

Potencial Alelopático de Espécies da Família Fabaceae Lindl

Allelopathic Potential of Species from the Fabaceae Lindl Family

Ykaro Richard Oliveira*^a; Paulo Henrique da Silva^a; Maria Carolina de Abreu^b; Cleinaldo Borges Leal^c; Lauana Pereira de Oliveira^d

^aSecretaria de Estado da Educação. PI, Brasil.

^bUniversidade Federal do Piauí. PI, Brasil.

^cUniversidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ecologia. PI, Brasil.

^dUniversidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Biotecnologia. SP, Brasil.

*E-mail: ykr-oliveira@hotmail.com

Resumo

O objetivo deste artigo foi realizar uma pesquisa de caráter bibliográfico acerca dos estudos desenvolvidos com representantes da família Fabaceae e destacar quais efeitos alelopáticos tais espécies desempenharam sobre outras plantas. Foram listadas 24 espécies de Fabaceae, sendo o gênero *Anadenanthera* o mais representativo neste artigo, com três espécies estudadas. A partir da análise dos arquivos, foi evidenciado que os representantes da família Fabaceae investigados apresentam em sua composição química substâncias responsáveis por gerar um efeito alelopático sobre outras espécies, caracterizando, dessa forma, uma função ecológica desses vegetais para a constituição dos ecossistemas em que se incluem. Além disso, tal característica pode despontar uma provável utilização desses seres no controle de plantas daninhas, que representam um grande problema para os agricultores. Também foram percebidos com maior frequência estudos voltados ao uso de bioensaios laboratoriais com o uso da espécie *Lactuca sativa*, noticiando a carência de estudos mais complexos sobre a ação dos aleloquímicos, quando lançados em condições naturais no ambiente.

Palavras-chave: Aleloquímicos. Germinação de Sementes. Leguminosae.

Abstract

The objective of this paper was to perform a bibliographic research about the studies carried out with representatives of the Fabaceae family and stress out what allelopathic effects such species develop on other plants. Twenty-four Fabaceae species were listed, being the Anadenanthera genus the most representative in this article, with three species studied. It was noticed in the studies analysis that certain Fabaceae species contain in their chemical composition, substances responsible for an allelopathic effect on other species, characterizing an ecological role of these plants for the ecosystems establishment. This feature can suggest the use of these species in weed control, which represent a problem to farmers. It was seen more often studies focused on the use of laboratory bioassays with Lactuca sativa, reporting the lack of more complex studies on the action of allelochemicals when launched in natural conditions in the environment.

Keywords: Allelochemicals. Seed Germination. Leguminosae.

1 Introdução

A alelopatia é caracterizada como um processo metabólico na qual o vegetal libera substâncias químicas produzidas pelo seu metabolismo secundário que podem afetar direta ou indiretamente no desenvolvimento de outras plantas, gerando um efeito inibitório ou uma ação estimuladora. Esses compostos são chamados aleloquímicos, e podem ser dispersos no meio ambiente por meio de lixiviação, exsudação das raízes, volatilização e decomposição (CHEEMA *et al.*, 2013; REIGOSA *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2014).

Diferente da competição, na alelopatia não ocorre uma disputa direta dos recursos limitados, como: luz, água e nutrientes. Assim, a principal função dos compostos alelopáticos é diminuir ou anular a competição por recursos e, para este fim, as plantas lançam seus produtos químicos no ambiente (SEVERINO *et al.*, 2006; FUJII; HIRADATE, 2007). Tais compostos são variáveis quanto à constituição, concentração e distribuição, sendo encontrados em todos

os órgãos vegetais, mas comumente ficam acumulados nas folhas (MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006).

Os efeitos alelopáticos são concebidos através da ação de diferentes substâncias químicas pertencentes às várias classes de compostos, tais como: compostos fenólicos, flavonoides, terpenos, alcaloides, lactonas, poliacetilenos, taninos, cumarinas, ácidos graxos, peptídeos, entre outros (HERNÁNDEZ-TERRONES *et al.*, 2007; MENDONÇA, 2008; GUSMAN *et al.*, 2015; RIZZI *et al.*, 2016; VENTURELLI *et al.*, 2016; LIU *et al.*, 2016).

Esses compostos podem interferir de várias maneiras no metabolismo das plantas, atuando sobre hormônios, respiração, na fotossíntese, abertura dos estômatos, síntese de proteína, inibição do transporte de membrana e da atividade enzimática e alteração no material genético (TURNES *et al.*, 2014; SPIASSI *et al.*, 2015). Neste contexto, pode-se apontar ainda outras ações causadas por substâncias alelopáticas: redução e/ou inibição da germinação de sementes, do crescimento inicial da parte aérea, do sistema radicular, clorose e redução

dos teores de clorofila (CORREIA *et al.*, 2005; ROZETE *et al.*, 2007; CORSATO *et al.*, 2010; CARVALHO *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2014; GUSMAN *et al.*, 2015).

Diante do aumento acentuado de pesquisas voltadas à alelopatia vegetal (FELITO *et al.*, 2015; PAULA *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2016; MALHEIROS *et al.*, 2016; CARVALHO *et al.*, 2016; KREMER *et al.*, 2016; ANESE *et al.*, 2016; GONÇALVES *et al.*, 2016) e da aplicação de algumas leguminosas no controle de espécies invasoras (LOPES *et al.*, 2018), objetivou-se, neste trabalho, o desenvolvimento de uma pesquisa de caráter bibliográfico acerca dos estudos desenvolvidos com representantes da família Fabaceae e quais efeitos alelopáticos tais espécies desempenham sobre outras plantas.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

O presente trabalho se trata de um estudo exploratório do tipo revisão bibliográfica e foi desenvolvido por meio da análise de outras pesquisas realizadas. Para isso, fez-se a busca das informações em livros, artigos de periódicos e dissertações disponíveis em bases de dados, como: SciELO e Scienccdirect. O material analisado obedeceu ao recorte temporal de 12 anos (2005-2016), sendo usados os seguintes descritores na busca: alelopatia, aleloquímicos, propriedades alelopáticas, extrato alelopático, metabólitos secundários, Leguminosae, Fabaceae, interação, inibição, germinação de sementes, *Lactuca sativa* e extrato foliar. Alguns desses termos também foram pesquisados em inglês.

Setenta e sete artigos, quatro dissertações e seis livros foram selecionados, cujos dados foram ordenados em dois temas, o primeiro se propôs a esclarecer os aspectos gerais e aplicações da alelopatia e levantar comentários sobre as principais substâncias alelopáticas, enquanto o segundo tema teve como foco discutir a presença dessas substâncias em representantes da família Fabaceae e, conseqüentemente, da aplicação dessas substâncias em bioensaios. Foram excluídos deste estudo os artigos que não apontaram claramente os procedimentos metodológicos utilizados nos bioensaios, bem como alguns trabalhos que não se propuseram a descrever os efeitos morfofisiológicos gerados pelos alelopáticos.

