germinação (TMG) verificou-se atraso na germinação das cipselas de *L. sativa* submetidas aos extratos de maior concentração (Tabela 1). Assim, observou-se interferência dos extratos aquosos obtidos a partir de folhas de *T. stans* na germinação de *L. sativa*, sendo a redução mais significativa nos extratos de maior concentração. Resultados semelhantes foram obtidos por Sartor et al. (2009), onde o efeito alelopático de acículas de *Pinus taeda* L. inibiu a germinação e retardou a velocidade de germinação. Isso, possivelmente, explica que o atraso no tempo de germinação pode ser devido aos efeitos dos aleloquímicos nos diferentes processos fisiológicos da planta.

Em relação ao comprimento da raiz primária, ao final da avaliação do processo germinativo, verificou-se redução significativa do tamanho da raiz primária para as cipselas germinadas de *L. sativa*, mantidas sob extratos de 2 e 4 %, sendo maior o efeito quanto maior a concentração do extrato. Isto indica a interferência de *T. stans* no desenvolvimento de *L. sativa* (Tabela 1 e Figura 1), resultado semelhante ao encontrado por Rosa et al. (2011) para outra espécie de planta. Reigosa et al. (1999) registram que o efeito dos aleloquímicos nos diferentes processos fisiológicos de uma planta são dependentes da concentração do extrato, como verificado para *T. stans*. Segundo Jacobi e Ferreira (1991), do ponto de vista ecológico, a inibição do desenvolvimento de uma planta é uma forma de seleção para eliminar a descendência.

Nas sementes de *L. sativa* submetidas ao extrato de *T. stans*, todos os parâmetros avaliados tiveram interferência em relação ao controle, caracterizando possível efeito alelopático.

Os extratos aquosos obtidos de folhas de *T. stans* inibiram significativamente a porcentagem de germinação de *P. dubium*, não se verificando, entretanto, influência do extrato no tempo médio de germinação (Tabela 1). O comprimento da raiz primária para as sementes dessa espécie mantidas sob os extratos aquosos sofreu redução significativa, sendo mais drástica com o aumento da concentração dos extratos (Figura 1). Neste caso, sementes de *P. dubium* apresentaram sensibilidade aos extratos de *T. stans*, comprometendo a germinação e o estabelecimento das plântulas, já que o crescimento da raiz primária foi inibido. Para as sementes mantidas nas concentrações de 8 e 10% não ocorreu germinação (Figura 1).

No trabalho de Scherer et al. (2005), que estudaram o efeito de folhas e frutos de *Leucaena leucocephala* Wit sobre a germinação de *P. dubium*, o extrato de folhas interferiu na

porcentagem de germinação e comprimento da raiz na concentração de 100% e o extrato de frutos apresentou maior potencial inibidor para sementes de *P. dubium*. Por outro lado, Rosa et al. (2011), utilizando extrato de *Panicum maximum* sobre *P. dubium*, obtiveram resultado totalmente diferente, verificando ação estimulante do extrato, observando que o comprimento da radícula das sementes em todas as concentrações apresentou aumento significativo em relação ao controle. Este resultado mostrou que mesmo o *P. maximum* sendo uma espécie exótica apresenta resultado positivo sobre a germinação, diferente dos resultados obtidos nos demais trabalhos, demonstrando assim que a resposta é diferente aos aleloquímicos para as diversas espécies.

O efeito dos extratos aquosos de *T. stans* sobre a germinação de sementes de *P. rigida* foi observado com a redução significativa da porcentagem de germinação na concentração de 10% e no atraso da germinação das sementes submetidas aos extratos nas concentrações superiores a 2% (Tabela 1). O comprimento da raiz primária foi reduzido em todas as concentrações, sendo o efeito mais drástico com o aumento da concentração dos extratos (Tabela 1 e Figura 1).

No trabalho de Rosa et al. (2011) o extrato de *P. maximum*, não apresentou alteração na germinação e diferença estatística entre os tratamentos significativos sobre *P. rigida* em relação ao controle. Araldi (2011), utilizando extratos de casca jovem e adulta, pseudofruto e sementes de *Holvenia dulcis* Thunb. sobre *Parapiptadenia rigida*, obtidos por maceração, também não encontrou diferenças significativas na germinação, mas extratos de folhas e raiz jovem e adulta mostraram influência sobre a viabilidade das sementes de *P. rigida*, resultando em plântulas anormais necrosadas na concentração de 100%. De outra forma, Araldi (2011), utilizando método de percolação para obtenção dos extratos de folha adulta e pseudofruto na concentração de 100%, registrou ação inibitória significativa na germinação de *P. rigida*.

