

yopuMETABOLITOS ALELOQUÍMICOS DE *LANTANA CAMARA* L.:
POTENCIAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE BIOHERBICIDA –
REVISÃO

Diego Medeiros Gindri, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal (<http://lattes.cnpq.br/1141239199941839>), Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), Santa Catarina, Brasil. E-mail: diegogindri@cidasc.sc.gov.br

Cileide Maria Medeiros Coelho, Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências (<http://lattes.cnpq.br/2010218091796103>), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Santa Catarina, Brasil.

Resumo: A alelopatia pode oferecer excelente oportunidade para incrementar pesquisas com novos compostos químicos com propriedades destacadas e menores impactos sobre o ambiente e o ser humano do que os compostos sintéticos de uso corrente na agricultura. A alelopatia é considerada o fator mais importante no sucesso da invasão e propagação de plantas exóticas, e a espécie de planta *L. camara* (Camará ou Cambará), é considerada mundialmente uma das principais plantas exóticas invasoras, o que sugere a possibilidade de estudos para o desenvolvimento de bioherbicida. Os fitoquímicos isolados a partir de extratos de *L. camara* já demonstram apresentar atividade farmacológica, citotóxica, bactericida, nematocida, fungicida e herbicida. O objetivo do trabalho foi revisar os efeitos alelopáticos da planta *L. camara* e seus compostos fitotóxicos envolvidos na bioatividade. A *L. camara* apresenta compostos naturais com potencial para o desenvolvimento de bioherbicida, especialmente os terpenos 1,8-cineol e Lantadene, entretanto a manutenção de linhas de pesquisa é indispensável para resultados práticos.

Palavras-chave: Fitoquímicos, Controle biológico, Metabolitos secundários, bioatividade.

ALLELOCHEMICAL METABOLITES OF *LANTANA CAMARA* L.:
POTENTIAL FOR THE DEVELOPMENT OF BIOHERBICIDE – REVIEW

Abstract: Allelopathy may offer an excellent opportunity to enhance research with new chemical compounds with outstanding properties and lower impacts on the environment and humans than synthetic compounds commonly used in agriculture. Allelopathy is considered the most important factor in the success of the invasion and propagation of exotic plants, and the *L. camara* plant species, is considered one of the main invasive alien plants worldwide, suggesting the possibility of studies for the development of bioherbicide. Phytochemicals isolated from *L. camara* extracts have already demonstrated pharmacological, cytotoxic, bactericidal, nematocidal, fungicidal and herbicidal activity. The objective of this work was to review the allelopathic effects of *L. camara* plant and its phytotoxic compounds involved in bioactivity. *L. camara* presents natural compounds with potential for the development of bioherbicide, especially the terpenes 1,8-cineol and Lantadene, however the maintenance of research lines is indispensable for practical results.

Keywords: Phytochemicals, Biological control, Secondary metabolites, Bioactivity.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos da alelopatia podem oferecer oportunidades para o desenvolvimento de tecnologias agrícolas com reduzidos impactos sobre o ambiente e o ser humano (REIGOSA et al. 2013; TREZZI, 2014; JABRAN et al., 2015). Alelopatia são processos que envolvem metabólitos, de origem vegetal ou microbiana, que influenciam o crescimento ou o desenvolvimento dos sistemas biológicos (WORLD CONGRESS ON ALLELOPATHY, 1996). Os metabólitos químicos responsáveis pela alelopatia são denominados aleloquímicos, e oriundos principalmente do metabolismo secundário (LIMA et al., 2018).

Os compostos naturais com capacidade de supressão no crescimento de plantas daninhas vêm sendo alvo de estudos na busca de produção de novos herbicidas naturais, por serem frequentemente considerados como não danosos ao meio ambiente, e facilmente biodegradáveis (LIMA et al., 2018). Segundo Cantrell et al. (2012), nos EUA, durante o período de 1997-2010, 69,3% dos novos princípios ativos registrados na Environmental Protection Agency (EPA) são oriundos de produtos naturais.

A alelopatia é um fator importante no sucesso da invasão e propagação de plantas exóticas, o que sugere a possibilidade de estudos da fitotoxidez de seus extratos como subsídio para o desenvolvimento de herbicidas naturais. A *Lantana camara* (Camará ou

Cambará) foi introduzida como ornamental em vários países, tornando-se uma das plantas daninhas mais nocivas do mundo (DAY et al., 2003; CHENGXU et al., 2011), sendo considerada mundialmente uma das principais plantas exóticas invasoras, o que a torna uma candidata potencial de sucesso na exploração de sua alelopatia.

O objetivo do trabalho foi revisar os metabolitos aleloquímicos de *Lantana Camara* e sua potencial utilização no desenvolvimento de bioherbicida.

2. METABOLITOS SECUNDÁRIOS DE *LANTANA CAMARA* L.

Vários metabolitos secundários de *L. camara* já foram isolados e documentados por muitos cientistas. Eles estão presentes em folhas, caule, raízes, frutos e flores da planta (Tabela 1, 2, 3, 4, 5).