2.2 Alelopatia como ciência: aspectos gerais, aplicações e aleloquímicos

O termo alelopatia foi determinado por Molisch (1937) e vem do grego, significando *allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer. Logo, pode ser entendido como o fenômeno do qual os organismos vegetais podem afetar, seja inibindo ou estimulando, o crescimento de outras plantas presentes no

mesmo ambiente, por meio da liberação de produtos químicos no ambiente, chamados alelopáticos ou aleloquímicos (RIZVI *et al.*, 1992; BORELLA *et al.*, 2009; XING *et al.*, 2014). Já para Rice (1984), a definição de alelopatia seria qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, que os seres fotossintéticos (incluindo microrganismos) aplicam sobre outros vegetais por meio de compostos liberados no meio.

A capacidade alelopática dos vegetais pode ser observada e diferenciada em autotoxicidade, em que a planta lança substâncias químicas que afetam indivíduos de sua mesma espécie; e heterotoxicidade, quando os compostos liberados interferem sobre outras espécies (PIRES; OLIVEIRA, 2011). Nesse caso, tal processo ecológico influencia a produtividade e manejo de culturas, a sucessão, a formação da comunidade vegetal e a comunidade clímax (PARENTE *et al.*, 2014; ANTONELLI *et al.*, 2016).

Os efeitos desempenhados pelos compostos alelopáticos são variados no metabolismo, agindo sobre os hormônios, a respiração, a fotossíntese, a abertura estomática, a síntese de proteínas, a atividade enzimática, na inibição do transporte pela membrana e na alteração do material genético, sendo percebidas também outras ações, como a inversão do gravitropismo, colapso celular, necrose tecidual e diminuição da translocação do componente nutritivo (CARVALHO *et al.*, 2014; TURNES *et al.*, 2014; SPIASSI *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Reigosa *et al.* (2013) falam da divisão das pesquisas alelopáticas em duas categorias. A primeira, a alelopatia *stricto sensu*, segue basicamente conceitos e abordagens ecológicas e trata dos estudos dos fenômenos que ocorrem nos ecossistemas naturais. Já na segunda, a aplicada, são seguidos os critérios e os interesses comerciais e econômicos, correspondendo aos estudos baseados em interações de espécies cultivadas, que não ocorrem naturalmente no mesmo hábitat.

Como a agricultura moderna se prende às práticas que privilegiam o uso excessivo de herbicidas, fertilizantes, nematicidas e fungicidas, que comprometem as propriedades físico-químicas do solo e que causam poluição ambiental, a alelopatia tem ganhado força no âmbito da investigação agrária, despertando a atenção pelo papel que pode desempenhar contra a invasão de parasitas e de ervas daninhas nas plantações, pois, além de ser um método natural, tem baixo custo e não exige equipamentos sofisticados para sua aplicação (MENDONÇA, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015).

Desse modo, vários estudos vêm sendo desenvolvidos almejando avaliar o mecanismo de ação de vários extratos obtidos de plantas e demonstrando resultados significativos no controle de daninhas (ARAÚJO *et al.*, 2010; CÂNDIDO

et al., 2013; CARPANEZZI; PEREZ, 2014; MONQUERO *et al.*, 2014; GRISI *et al.*, 2015; LOPES *et al.*, 2018). Nesse sentido, Gusman *et al.* (2015) complementam que tais investigações têm se concentrado, especialmente, nas interações entre espécies vegetais cultivadas e na prospecção de novos compostos com propriedades herbicidas, bem como na identificação dos compostos secundários através da prospecção fitoquímica (FREITAS *et al.*, 2014). Todavia, ao passo que as práticas de controle de plantas infestantes se tornam mais limitantes nas esferas econômica e ecológica, os estudos dos mecanismos das interferências bióticas alelopáticas entre os componentes cultivados e não cultivados são percebidos como mais relevantes (CARVALHO *et al.*, 2012).

A atividade alelopática de plantas e de compostos químicos tem sido demonstrada em vários estudos que não mostram a interação alelopática exercida em condições naturais (CÂNDIDO *et al.*, 2010; CORSATO *et al.*, 2010; ARAÚJO *et al.*, 2011; NASCIMENTO *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2014; ANTONELLI *et al.*, 2016; GONÇALVES *et al.*, 2016; KREMER *et al.*, 2016), dessa forma, grande parte dos trabalhos apenas aponta a presença e ação de substâncias bioativas capazes de afetar as funções de uma espécie alvo em laboratório, portanto, esses estudos somente sugerem que em condições naturais os efeitos sejam os mesmos (REIGOSA *et al.*, 2013; GUSMAN *et al.*, 2014).

Determinadas variáveis ambientais, como temperatura, umidade e intensidade luminosa podem afetar a produção dos metabólitos secundários e, ainda somadas aos efeitos da biota e das características do solo, podem promover alterações na estrutura química dos compostos produzidos e o grau de atividade dessas substâncias, quando liberadas no meio (MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006). Entretanto, são escassos os estudos que mostram a trajetória completa dessas substâncias, partindo da produção específica do metabolito, passando pelo ambiente (solo, água e atmosfera) até chegar à planta receptora, visto que a observação dos efeitos dos aleloquímicos se torna difícil em nível de campo, pois não há como declarar se o dano causado foi em função de um fator de produção independente da adição de um composto ao meio (BRITO; SANTOS, 2012; REIGOSA *et al.*, 2013).

Ao longo da história da alelopatia foram estabelecidos avanços acerca de seus experimentos e técnicas, bem como dos equipamentos que tornaram possíveis os estudos mais avançados, capazes de permitir o isolamento e a identificação de compostos químicos envolvidos na atividade alelopática das plantas, complementando os trabalhos de bioensaios, promovendo, dessa forma, o entendimento mais amplo do papel dos aleloquímicos (SOUZA-FILHO *et al.*, 2010). Acerca disso, Reigosa *et al.* (2013) declaram que o número

de pesquisas abrangendo testes de alelopatia cresceu continuamente a partir dos anos 1990 e que as produções brasileiras ganharam, nesse período, uma maior exposição internacional.

Todos os organismos vegetais produzem metabólitos secundários que variam quanto à concentração e diversidade, sendo enquadrados em inúmeras classes de compostos químicos, embora sejam apontados três grupos principais: os terpenos, compostos fenólicos e alcaloides (TAIZ; ZEIGER, 2010; GLEASON, 2012). Outros grupos também são caracterizados por sua capacidade alelopática, como os ácidos orgânicos, naftoquinonas, antraquinonas, quinonas, fenóis, flavonoides e taninos (CARMO *et al.*, 2007). Essas substâncias químicas são produzidas em diferentes órgãos das plantas, como: raízes, folhas, flores e frutos, e sua liberação no ambiente ocorre por volatilização, exsudação radicular, lixiviação e decomposição de resíduos. Entretanto, a eficácia da ação depende, geralmente, de uma liberação contínua, de modo que os efeitos persistam até os cultivos subsequentes (BELINELO *et al.*, 2008; TUR *et al.*, 2010).