Considerando a ação de *T. stans* sobre a germinabilidade de sementes de *A. colubrina* não se observou diferença significativa dos diferentes extratos em relação ao controle, quanto aos parâmetros porcentagem de germinação e tempo médio de germinação (Tabela 1, Figura 1). De acordo com Ferreira e Áquila (2000) e Ferreira e Borghetti (2004) algumas substâncias alelopáticas podem não apresentar efeitos sobre a germinação, mas pode interferir sobre algum outro processo afetando o desenvolvimento das plântulas, como induzir o aparecimento de plântulas anormais,

como evidenciado nos resultados obtidos com a germinação de *A. colubrina*. Plântulas necrosadas de *P. rigida* foram verificadas por Araldi (2011), quando utilizou extratos de folha adulta e pseudofruto na concentração de 100% de *Holvenia dulcis* Thunb.

Peres et al. (2006) sugerem que o efeito

alelopático pode alterar o desenvolvimento das plântulas e constitui aspecto ecológico importante, pois com a inibição do sistema do desenvolvimento do sistema radicular, ocorre redução na pressão competitiva da planta, favorecendo as espécies vizinhas, podendo dessa forma estabelecer aspectos de dominância.

Tabela 1 - Porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG) e comprimento da raiz primária (CRP) de *Lactuca sativa* L., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub, *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, submetidas aos extratos aquosos de folhas de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth.

Tratamento	<i>L. sativa</i>			<i>P. dubium</i>			<i>P. rigida</i>			<i>A. colubrina</i>		
	PG (%)	TMG (dias)	CRP (cm)	PG (%)	TMG (dias)	CRP (cm)	PG (%)	TMG (dias)	CRP (cm)	PG (%)	TMG (dias)	CRP (cm)
Controle	96,00a	1,13c	1,36a	92,00a	1,88a	0,40a	84,00a	1,22c	0,55a	12ab	1,41ab	0,37 a
1%	83,00ab	1,18c	1,16a	45,00b	1,94a	0,23b	84,00a	1,40bc	0,29b	6,6b	1,33ab	0,26 a
2%	75,00ab	1,58b	0,64b	22,00bc	1,76a	0,16c	73,00a	1,31bc	0,25b	14,6a	2,55a	0,24 a
4%	57,00b	1,83a	0,40c	8,00c	1,75a	0,1d	83,00a	1,68ab	0,21b	8ab	1b	0,31 a
8%	-	-	-	-	-	-	60,00ab	1,79a	0,14b	6,6b	1,22ab	0,18 a
10%	-	-	-	-	-	-	40,00b	1,80a	0,13b	6b	1,5ab	0,20 a
F	6,23**	101,65**	62,79**	34,57**	1,12 NS	1203,96**	6,55**	12,20**	13,57**	3,69**	2,67**	2,40 NS
DP	13,08	0,07	0,11	12,67	0,17	0,0075	13,84	0,14	0,08	3,97	0,60	0,09
CV	16,82	4,63	12,6	30,18	9,50	3,38	19,59	9,01	32,18	44,97	40,08	34,94

\*Letras iguais significam valores estatisticamente semelhantes entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,01$ ).

## Crescimento inicial

Avaliando o crescimento inicial de *L. sativa* sob os diferentes extratos, verificou-se redução significativa do comprimento do hipocótilo para as plântulas mantidas na concentração de 8 e 10%, enquanto que o comprimento da raiz foi significativamente reduzido em todas as concentrações, sendo esta redução mais drástica à medida que houve aumento da concentração do extrato (Tabela 2, Figura 2). Além disso, foi observado o escurecimento da raiz das plântulas a partir de 4% de concentração, apontando danos causados pela ação de substâncias tóxicas dos extratos (Figura 2). Segundo Cruz-Ortega et al. (1998), o escurecimento dos ápices radiculares são evidências de alterações morfológicas e anatômicas provocadas por fitotoxinas. Silveira et al. (2012) obtiveram resultado semelhante à *T. stans*, utilizando extrato aquoso de casca de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) no desenvolvimento de *L. sativa*, verificando inibição do crescimento do hipocótilo e da raiz.

Segundo Alves e Santos (2002), a mudança no comprimento de órgãos da plântula é devida a alterações no balanço hormonal, sendo estes resultados mais evidentes sobre a raiz, devido à exposição direta à ação do extrato ou à maior

sensibilidade da raiz em relação à parte aérea.