2.3 Alelopatia em espécies de Fabaceae

A família Fabaceae Lindl. pertencente à ordem Fabales (APG IV 2016) representa um importante grupo de plantas, com mais de 2.807 espécies distribuídas em 222 gêneros dispersos por todos os biomas brasileiros, resguardando a maior parte da diversidade florística da região Nordeste do Brasil e do Domínio da Caatinga (BFG, 2015). Essa família tem sua importância ambiental reforçada em seus representantes, hábeis na fixação do nitrogênio, o que termina por beneficiar agricultores e os ecossistemas naturais (LPWG, 2013).

A partir dos trabalhos averiguados foi montada a Tabela 1, responsável por sumarizar tais estudos, sendo retratadas nessa algumas informações fundamentais para a compreensão dos resultados encontrados, como: espécie estudada, a parte vegetal ou qual material foi usado na produção dos extratos, qual espécie foi usada no bioensaio, quais os efeitos alelopáticos percebidos na germinação e no crescimento, bem como as alterações morfofisiológicas detalhadas nos textos e, por fim, a autoria da pesquisa.

Para a determinação dos efeitos alelopáticos, listados no Quadro 1, se privilegiaram os termos empregados nos próprios estudos, sendo registrada, nas vezes pertinentes, a inconsistência matemática dos dados, principalmente, quando voltados à redução da germinação e do crescimento. Já para a inibição, não foram registrados numericamente os extratos ou porcentagens das concentrações, logo, se considerou a inibição, mesmo que o efeito tenha sido apontado em uma única concentração.

Quadro 1 - Lista de espécies de Fabaceae abordadas na pesquisa utilizadas em ensaios de alelopatia entre os anos de 2005 e 2016

Espécie estudada	MA	EB	EG	EC	EM	Autoria da pesquisa
<i>Acacia bahiensis</i> Benth.	Fo e Fr	<i>Lactuca sativa</i>	Re	Re	Não registrado	Oliveira <i>et al.</i> 2005
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Delile	Fo	<i>Pisum sativum</i>	Na	*	Não registrado	Al-Wakeel <i>et al.</i> 2006
<i>Albizia blanchetii</i> (Benth.) G.P. Lewis	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	In	Re	Não registrado	Oliveira <i>et al.</i> 2005
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Se	<i>Cucumis melo</i>	In	Na	Ausência de pelos radiculares, necrose radicular e gravitropismo negativo	Oliveira <i>et al.</i> 2016
	Se	<i>Raphanus sativus</i> e <i>Lactuca sativa</i>	In	In	Atrofia e necrose radicular e redução de raízes secundárias	Felix 2007
	Fo e Ca	<i>Sorghum bicolor</i>	Re	Re	Atrofia das raízes	Silva 2007
		<i>Cajanus cajan</i>	Re	In	Atrofia das raízes	
Fo	<i>Zea mays</i>	In	In	Atrofia das raízes		
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	Re	*	Não registrado	Oliveira <i>et al.</i> 2005
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	In	Na	Não registrado	Silva <i>et al.</i> 2006
		<i>Sesamum indicum</i>	Re	Na	Não registrado	Gatti <i>et al.</i> 2007
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Fo	<i>Brassica chinensis</i> e <i>Lactuca sativa</i>	Re	Na	Não registrado	Silva <i>et al.</i> 2010
<i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C. Greg.	So	<i>Lactuca sativa</i>	Rn	Nd	Não registrado	Saraiva 2010
		<i>Oryza sativa</i>	Nd	Re	Não registrado	
		<i>Brachiaria decumbens</i>	Nd	Nd	Não registrado	
		<i>Ipomoea grandifolia</i>	Nd	Re	Não registrado	
<i>Arachis repens</i> Handro	So	<i>Lactuca sativa</i> e <i>Brachiaria decumbens</i>	Rn	Nd	Não registrado	Saraiva 2010
		<i>Oryza sativa</i>	Rn	Re	Não registrado	
		<i>Ipomoea grandifolia</i>	Nd	Rn	Não registrado	
<i>Bauhinia candicans</i> Benth.	Pa	<i>Lactuca sativa</i>	Re	Na	Não registrado	Souza <i>et al.</i> 2005
<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv	Fo	<i>Cassia tora</i> , <i>Mimosa pudica</i> e <i>Cassia occidentalis</i>	In	Na	Não registrado	Santos <i>et al.</i> 2011
<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.	Pl	<i>Lactuca sativa</i>	Re	Re	Atrofia radicular, raízes secundárias oxidadas e escurecidas e diminuição da translocação do componente nutritivo da raiz para o hipocótilo	Carvalho <i>et al.</i> 2014
<i>Chloroleucon tortum</i> (Mart.) Pittier	Fo e Fl	<i>Lactuca sativa</i>	In	Re	Não registrado	Oliveira <i>et al.</i> 2005
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fr	<i>Lactuca sativa</i>	Re	Re	Não registrado	Oliveira <i>et al.</i> 2005
<i>Crotalaria anagyroides</i> Kunth	Pl	<i>Lactuca sativa</i>	Re	*	Atrofia radicular, raízes secundárias oxidadas e escurecidas e diminuição da translocação do componente nutritivo da raiz para o hipocótilo	Carvalho <i>et al.</i> 2014
<i>Crotalaria juncea</i> L.	Fo	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Re	Re	Não registrado	Araújo <i>et al.</i> 2011
		<i>Zea mays</i>	Re	Re	Não registrado	
<i>Cullen plicata</i> (Delile) C.H.Stirt.	Fo	<i>Bidens pilosa</i>	In	In	Não registrado	El-Gaward 2015
	Fo	<i>Urospermum picroides</i>	In	In	Não registrado	

<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Fo e Se	<i>Cucumis melo</i>	Nd	Es	Ausência de pelos radiculares, necrose radicular e gravitropismo negativo	Oliveira <i>et al.</i> 2016
	Ca	<i>Lactuca sativa</i>	Nd	Re	Atrofia radicular	Virtuoso e Miguel 2005
	Ca	<i>Lactuca sativa</i>	Es	In	Não registrado	Centenaro <i>et al.</i> 2009
	Se	<i>Lactuca sativa</i>	Re	Re	Necrose radicular e gravitropismo negativo	Oliveira <i>et al.</i> 2012
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	Re	Re	Alterações teciduais das radículas, células epidérmicas e subepidérmicas colapsadas e ausência ou diminuição de pelos radiculares	Oliveira <i>et al.</i> 2008
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Se	<i>Lactuca sativa</i>	Re	In	Atrofia da raiz, queima e escurecimento da radícula, encurvamento do caulículo, geotropismo negativo	Silveira <i>et al.</i> 2011
	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	Re	In	Necrose radicular e geotropismo negativo	Silveira <i>et al.</i> 2012a
	Ca	<i>Lactuca sativa</i>	Nd	In	Ausência de pelos absorventes, necrose da radícula e geotropismo negativo	Silveira <i>et al.</i> 2012b
	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	Es	*	Não registrado	Oliveira <i>et al.</i> 2014
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	Re	In	Não registrado	Oliveira <i>et al.</i> 2005
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	Nd	In	Escurecimento das raízes	Maraschin-Silva e Aquila 2006
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Pa	<i>Lactuca sativa</i> e <i>Lycopersicon esculentum</i>	Re	**	Diferença no espessamento da raiz e ausência de pelos absorventes	Cândido <i>et al.</i> 2010
		<i>Allium cepa</i>	Re	In	Não registrado	
		<i>Triticum aestivum</i>	Nd	In	Não registrado	
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Fo	<i>Lactuca sativa</i>	In	Na	Não registrado	Ribeiro <i>et al.</i> 2012

MA-material analisado (Fo-folha, Fr-fruto, Se-semente, Fl-flor, Pa-parte aérea, Ca-casca, So-solo cultivado com a espécie, Pl-palha); EB-espécie usada no bioensaio; EG-efeitos na germinação e EC-efeitos no crescimento (Nd-efeito não detectado, Rn-redução não estatisticamente significativa, Re-redução, In-inibição, Es-estimulação, Na-não analisado, *Aumento do hipocótilo e redução da radícula, **Aumento da radícula e redução do hipocótilo); EM-efeitos morfofisiológicos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Vinte e quatro representantes da família Fabaceae estão listadas neste artigo (Quadro 1), entre as quais foram encontrados mais de um trabalho para algumas espécies, como: *Amburana cearensis*, *Erythrina velutina* e *Mimosa tenuiflora*. *Anadenanthera* foi o gênero mais estudado, em que três de suas espécies tiveram seu potencial alelopático testado, sendo percebido o efeito inibitório germinativo em pelo menos uma, ainda que nas outras duas tenha sido apontada a redução da germinação nos bioensaios (OLIVEIRA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2006; GATTI *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2010). Outros gêneros tiveram duas representantes estudadas: *Acacia*, *Arachis* e *Crotalaria*, e nesses, o principal efeito percebido foi redução da germinação e do desenvolvimento, entretanto, para o gênero *Arachis*, não foram percebidos efeitos alelopáticos inibitórios nos bioensaios realizados (SARAIVA, 2010).

Entre as partes vegetais mais estudadas se notou prevalecer as folhas para serem usadas em análise, fato assentado às informações de Reigosa *et al.* (2013), ao afirmarem que a maioria desses estudos tem investigado as propriedades alelopáticas das folhas, seguidos por outras partes, como: o caule e, em menor grau, os órgãos reprodutivos. Segundo

esses autores, o domínio das folhas nessas pesquisas ocorre em função do fato de tais partes se mostrarem mais acessíveis que os outros órgãos vegetais, além do mais, ecologicamente, as folhas representam uma grande parte da serrapilheira produzida pela vegetação e que afeta diretamente o crescimento e o recrutamento de novas mudas.

Na maioria dos bioensaios desenvolvidos com representantes de Fabaceae prevaleceu a aplicação de *Lactuca sativa* como espécie teste, sendo facilmente encontrada na literatura a aplicação desta como espécie-modelo, uma vez que se trata de uma planta herbácea de alta sensibilidade, mesmo quando submetida a baixas concentrações dos aleloquímicos (OLIVEIRA *et al.*, 2010b; NASCIMENTO *et al.*, 2012). Ademais, germinação rápida, crescimento indiferente às variações de pH e insensibilidade aos potenciais osmóticos são outras particularidades da espécie e que justificam sua utilização nesses testes (CARVALHO *et al.*, 2014).

Em grande parte dos trabalhos analisados não foram declaradas as alterações morfológicas e fisiológicas que ocorriam nas espécies-modelo com a aplicação das concentrações químicas, estando, a maioria desses estudos,

limitados a afirmarem ou refutarem a redução e/ou inibição da germinação das sementes e o crescimento de plântulas. Entretanto, entre os registros encontrados, a atrofia e a necrose radicular foram as modificações mais frequentes, seguidas de: inversão do gravitropismo e diminuição ou ausência de pelos absorventes, como nos trabalhos de: Oliveira *et al.* (2008, 2011, 2012a., 2012b, 2016), Cândido *et al.* (2010), Carvalho *et al.* (2014).

Notou-se também que nos trabalhos que almejavam apontar a capacidade alelopática de uma determinada espécie, frequentemente, não ocorria um relato aprofundado dos aleloquímicos contidos nas concentrações usadas, estando essas informações referentes à composição química das partes vegetais retratadas em outros estudos, muitas vezes desvinculados de uma análise direta das ações alelopáticas sobre outras plantas.

A maioria dos trabalhos analisados foi desenvolvida com extratos vegetais alocados diretamente nas sementes e plântulas das espécies-testes, entretanto, para averiguar o efeito alelopático em representantes do gênero *Arachis*, Saraiva (2010) envolveu a adição de solo no experimento e, também, a utilização de solução de solo de uma localidade cultivada com espécies desse gênero. Os efeitos percebidos no desenvolvimento da pesquisa em solos cultivados com as espécies estudadas não apresentaram valores consistentes de significância, entretanto, esta metodologia é mais similar às condições ambientais naturais e, portanto, deve ser priorizada em pesquisas futuras.

Nas espécies *Amburana cearenses*, *Arachis pintoii*, *Arachis repens*, *Machaerium scleroxylon*, *Peltophorum dubium*, *Senna occidentalis* e *Mimosa tenuiflora*, foi percebido ao menos em um estudo que a intensidade dos efeitos inibitórios foram mais consistentes nas plântulas quando em comparação com a germinação das espécies testes, corroborando com Oliveira *et al.* (2005), ao declararem que a germinação é menos sensível aos aleloquímicos que o crescimento de plântulas e o desenvolvimento de plantas adultas.

Bioensaios realizados com a espécie *Mimosa tenuiflora* apontam sua capacidade inibitória e, de acordo com Nunes *et al.* (2006), as plantas do gênero *Mimosa* apresentam flavonoides, geralmente flavonas e flavanonas como principais compostos fenólicos, substâncias reconhecidas por desempenharem atividade alelopática (CARMO *et al.*, 2007). Nas cascas e nas folhas dessa espécie ocorre ainda a presença de tanino condensado, eficiente na defesa do vegetal contra o ataque de pragas e de doenças (GUIMARÃES-BEELLEN *et al.*, 2006; PAES *et al.*, 2006). Além do mais, esses compostos agem como inibidores de germinação, de crescimento e também afetam negativamente algumas bactérias do solo, sendo os taninos condensados constituídos de monômeros enquadrados na classe dos flavonoides, que também afetam a germinação de sementes (SILVA, 2007).