O crescimento inicial de *P. dubium* também foi inibido quando suas plântulas foram transferidas para os extratos obtidos a partir de folhas de *T. stans*, nas diferentes concentrações, observando-se redução significativa do comprimento do hipocótilo (CH). O mesmo foi observado, em relação ao CH para *P. rigida* e *A. colubrina*, mantidas em extratos aquosos em concentrações a partir de 8 e 4%, respectivamente. (Tabela 2). Entretanto, considerando o comprimento da raiz não houve diferença significativa entre o tratamento controle e as diferentes concentrações do extrato para todas as espécies nativas estudadas (Tabela 2). Deve-se ressaltar, no entanto, que foram observados colapso e escurecimento da raiz de *P. rigida*, na região apical radicular das plântulas submetidas aos tratamentos de 8 e 10% (Figura 2).

Araldi (2011) também registrou que o extrato de *Holvenia dulcis* sobre *P. rigida*, inibiu o crescimento do hipocótilo e da raiz, apresentando plântulas atrofiadas, defeituosas e, em alguns, com total ausência do hipocótilo e raiz. A presença de anormalidade em raízes pode ser considerada um bom parâmetro para verificar alterações nas plântulas, pois este órgão é mais sensível à ação alelopática que a parte aérea (Pires e Oliveira, 2001; Ferreira e Áquila, 2000).

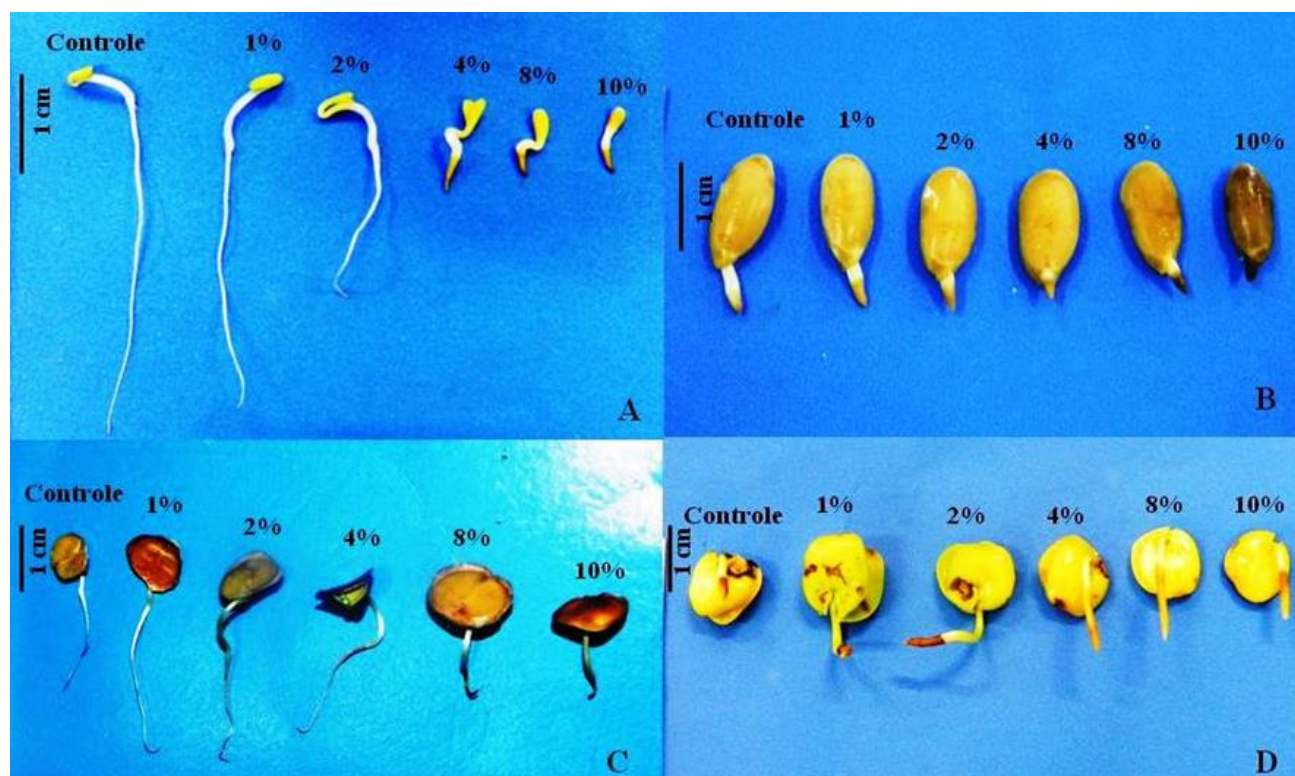


Figura 2 - Plântulas de *Lactuca sativa* L. (A), de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (B), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenam (C) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (D) submetidas aos extratos aquosos de *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth.