Ainda, sobre a espécie *M. tenuiflora*, a presença de taninos hidrolisáveis e condensados nos extratos etanólicos da casca,

do cerne e da folha foi confirmada, bem como de outros compostos químicos, como: leucoantocianidinas, catequinas e flavonas na casca e cerne; e flavanonas e saponinas nas folhas (BEZERRA *et al.*, 2009). Logo, é sabido que compostos fenólicos podem atuar na expressão de genes que participam do mecanismo de defesa das plantas, ou ainda, são capazes de interferir na expressão gênica de plantas vizinhas (ADEYEMI, 2010).

Stryphnodendron adstringens desempenhou papel inibitório em duas espécies testadas, e tal efeito pode ser creditado a presença de terpenoides (SILVA *et al.*, 2006), entretanto, análises químicas desenvolvidas por meio de reações genéricas com cloreto férrico e acetato de cobre, causando o aparecimento da coloração preta e do precipitado castanho avermelhado, evidenciaram existir derivados fenólicos na espécie, sendo constatado nas folhas um maior teor dessas substâncias, seguidos da casca e do caule. Já por meio do reativo de Shinoda e da coloração amarelada na presença de hidróxido de sódio (5%) se pode afirmar que flavonoides e saponinas estavam dispostos em todos os extratos vegetais da espécie, com a preponderância de flavonas nas soluções providas da casca e folha, e flavonóis no extrato do caule (MACEDO *et al.*, 2007a,b).

Algumas das espécies estudadas são apontadas em trabalhos de etnobotânica e citadas como plantas medicinais, como: *Senna occidentalis* (OLIVEIRA *et al.*, 2010a); *Amburana cearenses*, *Anadenanthera colubrina*, *Mimosa tenuiflora* (FREITAS *et al.*, 2015; COSTA; MARINHO, 2016); *Stryphnodendron adstringens* (RICARDO *et al.*, 2015); *Erythrina velutina* (OLIVEIRA *et al.*, 2011); *Copaifera langsdorffii* e *Peltophorum dubium* (ALVES *et al.*, 2014). Logo, a investigação da capacidade alelopática de plantas medicinais tem crescido e, com a verificação dessa característica em uma espécie, tais vegetais poderão ganhar maior visibilidade e serem utilizadas no controle de plantas infestantes (FELIX, 2007).

A detecção de saponinas, flavonoides e taninos apresentou resultados positivos em *Peltophorum dubium*, com contensão predominante de flavonas em suas folhas (MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2006). Esses taninos se enquadram no grupo dos compostos fenólicos e comumente estão associados com o mecanismo de defesa. Além disso, são amplamente distribuídos no reino vegetal, ainda que entre as angiospermas, os taninos sejam mais comuns nas dicotiledôneas, sendo as espécies pertencentes à família Fabaceae frequentemente ricas em taninos (NICIOLI *et al.*, 2010).

As plantas do gênero *Erythrina* são referenciadas pela sua produção de alcaloides, flavonoides, isoflavonoides e outras substâncias. Por meio da análise em cromatografia gasosa foi notificada a presença de ácido fênico, ácido cinâmico, α -amirina, estigmasterol, β -amirina, β -sitosterol e lupeol na espécie *Erythrina velutina* (VIRTUOSO; MIGUEL, 2005). Esses dados corroboram com as ideias de Silva *et al.* (2007), ao declararem que as espécies que se enquadram na família

Fabaceae são particularmente ricas em flavonoides, alcaloides, terpenoides e esteroides.

Os alcaloides são compostos nitrogenados de destaque entre os metabólitos secundários e são produzidos de aminoácidos comuns, como tirosina, lisina e o triptofano. Entre os mais conhecidos estão a nicotina, a atropina, a cocaína, a codeína, a morfina e a estriquina, que atuam principalmente na defesa contra predadores (PAIVA, 2013), entretanto, o efeito alelopático de alcaloides foi averiguado e relatado em *Crotalaria Juncea*, na qual espécies daninhas tiveram sua germinação avaliada e em pelo menos uma espécie foi percebido retardo desse processo (ARAÚJO *et al.*, 2010).

Na espécie *Canavalia ensiformis* foram notificados ácidos fenólicos como ácido clorogênico, ácido ferúlico e ácido panísico, que proveram um efeito fitotóxico no desenvolvimento de plântulas de vegetais herbáceos (MENDONÇA, 2008). Sobre tais químicos se sabe que a classe de compostos fenólicos abarca numerosas substâncias com atividade alelopática conhecida, variando de fenóis simples a taninos com estruturas químicas mais complexas (TAVEIRA *et al.*, 2013).

Entre as substâncias com potencial alelopático encontradas na *Amburana cearenses*, a cumerina está presente nessa espécie (FELIX *et al.*, 2007), de modo que a capacidade alelopática desses metabólitos foi comprovada em vários estudos, variando sua ação em diferentes órgãos vegetais e etapas do desenvolvimento, desde redução ou inibição da germinação até reduções acentuadas no crescimento de hipocótilos (ABENAVOLI *et al.*, 2006; PERON *et al.*, 2014; CARPANEZZI; PEREZ, 2014).

3 Conclusão

Partindo das informações coletadas, analisadas e seguidamente dispostas neste estudo se pode inferir que determinadas espécies da família Fabaceae portam em sua composição química substâncias que desempenham efeito alelopático, caracterizando tais vegetais como relevantes para a formação dos ecossistemas em que estão incluídos, além de serem possivelmente úteis na agricultura, para o controle de plantas daninhas. Também foi notável a carência de estudos que buscam refletir as condições naturais, ocorrendo, na maioria dos casos, apenas o contato direto e exclusivo dos extratos vegetais com uma planta teste, sem interferência de outros fatores abióticos. Não obstante, também foi percebida a carência descritiva nos trabalhos, no referido às alterações morfológicas e/ou fisiológicas dispostas nos vegetais submetidos aos aleloquímicos.

Cumarinas, ácidos fenólicos, flavonoides, alcaloides, terpenoides e taninos são constituintes químicos existentes em representantes da família Fabaceae, sendo notório que tais substâncias despontam uma capacidade alelopática. Entretanto, poucos estudos tratam da capacidade alelopática de um vegetal já apontando aleloquímicos específicos, desse modo, percebe-se a necessidade de associar os trabalhos

que tratem da alelopátia em bioensaios com pesquisas mais complexas de química vegetal.