Tabela 2 - Comprimento do hipocótilo (CH) e da raiz (R) de plântulas de *Lactuca sativa* L., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub, *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenam e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, submetidas aos extratos aquosos de folhas de *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth.

Tratamento	<i>L. sativa</i>		<i>P. dubium</i>		<i>P. rigida</i>		<i>A. colubrina</i>	
	CH (cm)	R (cm)	CH (cm)	R (cm)	CH (cm)	R (cm)	CH (cm)	R (cm)
Controle	0,78ab	3,14a	0,32a	0,23a	0,91ab	0,93ab	0,69a	0,54ab
1%	1,09a	2,44b	0,15b	0,16a	1,17a	1,45a	0,70a	0,62a
2%	0,75ab	1,02c	0,14b	0,16a	0,82abc	0,79ab	0,65a	0,60a
4%	0,24bc	0,29d	0,18b	0,18a	0,63bc	0,44b	0,43b	0,51ab
8%	0,13c	0,28d	0,15b	0,16a	0,41c	0,28b	0,41b	0,49ab
10%	0,15c	0,29d	0,16b	0,19a	0,47bc	0,27b	0,39b	0,45b
F	7,32**	168,34 **	8,80**	2,38	7,17**	9,43 **	58,29**	4,09
DP	0,25	0,19	0,05	NS	0,21	0,30	0,04	0,06
CV	52,12	15,43	25,69	0,03	29,11	42,85	7,18	11,83
				17,96				

\*Letras iguais significam valores estatisticamente semelhantes entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,01$ ).

Como frisado, vários trabalhos (Barreiro et al., 2005; Scherer et al., 2005; Silva et al., 2006; Maraschin-Silva e Águila 2006; Borella e Pastorini 2010; Haida et al., 2010; Silveira et al., 2012)

mostram que no desenvolvimento de plântulas, a raiz é mais sensível as influências do efeito alelopático em relação ao hipocótilo. Porém, no presente trabalho, no bioensaio de crescimento de

*L. sativa*, *P. dubium*, *P. rigida* e *A. colubrina*, o hipocótilo apresentou maior sensibilidade aos efeitos alelopáticos do que a raiz.

Considerando os resultados obtidos em relação ao efeito fitotóxico dos extratos de folhas de *T. stans* sobre a germinação e crescimento inicial de *L. sativa* e as espécies nativas em estudo, foi verificado a PG e o TMG de sementes de *T. stans*, *P. dubium*, *P. rigida* e *A. colubrina* germinadas em água destilada.

Em relação à porcentagem de germinação (PG) das espécies nativas testadas e a espécie em que foi extraído o extrato aquoso das folhas, a tabela 3 mostra que o *T. stans* apresenta maior porcentagem de germinação, aproximadamente 100%, evidenciando o potencial desta planta, descrita como uma severa invasora. Ainda, considerando a PG, *P. rigida* e *A. colubrina* apresentaram valores significativamente inferiores aos obtidos para *T. stans*. No entanto, em relação ao TMG não se observou diferença significativa entre *T. stans* e *P. rigida* e *A. colubrina*, enquanto *P. dubium* apresentou germinação mais lenta (Tabela 3).

Estes resultados juntamente com os obtidos nos bioensaios I e II permitem relacionar a capacidade de estabelecimento no ambiente, comparando *T. stans* e as espécies nativas. Neste caso, *T. stans* teria vantagem sobre *P. rigida* por apresentar maior PG e efeito alelopático sobre esta espécie, afetando o TMG, o comprimento da raiz primária (CRP) e o

crescimento inicial, dificultando o estabelecimento de *P. rigida* no ambiente.

Para *P. dubium*, apesar de não ter ocorrido diferença significativa na PG e TMG entre esta espécie e *T. stans*, os extratos de *T. stans* inibiram a PG, CRP e o crescimento do hipocótilo (Tabela 1 e 2), o que também influenciaria negativamente o estabelecimento das plântulas de *P. dubium*.

Em relação à *A. colubrina*, não foi observada influência negativa dos extratos de *T. stans* no potencial germinativo desta espécie; no entanto, a mesma apresentou PG significativamente inferior ao de *T. stans*.

Estes resultados sugerem que *T. stans* teria vantagem competitiva sobre as espécies nativas, considerando o vigor de suas sementes e o potencial alelopático dos seus extratos aquosos. Callaway e Ridenour (2004) sugerem a teoria de Novel Weapons Hypothesis (NWH) em que algumas plantas invasoras produzem metabólitos secundários, que são novos e introduzidos no ambiente, trazem vantagens para a espécie invasora, na sua interação com fatores bióticos, como espécies nativas, aumentando a sua capacidade competitiva. Entretanto, estudos de campo devem ser realizados, pois plântulas de *T. stans* não sobrevivem em ambientes sombreados, o que é considerado um comportamento invasor (Socolowski et al., 2011).