Referências

- ABENAVOLI, M. *et al.* The inhibitory effects of coumarin on the germination of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum, cv. Simeto) seeds. *J. Chem. Ecol.*, v.32, n.2, p.489-506, 2006. doi: 10.1007/s10886-005-9011-x
- ADEYEMI, M.M.H. The potential of secondary metabolites in plant material as deterrents against insect pests. *African J. Pure Appl. Chem.*, v.4, n.11, p.243-246, 2010.
- ALVES, J.M. *et al.* Uso múltiplo de espécies arbóreas nativas do fragmento de floresta semidecidual ribeirinha da fazenda experimental da Universidade Federal da Grande Dourado. *Cad. Agroecol.*, v.9, n.4, p.1-10, 2014.
- AL-WAKEEL, S.A.M. *et al.* Allelopathic effects of *Acacia nilotica* leaf residue on *Pisum sativum* L. *Allelopathy J.*, v.19, n.2, p.411-421, 2006.
- ANESE, S. *et al.* Fitotoxicidade de extratos etanólicos de frutos e folhas de *Banisteriopsis oxycyclada* (A. Juss.) B. Gates sobre o crescimento de plantas daninhas. *Biotemas*, v.29, n.1, p.1-10, 2016. doi: 10.5007/2175-7925.2016v29n1p1
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linnean Soc.*, v.181, p.1-20, 2016.
- ANTONELLI, J. *et al.* Allelopathic effect of irrigation with different concentrations of leaf extracts of *Atropha curcas* L. on growth *Brassica oleracea*. *Afr. J. Agricul.*, v.11, n.9, p.779-782, 2016. doi: 10.5897/AJAR2013.7692
- ARAÚJO, E.O.; ESPÍRITO SANTO, C L.; SANTANA, C.N. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de plantas daninhas. *Rev. Bras. Agroecol.*, v.5, n.2, p.109-115, 2010.
- ARAÚJO, E.O.; SANTANA, C.N.; ESPÍRITO SANTO, C.L. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de milho e feijão. *Rev. Bras. Agroecol.*, v.6, n.1, p.108-116, 2011.
- BELINELO, V.J. *et al.* Alelopátia de *Arctium minus* Bernh. (Asteraceae) na germinação e crescimento radicular de sorgo e pepino. *Rev. Caatinga*, v.21, n.4, p.12-16, 2008.
- BEZERRA, D.A.C. *et al.* Atividade biológica da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir.) sobre *Staphylococcus aureus* isolado de casos de mastite bovina. *Rev. Bras. Farmacog.*, v.19, p.814-819, 2009. doi: 10.1590/S0102-695X2009000600002
- BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, v.66, n.4, p.1085-1113, 2015. doi: 10.1590/2175-7860201566411
- BORELLA, J. *et al.* Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. *Rev. Bras. Bioc.*, v.7, n.3, p.260-265, 2009.
- BRITO, I.C.A.; SANTOS, D.R. Alelopátia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macacar. *Rev. Verde*, v.7, n.1, p.129-140, 2012.
- CÂNDIDO, A. C. S. *et al.* Atividade citotóxica de *Croton doctoris* S. Moore. *Ciênc. Rural*, v.43, n.4, p.645-652, 2013. doi: 10.1590/S0103-84782013000400013
- CÂNDIDO, A.C.S. *et al.* Potencial alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae, Caesalpinioideae): bioensaios em laboratório. *Acta Bot. Bras.*, v.24, n.1, p.235-242,

2010. doi: 10.1590/S0102-33062010000100025

CARMO, F.M.S.; BORGES, E.E.L.; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). *Acta Bot. Bras.*, v.21, n.3, p.697-705, 2007. doi: 10.1590/S0102-33062007000300016.

CARPANEZZI, F.B.; PEREZ, S.C.J. Alelopatia de extratos aquosos foliares da exótica invasora *Pittosporum undulatum* na germinação e crescimento do capim-arroz. *Pesq. Florestal Bras.*, v.34, n.79, p.173-179, 2014. doi: 10.4336/2014.pfb.34.79.599

CARVALHO, W.P. *et al.* Alelopatia de adubos verdes sobre feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Bras. Bioc.*, v.10, n.1, p.86-93, 2012.

CARVALHO, W.P. *et al.* Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a Germinação e crescimento inicial de alface. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 1, p. 1-11, 2014.

CARVALHO, W.P. *et al.* Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu. *Rev. Bras. Bioc.*, v.14, n.2, p.60-69, 2016.

CENTENARO, C. *et al.* Contribuição ao estudo alelopático de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. *Rev. Bras. Farmacog.*, v.19, n.1, p.304-308, 2009. doi: 10.1590/S0102-695X2009000200021.

CHEEMA, Z.A.; FAROOQ, M.; KHALIQ, A. Application of allelopathy in crop production: Success story from Pakistan. In: CHEEMA, Z.A.; FAROOQ, M.; WAHID, A. Allelopathy: current trends and future applications. Germany: Springer, 2013. p.113-144.

CORREIA, N.M.; CENTURION, M.A.P.C.; ALVES, P.L.C.A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. *Ciênc. Rural*, v.35, n.3, p.498-503, 2005. doi: 10.1590/S0103-84782005000300002

CORSATO, J.M. *et al.* Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. *Semina Ciênc. Agrárias*, v.31, n.2, p.353-360, 2010. doi: 10.5433/1679-0359.2010v31n2p353

COSTA, J.C.; MARINHO, M.G.V. Etnobotânica de plantas medicinais em duas comunidades do município de Picuí, Paraíba, Brasil. *Rev. Bras. Plantas Med.*, v.18, n.1, p.125-134, 2016. doi: 10.1590/1983-084X/15_071

EL-GAWAD, A.M.A. Chemical constituents, antioxidant and potential allelopathic effect of the essential oil from the aerial parts of *Cullen plicata*. *Ind. Crops Prod.*, v.80, p.36-41, 2015. doi: 10.1016/j.indcrop.2015.10.054

FELITO, R.A. *et al.* Potencial alelopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) no desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diversas concentrações. *Cad. Agroecol.*, v.10, p.1-5, 2015.

FELIX, R.A.Z. Efeitos da *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.A. Smith em aspectos fisiológicos da germinação de sementes. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2007.

FELIX, R.A.Z. *et al.* Efeitos alelopáticos da *Amburana cearensis* L. (Fr.All.) AC smith na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e de rabanete (*Raphanus sativus* L.). *Rev. Bras. Bioc.*, v.5, n.2, p.138-140, 2007.

FREITAS, A.V.L. *et al.* Diversidade e usos de plantas medicinais nos quintais da comunidade de São João da Várzea em Mossoró, RN. *Rev. Bras. Plantas Med.*, v.17, n.4, p.845-856, 2015. doi: 10.1590/1983-084X/14_080

FREITAS, J.V. *et al.* Prospecção fitoquímica e avaliação da citotoxicidade e genotoxicidade de *Helenium cf. amarum* (Raf.) H. Rock. *Rev. Cubana Plantas Med.*, v.19, n.1, p.338-348, 2014.

FUJII, Y.; HIRADATE, S. Allelopathy: new concepts & methodology. Enfield: Science Publishers, 2007.

GATTI, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A.; FERREIRA, A.G. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies de Cerrado. *Rev. Bras. Bioc.*, v.5, p.174-176, 2007.

GLEASON, F.K. Plant biochemistry. Jones & Bartlett Learning, 2012.

GONÇALVES, V.D. *et al.* Allelopathic potential of *Inga laurina* leaf extract on lettuce seed germination. *Científica*, v.44, n.3, p.333-337, 2016. doi: 10.15361/1984-5529.2016v44n3p333-337

GRISI, P.U. *et al.* Phytotoxicity and identification of secondary metabolites of *Sapindus saponaria* L. leaf extract. *J. Plant Growth Regulation*, v.39, n.2, p.339-349, 2015. doi: 10.1007/s00344-014-9469-2

GUIMARÃES-BEELLEN, P.M. *et al.* Characterization of condensed tannins from native legumes of the Brazilian Northeastern semi-arid. *Scie. Agric.*, v.63, n.6, p.522-528, 2006. doi: 10.1590/S0103-90162006000600002

GUSMAN, G.S.; VIEIRA, L.R.; VESTENA, S. Atividade alelopática e moluscicida de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry (Myrtaceae). *Evidência*, v.14, n.1, p.113-128, 2014.

GUSMAN, G.S.; YAMAGUSHI, M.Q.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Pilocarpus pennatifolius* Lemaire sobre a germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de espécies cultivadas. *Acta Amb. Catarinense*, v.12, n.1, p.1-11, 2015. doi: 10.24021/raac.v12i1/2.3223

HERNÁNDEZ-TERRONES, M.G. *et al.* Estudo fitoquímico e alelopático do extrato de caule de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*). *Planta Daninha*, v.25, n.4, p.755-762, 2007. doi: 10.1590/S0100-83582007000400012

KREMER, T.C.B. *et al.* Atividade alelopática de extrato aquoso de *Croton glandulosus* L. na germinação e no desenvolvimento inicial de alface. *Rev. Universidade Vale Rio Verde*, v.14, n.1, p.890-898, 2016. doi: 10.5892/ruvrd.v14i1.2628

LIU, X. *et al.* Isolation and identification of potential allelochemicals from aerial parts of *Avena fatua* L. and their allelopathic effect on wheat. *J. Agricul. Food Chem.*, v.54, n.18, p.3492-3500, 2016. doi: 10.1021/acs.jafc.5b05498

LOPES, P.G. *et al.* Allelopathy of a native shrub can help control invasive grasses at sites under ecological restoration in a Neotropical savanna. *Plant Ecol. Diversity*, v.11, n.4, p.527-538, 2018. doi: 10.1080/17550874.2018.1539132

LPWG -The Legume Phylogeny Working Group. Legume phylogeny and classification in the 21st century: Progress, prospects and lessons for other species-rich clades. *Taxon*, v.62, n.2, p.217-248, 2013. doi: 10.12705/622.8

MACEDO, F.M. *et al.* Triagem fitoquímica do barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville]. *Rev. Bras. Bioc.*, v.5, n.2, p.1166-1167, 2007a.

MACEDO, F.M. *et al.* Determinação de fenóis totais em barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville]. *Rev. Bras. Bioc.*, v.5, n.2, p.1164-1165, 2007b.

MALHEIROS, R.P.; MAPELLI, A.M.; MACHADO, L.L. Atividades antioxidante e alelopática de extratos foliares obtidos de *Eugenia dysenterica*. *Ciênc. Nat.*, v.38, n.2, p.601-609, 2016. doi: 10.5902/2179-460X17421

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Acta Bot. Bras.*, v.20, n.1, p.61-69, 2006. doi: 10.1590/S0102-33062006000100007

- MENDONÇA, R.L. Determinação de aleloquímicos por HPLC/UV-Vis em extratos aquosos de sementes de *Canavalia ensiformis* e estudo da atividade alelopática. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2008.
- MOLISCH, H. Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie. Jena, Fischer. 1937.
- MONQUERO, P.A. *et al.* Supressão de plantas daninhas pelo uso de cobertura vegetal. *Rev. Bras. Agroecol.*, v.9, n.2, p.206-213, 2014.
- NASCIMENTO, I.L. *et al.* Influência de partes vegetais de *Tamarindus indica* L. como efeito alelopático na germinação da alface. *Rev. Agropec. Cient. Semiárido*, v.8, n. 4, p. 97-101, 2012. doi: 10.30969/acsa.v8i4.336
- NICIOLI, P.M. *et al.* Indução e análises fitoquímicas em calos de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville). *Agrária*, v.5, n.2, p.159-162, 2010. doi: 10.5039/agraria.v5i2a424
- NUNES, X.P. *et al.* Compostos fenólicos e derivado porfirínico da fase clorofórmica de *Mimosa paraibana* Barney. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 25, 2006, Anais... Águas de Lindóia - SP, 2006.
- OLIVEIRA, A.K. *et al.* Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. *Horticult. Bras.*, v.30, n.3, p.478-481, 2012. doi: 10.1590/S0102-05362012000300020
- OLIVEIRA, A.K. *et al.* Alelopatia de extratos de espécies da caatinga sobre sementes de meloeiro. *Semina Ciênc. Agrárias*, v.37, n.2, p.557-566, 2016. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n2p557
- OLIVEIRA, D.C.; SOARES, G.L.G.; ISAIAS, R.M.S. Phytotoxicity of the extracts of *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (Fabaceae) leaflets and galls in seed germination and early developmental of lettuce. *Acta Bot. Bras.*, v.22, n.4, p.1095-1100, 2008. doi: 10.1590/S0102-33062008000400020
- OLIVEIRA, F.C.S.; BARROS, R.F.M.; MOITA NETO, J.M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. *Rev. Bras. Plantas Med.*, v.12, n.3, p.282-301, 2010a. doi: 10.1590/S1516-05722010000300006
- OLIVEIRA, J.R. *et al.* Avaliação dos efeitos alelopáticos de diferentes tipos de solo na germinação de alface. *Rev. Agrogeomb.*, v.2, n.1, p.44-49, 2010b.
- OLIVEIRA, J.S. *et al.* Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. *Rev. Bras. Plantas Med.*, v.17, n.3, p.379-384, 2015. doi: 10.1590/1983-084X/13_040
- OLIVEIRA, L.S. *et al.* Plantas medicinais como recurso terapêutico em comunidade do entorno da reserva biológica do Tinguá, RJ, Brasil - metabólitos secundários e aspectos farmacológicos. *InterScience Place*, v.1, n.17, p.54-74, 2011.
- OLIVEIRA, M.G.F. *et al.* Potencial alelopático de extratos aquosos de folhas de *Mimosa tenuiflora* e semente de *Achyrocline satureioides* sobre a germinação e desenvolvimento de plantas de alface. *Agropec. Cient. Semiárido*, v.10, n.3, p.26-26, 2014. doi: 10.30969/acsa.v10i3.469
- OLIVEIRA, M.N.S. *et al.* Efeitos alelopáticos de seis espécies arbóreas da família Fabaceae. *Rev. Unimontes Cient.*, v.7, n.2, p.121-128, 2005.
- PAES, J.B.; DINIZ, C.E.F.; MARINHO, I.V. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semiárido brasileiro. *Cerne*, v.12, n.3, p.232-238, 2006.
- PAIVA, R.F. Relação entre susceptibilidade a pragas, doenças e estado nutricional das plantas. Uberlândia: Sustentabilidade e Inovação no Campo, 2013.
- PARENTE, K.M.S.; SILVA, L.S.; MOURÃO, E.B. Efeito alelopático de extratos de ramos jovens de *Croton sonderianus* Muell. Arg. Euphorbiaceae, na germinação de *Lactuca sativa*. *Rev. Essentia*, v.16, n.1, p.27-42, 2014.
- PAULA, C.S. *et al.* Potencial fitotóxico com enfoque alelopático de *Bauhinia unguilata* L. sobre sementes e plântulas de alface e cebola. *Rev. Ciênc. Farm. Bás. Aplic.*, v.36, n.3, p.445-452, 2015.
- PERON, F. *et al.* Efeitos alelopáticos de extratos de tabaco sobre o desenvolvimento inicial de soja. *SaBios Rev. Saúde Biol.*, v.9, n.1, p.53-60, 2014.
- PIRES, N.M. *et al.* Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax, 2011.
- REIGOSA, M. *et al.* Allelopathic research in Brazil. *Acta Bot. Bras.*, v.27, n.4, p.629-646, 2013. doi:10.1590/S0102-33062013000400001
- RIBEIRO, L.O. *et al.* Fitotoxicidade de extratos foliares de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em bioensaio com alface. *Rev. Bras. Biociê.*, v.10, n.2, p.220-225, 2012.
- RICARDO, L.M.; GOULART, E.M.A.; BRANDAO, M.G.L. Plantas medicinais da Bacia do Rio das Velhas: avaliação das condições para produção e uso em saúde pública. *Rev. Bras. Plantas Med.*, v.17, n.3, p.398-406, 2015. doi: 10.1590/1983-084X/13_004
- RICE, E.L. Allelopathy. New York: Academic Press, 1984.
- RIZVI, S.J.H. *et al.* A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, H. Allelopathy: basic and applied aspects. London, Chapman & Hall, 1992. p.1-10.
- RIZZI, E.S. *et al.* Allelopathic potential and phytochemistry of camarazinho (*Vochysia haenkeana* (Spreng.) Mart.) leaves in the germination and development of lettuce and tomato. *Biosc. J.*, v.32, n.1, p.98-107, 2016.
- ROZETE, F.S.S. *et al.* Avaliação do efeito alelopático de extratos aquosos de *Bacharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e o crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Brassica oleraceae* L. *Rev. Bras. Bioc.*, v.5, n.2, p.513-515, 2007.
- SANTOS, S. *et al.* Potencial alelopático e identificação de compostos secundários em extratos de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) utilizando eletroforese capilar. *Eclética Quím.*, v.32, n.2, p.51-68, 2011. doi: 10.1590/S0100-46702011000200003
- SARAIVA, T.S. Investigação de efeitos alelopáticos de espécies do gênero *Arachis*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010.
- SEVERINO, L.S. *et al.* Alelopatia de plantas daninhas sobre a mamomeira. Embrapa Algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.
- SILVA, C.I. *et al.* Germinação de sementes de Corda de viola (*Ipomoea purpurea* L.) submetidas ao extrato aquoso de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Cad. Agroecol.*, v.10, n.2, p.1-5, 2015.
- SILVA, G.B. *et al.* Potencial alelopático de espécies arbóreas nativas do Cerrado. *Hoehnea*, v.33, n. 3, p. 331-338, 2006.
- SILVA, R.M.G. *et al.* Potencial alelopático de extrato etanólico de *Anadenanthera macrocarpa* e *Astronium graveolens*. *Bioscience Journal*, v. 26, n. 4, p. 632-637, 2010.
- SILVA, W.A. Potencial alelopático de extratos do cumaru (*Amburana cearensis* A.C. Smith) e da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) na germinação e crescimento do sorgo