Tabela 3 - Porcentagem de germinação (PG) e tempo médio de germinação (TMG) em dias das espécies testadas em comparação ao *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth.

ESPÉCIE	PG (%)	TMG (dias)
<i>Tecoma stans</i>	99,00a	1,33ab
<i>Peltophorum dubium</i>	92,00 ab	1,88a
<i>Parapiptadenia rigida</i>	84,00 b	1,22b
<i>Anadenanthera colubrina</i>	12,00 c	1,41ab

\*Letras iguais significam valores estatisticamente semelhantes entre si pelo teste Tukey (p<0,01)).

### Características físico-químicas

A análise das características físico-químicas dos extratos torna-se necessário a fim de eliminar outras variáveis que possam interferir no efeito negativo ou positivo que os aleloquímicos presentes nos extratos possam exercer. Os extratos podem conter substâncias como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos, que influenciam na concentração iônica e são osmoticamente ativos, o que pode alterar a resposta germinativa (Ferreira, 2004).

Os extratos obtidos apresentaram potencial osmótico dentro da faixa de tolerância, observando-

se aumento do PO com o aumento da concentração do extrato (Tabela 4), o que é explicado pela maior quantidade de folhas a serem utilizadas à medida que aumenta a concentração, ocasionando a presença de uma maior quantidade de compostos químicos. No entanto, os valores obtidos variaram de -0,0247 a -0,1733 MPa, o que não comprometeria a germinação, ou seja, estes valores estão desvinculados de possíveis interferências. Ressalta-se que outros autores, como: Almeida et al. (2000), Borella et al. (2009), Borella et al. (2010), Borella et al. (2012), encontraram resultados próximos aos resultados registrados neste trabalho.



Tabela 4 - Características físico-químicas dos extratos aquosos de folhas de *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth.

Concentração	pH	Potencial osmótico (MPa)
Controle	7,00	0,0000
1%	5,39	-0,0247
2%	5,17	-0,0495
4%	5,07	-0,0742
8%	4,98	-0,1485
10%	4,88	-0,1733

Para Gatti et al. (2004) os valores de potencial osmótico não podem ultrapassar 0,2 MPa, pois podem apresentar determinados solutos que alteram a propriedade da água, resultando numa pressão osmótica diferente de zero na solução (Villega et al., 1991).

Em relação ao pH verificou-se acidificação dos extratos na medida em que houve aumento da concentração dos mesmos, variando de 5,39 para o extrato a 1% e de 4,88 para o extrato a 10% (Tabela 4). Assim, valores de pH entre 6,0 e 7,5 são considerados ideais para a germinação da maioria das espécies de acordo com o trabalho de Laynez-Garsaball e Mendez-Natera (2006). O controle do pH e da concentração dos extratos é fundamental, pois os extratos podem conter solutos como açúcares, ácidos orgânicos e aminoácidos que podem mascarar o efeito alelopático dos extratos (Leather e Einhellig, 1988; Ferreira e Aquila, 2000; Ferreira e Borghetti, 2004).

Wandscheer et al. (2011) avaliaram a germinação de cipselas de alface cv. Grand Rapids sob pH 3, 5, 7, 9 e 11 verificando que não houve interferência do pH na germinação. Assim, considerando que neste experimento foram utilizadas cipselas de alface da mesma variedade e da mesma empresa, foi considerado que o pH dos extratos não interferiu nos resultados obtidos para esta espécie. Ainda, segundo Mayeux e Scifres (1978), Eberlein (1987), Souza Filho et al. (1996) e Souza Filho et al. (1997) valores de extrema acidez (abaixo de três) ou extrema alcalinidade (acima de 11) podem interferir no processo germinativo, o que pode ser estabelecido para as demais espécies submetidas aos extratos.

## CONCLUSÕES

Em condições laboratoriais no qual foram realizados os experimentos, os extratos de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth nas concentrações mais altas inibiram a germinação de *Lactuca sativa* L., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e de

*Peltophorum dubium* (Spreng). Taub. e influenciaram negativamente o crescimento inicial das plântulas. Tanto que a porcentagem de germinação, *T. stans* apresentou 100%, evidenciando o potencial desta planta, comparado as espécies nativas testadas que apresentaram valores significativamente inferiores. Evidenciando, a vantagem que teria *T. stans* sobre as espécies nativas testadas, o que poderia comprometer o estabelecimento destas no ambiente, pelo potencial alelopático de *T. stans*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao programa de pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais- Universidade Estadual de Maringá (NUPELIA/UEM) e Departamento de Biologia pelo apoio logístico, e à CAPES e CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida ARP, Rodrigues TJD, Santos JM. Alelopátia de cultivares de *Panicum maximum* Jacq., sobre leguminosas forrageiras arbustivas e arbóreas. I avaliações em laboratório. Boletim de Industria Animal, v.57, n.2, p.113-127, 2000.
- Almeida DG, Zucoloto M, Zetun MC, Coelho I, Sobreir FM. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, v.61, n.1, p.4237-4247, 2008.
- Almeida FS. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.26, n.2, p.221-236, 1991.
- Alves SM, Santos LS. Natureza química dos agentes alelopáticos. In: Souza Filho APS, Alves SM (org.). Alelopátia: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônica Oriental, 2002. p.25-47.
- Araldi DB. Interferência alelopática de extratos de *Hovenia dulcis* Thunb. na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. 2011. 208p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul.

- Barreiro AP, Delachiave MEA, Souza, FS. Efeito alelopático de extratos de parte aérea de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] na germinação e desenvolvimento da plântula de pepino. *Revista brasileira de Plantas Mediciniais*, v.8, n.1, p.4-8, 2005.
- Borella J, Martinazzo EG, Aumonde TZ. Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre germinação e o crescimento inicial do rabanete. *Revista Brasileira de Biociências*, v.9, n.3, p.398-404, 2011.
- Borella J, Pastorini LH. Efeito alelopático de frutos de umbu (*Phytolacca dioica* L.) sobre a germinação e crescimento inicial de alface e picão preto. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.5, p.1129-1135, 2010.  
<https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500008>
- Borella J, Tur CM, Pastorini LH. Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de *Rollinia sylvatica* sobre a germinação e crescimento inicial do rabanete. *Revista Biociências*, v.16, n.2, p.94-101, 2010.
- Borella J, Wandscheer ACD, Bonatti LC, Pastorini LH. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. *Revista Brasileira de Biociências*, v.7, n.3, p.260-265, 2009.
- Borella J, Wandscheer ACD, Pastorini LH. Efeito alelopático de extratos de folhas de *Solanum americanum* sobre o vigor do rabanete. *Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas*, v.6, n.1, p.44, 2012.
- Borghetti F, Lima EC, Silva LCR. A simple procedure for the purification of active fractions in aqueous extracts of plants with allelopathic properties. *Acta Botânica Brasílica*, v.27, n.1, p.50-53, 2013.  
<https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000100007>
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA. Instruções para análise de sementes de espécies florestais. Brasília, 2013.
- Bredow EA, Pedrosa-Macedo JH, Vitorino MD. Amarelinho *Tecoma stans* (L.) Juss. ex. Kunth (Bignoniaceae) - Uma ornamental multiuso ou uma plástica invasora. In: Pedrosa-Macedo JH, Bredow EA. (org.). Princípios e rudimentos do controle biológico de plantas: Curitiba: coletânea, 2004, p.51-105.
- Callaway RM, Ridenour WM. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v.2, p.436-443, 2004.  
[https://doi.org/10.1890/15409295\(2004\)002\[0436:NWISA T\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/15409295(2004)002[0436:NWISA T]2.0.CO;2)
- Cruz-Ortega R, Anaya AL, Hernández-Bautista BE, Laguna-Hernández G. Effects of allelochemical stress produce by *Sicyios deppii* on seedling root ultrastructure of *Phaseolus vulgaris* and *Cucurbita ficifolia*. *Journal of Chemical Ecology*, v.24, n.12, p.2039-2057, 1998.  
<https://doi.org/10.1023/A:1020733625727>
- Eberlein CV. Germination of *Sorghum almum* seeds and longevity in soil. *Weed Science*, v.35, n.6, p.796-801, 1987.
- Ferreira AG, Áquila ME. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.12, p.75-204, 2000.
- Ferreira AG, Borghetti E. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 222p. 2004.
- Ferreira AG. Interferência: competição e alelopatia. In: Ferreira AG, Borghetti F (org.). Germinação do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.207-222.
- Ferreira MC, Souza JRP, Faria TJ. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. *Ciência Agrotecnica*, v.31, n.4, p.1054-1060, 2007.  
<https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000400017>
- Formagio ASN, Masetto TE, Baldivia DS, Vieira MC, Zárate NAH, Pereira ZV. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. *Revista Brasileira de Biociências*, v.8, n.4, p.349-354, 2010.
- Gatti AB, Perez SCJGA, Lima MNS. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botanica Brasílica*, v.18, n.3, p.459-472, 2004.
- Gusman GS, Bittencourt AHC, Vestena S. Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. Sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v.30, n.2, p.119-125, 2008.
- Gusman GS, Yamagushi MQ, Vestena S. Potencial alelopático de extratos aquosos de *Bidens pilosa* L., *Cyperus rotundus* L. e *Euphorbia heterophylla* L. *Iheringia, Série Botânica*, v.66, n.1, p.87-98, 2011.
- Haida KS, Coelho SEM, Costa JH, Viecelli CA, Alekcevetch JC, Barth EF. Efeito alelopático de *Achillea millefolium* L. sobre sementes de *Lactuca sativa* L. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.3, n.1, p.101-109, 2010.  
<https://doi.org/10.17765/2176-9168.2010v3n1p101-109>
- Inderjit, Dakshini KMM. Allelopathic effect of *Pluchea lanceolata* (Asteraceae) on characteristics of four soils and tomato and mustard growth. *American Journal of Botany*, v.81, p.799-804, 1994.  
<https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1994.tb15560.x>
- Inderjit, Duke SO. Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*, v.217, p.529-539, 2003.
- Inderjit, Nilsson ET. Bioassays and field studies for allelopathy in terrestrial plants: progress and problems. *Critical reviews in Plant Sciences*, v.22, p.221-238, 2003.  
<https://doi.org/10.1080/713610857>
- Inderjit, Wardle DA, Karban R, Callaway RM. The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. *Tree*, v.1442, p.1-8, 2011.  
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.08.003>
- Jacobi US, Ferreira AG. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. sobre espécies cultivadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, n.7, p.935-943, 1991.
- King SR, Ambika R. Allelopathic plants 5. *Chromolaena odorata* (L.). *Allelopathy Journal*, v.9, n.1, p.35-41, 2002.
- Kranz WN. Amarelinho (*Tecoma stans*) no Paraná. In: Resumos do 22º Congresso Brasileiro de ciência das plantas daninhas. Foz do Iguaçu. Paraná. p.351, 2000.