(*Sorghum bicolor* L.), milho (*Zea mays* L) e feijão guandu (*Cajanus cajan* L.). Patos: Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

SILVEIRA, P.F.; MAIA, S.S.S.; COELHO, M.F.B. Atividade alelopática do extrato aquoso de sementes de jurema preta na germinação de alface. *Rev. Ciênc. Agrárias*, v.54, n.2, p.101-106, 2011. doi: 10.4322/rca.2012.001

SILVEIRA, P.F.; MAIA, S.S.S.; COELHO, M.F.B. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. na germinação de *Lactuca sativa* L.. *Biosc. J.*, v.28, n.3, p.472-477, 2012a.

SILVEIRA, P.F.; MAIA, S.S.S.; COELHO, M.F.B. Potencial alelopático do extrato aquoso de cascas de jurema preta no desenvolvimento inicial de alface. *Rev. Caatinga*, v.25, n.1, p.20-27, 2012b.

SOUZA-FILHO, A.P.S.; GUILHON, G.M.S.P.; SANTOS, L.S. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório: revisão crítica. *Planta Daninha*, v.28, n.3, p. 689-697, 2010. doi: 10.1590/S0100-83582010000300026

SOUZA, S. A. M. *et al.* Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais nativas do Rio Grande do Sul sobre a germinação de sementes de alface. *Publicatio UEPG-Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 11, n. 3/4, p. 29-38, 2005.

SPIASSI, A. *et al.* Allelopathic effects of pathogenic fungi on weed plants of soybean and corn crops. *Biosc. J.*, v.31, n.4,

p.1037-1048, 2015. doi: 10.14393/BJ-v31n4a2015-26142

TAIZ, L; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Sunderland, Sinauer Assoc. Inc. Publ, 2010.

TAVEIRA, L.K.P.D.; SILVA, M.A.P.; LOIOLA, M.I.B. Allelopathy in five species of *Erythroxylum*. *Acta Scie.*, v.35, n.3, p.325-331, 2013. doi: 10.4025/actasciagron.v35i3.16016

TUR, C.M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicon esculentum*. *Biotemas*, v.23, n.2, p.13-22, 2010. doi: 10.5007/2175-7925.2010v23n2p13

TURNES, J.M. *et al.* Avaliação da atividade antioxidante e alelopática do extrato etanólico e frações das cascas do caule de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., Rutaceae. *Rev. Ciênc. Farm. Bás. Aplic.*, v.35, n.3, p.459-467, 2014.

VENTURELLI, S. *et al.* Allelochemicals of the phenoxazinone class act at physiologically relevant concentrations. *Plant Signaling Behavior*, v.11, n.5, p.1-10, 2016. doi: 10.1080/15592324.2016.1176818

VIRTUOSO, S.; MIGUEL O.G. Estudo fitoquímico e biológico das cascas de *Erythrina velutina* willd. - Fabaceae (Leguminosae – Papilionoideae). *Visão Acad.*, v.6, n.1, p.89-90, 2005. doi: 10.5380/acd.v6i1.576

XING, Y. *et al.* The extraction, isolation and identification of exudates from the roots of *Flaveria bidentis*. *J. Int. Agric.*, v.13, n.1, p.105-114, 2014. doi: 10.1016/S2095-3119(13)60495-5