- Kranz WM, Passini T. Amarelinho: biologia e controle. Informe da Pesquisa - IAPAR, v.121, p.19, 1997.
- Kranz WM, Passini T. *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae), planta invasora de pastagens no Estado do Paraná. In: Resumos do 47º Congresso Nacional de Botânica, Nova Friburgo. Rio de Janeiro, p.315, 1996.
- Laynes-Garsaball JÁ, Mendez-Natera, JR. Efectos de extractos acuosos del follaje Del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre La germinación de semillas y El crecimiento de plántulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) cv. Arapatol S-15. Idesia, v.24, n.2, p.61-75, 2006.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000200008>
- Leather GR, Einhellig FA. Bioassay of naturally occurring allelochemical for phytotoxicity. Journal of Chemical Ecology, v.14, n.10, p.1821-1828, 1988.  
<https://doi.org/10.1007/BF01013479>
- Lorenzi H. Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640p. 2008.
- Lorenzi H, Souza HM, Torres MAV, Bacher LB. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 50p. 2003.
- Lorenzi H. Matos FJ. Plantas Ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1088p. 1999.
- May FE, Ash JE. An assessment of allelopathic potential of Eucalyptus. Australian Journal of Botany, v.38, n.3, p.245-254, 1990.
- Maraschin- Silva F, Áquila MEA. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. Revista Árvore, v.30, n.4, p.547-555, 2006.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000400007>
- Mayeux HS, Scifres CJ. Germination of golden weed seed. Journal of Range Management, v.31, n.5, p.371-374, 1978.
- Passini T, Kranz WM. Eficácia de herbicidas no controle de amarelinho (*Tecoma stans*) em pastagem. Planta Daninha, v.15, n.2, p.190-197, 1997.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-83581997000200012>
- Peres MTLP, Silva LBS, Faccenda O, Hess SC. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). Acta Botanica Brasilica, v.20, p.61-69, 2006.
- Pina GO. Efeito alelopático do extrato aquoso foliar de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae - cagaita) na germinação, crescimento e morfo-anatomia de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae- gergelim) e *Raphanus sativus* L. (Brassicaceae- rabanete). 2008. 106p. Dissertação (Mestrado em Botânica). - Universidade de Brasília; Brasília.
- Pires NM, Oliveira VR. Alelopatia. In: Oliveira RS, Constantim J (org.). Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: Agropecuária. 2001, p.145-185.
- Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE, Biologia Vegetal. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 906p. 2001.
- Reigosa MJ, Sánchez AM, González. Ecophysiological approach in allelopathy. Critical Reviews in Plant Sciences, v.18, n.5, p.577-608, 1999.  
<https://doi.org/10.1080/07352689991309405>
- Rice EL. Allelopathy. 2 ed. New York: Academic Press, 422p. 1984.
- Rizvi SJH, Rizvi V. Exploitation o allelochemicals in improving crop productivity. In: Rizvi, SJH, Rizvi V (org.). Allelopathy: Basic and applied aspects. London: Chapman & Hall, 1992. p.443-472.
- Rosa DM, Fortes AMT, Mauli MM, Marques DS, Palma D. Potencial Alelopático de *Panicum maximum* JACQ sobre a germinação de sementes de espécies nativas. Revista Flora e Ambiente, v.18, n.2, p.198-203, 2011.  
<http://dx.doi.org/10.4322/loram.2011.038>
- Santos VHM. Potencial alelopático de extratos e frações de *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) sobre sementes e plântulas de *Lactuca sativa*. 2012. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Botânica)). Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo.
- Salisbury FB, Ross C. Plant physiology. Belmont: Wadsworth; 682p. 1992.
- Sartor LR, Adami PF, Chini N, Martin TN, Marchese JA, Soares AB. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. Ciência Rural, v.39, p.1553-1559, 2009.  
<https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000600004>
- Scheren LM, Zucareli, V, Zucareli, CA, Fortes, AMT. Efeito alelopático do extrato aquoso de folha e de fruto de leucena (*Leucaena leucocephala* Wit) sobre a germinação e crescimento de raiz de canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng). Semina: Ciências Agrárias, v.26, n.2, p.161-166, 2005.
- Silva WA, Nobre AP, Leites AP, Silva MSC, Lucas RC, Rodrigues OG. Efeito alelopático de extrato aquoso de *Amburana cearensis* A. Smith na germinação e crescimento de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). Agropecuária Científica no Semiárido, v.2, n.1, p.48-54, 2006.  
<http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v2i1.22>
- Silveira PF, Maia SSS, Coelho MFB. Potencial alelopático do extrato aquoso de cascas de jurema preta no desenvolvimento inicial de alface. Revista Caatinga, v.25, n.1, p.20-27, 2012.
- Socolowski F, Vieira DCM, Massanori T. Massa de sementes de *Tecoma stans* L. Juss. Ex Kunth (Bignoniaceae): efeito na emergência e no estabelecimento de suas plântulas no sol e na sombra. Biota Neotropica, v.11, n.2, p.171-178, 2011.  
<https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200017>
- Souza-Filho APS. Alelopatia e as plantas. Belém: Embrapa Amazônica Oriental, 159p. 2006.
- Souza Filho APS, Rodrigues LR, Rodrigues TJ. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, n.2, p.165-170, 1997.
- Souza Filho APS, Rodrigues LRA, Rodrigues TJD. Efeitos de extratos aquosos de assa-peixe sobre a germinação de três espécies de braquiária. Planta Daninha, v.14, n.2, p.93-101, 1996.
- Soares GLG, Vieira TR. Inibição de germinação e do crescimento radicular de alface (cv. “grand rapids”) por extratos

aqueos de cinco espécies de Gleicheniaceae. Revista Floresta e Ambiente, v.7, n.1, p.180-197, 2000.

Souza CSM, Silva WLP, Guerra AMNM, Cardoso MCR, Torres SB. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.2, n.2, p.96, 2007.

Souza SAM, Stein VC, Cattelan LV, Bobrowski L, Rocha BHG. Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para avaliação do efeito citotóxico e alelopático de extratos aquosos de plantas medicinais. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.5, n.1, 2005.

Souza MAA, Borges RSOS, Stark MLM, Souza SR. Efeito de extratos aquosos, metanólicos e etanólicos de plantas medicinais sobre a germinação de sementes de alface e sobre o desenvolvimento micelial de fungos fitopatogênicos de interesse agrícola. Revista Universidade Rural, v.22, n.2, p.181-185, 2002.

Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal. 3. ed. São Paulo: Artmed, 719p. 2004.

Taiz L, Zeiger E. Fisiologia Vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 319p. 2002.

Tur CM, Martinazzo EG, Aumonde TZ, Villela FA. Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de rabo-de-bugio sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface. Revista Brasileira de Biociências, v.10, n.4, p.521-525, 2012.

Villela FA, Doni Filho L, Sequeira EL. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

Wandscheer ACD, Borella J, Bonatti LC, Pastorini LH. 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.

<https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000100005>