As folhas são ricas em compostos fenólicos, alcaloides, triterpenóides e flavonoides. Estudos desta espécie têm demonstrado a presença de vários terpenóides, esteróides e alcalóides (GHISALBERTI, 2000). Costa et al. (2009) encontrou predominância no óleo essencial os sesquiterpenos, biciclogermacreno (19,42%), isocariofileno (16,70%), valenceno (12,94%) e germacreno D (12,34%). Sousa et al. (2013) relatam a presença de quinonas, taninos condensados, flavonas, flavonóis, flavononóis, flavononas, chalconas, auronas, proantocianidinas, catequinas, alcaloides e triterpenóides em extratos de folhas de *L. camara*.

Yi et al. (2006) relataram a presença de vários compostos fenólicos em extrato de folha de *L. camara* identificados por HPLC, como ácido salicílico, gentísico, ácido β -resorcílico, ácido vanílico, ácido cafeico, ácido ferúlico, Ácido p -hidroxibenzóico, cumarina e 6-metil cumarina. Gindri (2019) também pela técnica de HPLC, encontraram camaraside, camaroside, ácido salicílico, isoverbascoside, lantanaside, verbascoside, lantadene A, lantadene D e Ácido 22 β - Hidroxi-3- oxoolean-12-en-28-oic em extratos de folhas de *L. camara*.

Yadav et al. (2017) encontraram a presença de carboidratos, glicosídeos, fenólicos, flavonoides, proteínas e diterpenos em extrato metanólico de folhas de *L. câmara*. Os autores não encontraram a presença de alcaloides e fito esteróis. Badgujar et al. (2017) relatam a presença de compostos fenólicos (144.7 ± 1.34 mg GAE/g extrato seco) e flavonoides (12.44 ± 2.85 mg QE/g extrato seco) em extrato metanólico. Naz e Bano (2013)

também relatam a presença de compostos fenólicos ($40,85 \pm 0,01$ mg GAE/g) e flavonoides ($53,11 \pm 0,19$ mg/g de peso seco).

Sousa et al. (2015) encontraram teores de 227.10 ± 9.07 (GAE g.mg⁻¹) e 46.55 ± 1.50 (QE g.mg⁻¹) respectivamente para fenólicos e flavonoides em extrato etanólico de folhas de *L. camara*. Gindri (2018) em extração aquosa de folhas de *L. camara* encontrou teores de $336,8 \pm 6,2$ mg GAE.ml⁻¹ e $124 \pm 5,3$ mg QE.ml⁻¹ para compostos fenólicos e flavonoides respectivamente.

Singh et al. (2012), analisando o óleo essencial de *L. camara*, identificou 52, 50 e 37 componentes respectivamente em folhas, flores e frutos. Trans- β cariofileno (17,65%, 21,80%, 21,42%), sabinene (9,11%, 14,18%, 1,13%), α -humuleno (7,14%, 9,29%, 9,97%) e biciclo-mecanicroma (5,77%, 8,49%, 2,18%) foram os principais compostos encontrados. Zandi-Sohani et al. (2012) relatam que a análise da composição química do óleo essencial de *L. camara* mostrou grandes quantidades de sesquiterpenos, principalmente α -humelene (23,3%) e cis-cariofileno (16,2%).

3. BIOATIVIDADE DOS METABOLITOS SECUNDÁRIOS ALELOQUÍMICOS DE *L. CAMARA*

Fitoquímicos isolados a partir de extratos de *Lantana camara* já demonstram apresentar atividade contra outras espécies de plantas. Gorla e Perez (1997) testando extrato aquoso de folhas frescas de *L. camara* relatam efeito inibitório na germinação das sementes de *Lycopersicon esculentum* (Tomate) e *Cucumis sativus* (Pepino) quando submetidas a concentrações acima de 75%. A espécie também causou efeito inibitório significativo na germinação de sementes de *Oryza sativa*, *Triticum aestivum*, *Vigna sinensis*, *Cucurbita pepo*, *Abelmoschus esculentus*, *Amaranthus tricolor*, *Acacia auriculiformis*, *Paraserianthes falcataria*, *Albizia procera* (HOSSAIN e ALAM, 2010), *Pennisetum americanum*, *Lactuca sativa*, *Setaria italica* (HUSSAIN et al., 2011), *Vigna mungo* (MAITI et al., 2010) e *Parthenium hysterophorus* (MISHRA e SINGH, 2010).

Manohar et al. (2017) investigando os efeitos alelopáticos de extratos aquoso de folhas de *L. camara* em espécies arbóreas de *Albizia lebbek* e *Dalbergia sissoo* também relatam efeito inibitório na germinação das sementes.

Verdeguer M. et al. (2009) encontrou, no óleo essencial, altos percentuais de sesquiterpenos hidrocarbonetos, que apresentaram atividade fitotóxica contra *Amaranthus*

hybridus e *Portulaca oleracea*. Kenany e Darier (2013) relatam que o extrato aquoso de *L. camara* suprimiu a germinação de sementes e o crescimento de plântulas *Phalaris minor* e *Sorghum bicolor*, bem como inibiu o alongamento de raízes e caules destas espécies sugerindo que o extrato pode ser utilizado como uma substância potencialmente alelopática (bioherbicida).

O extrato aquoso de *L. camara* também inibiu o alongamento de raízes e caules das espécies de *Brassica juncea*, *Raphanus sativus*, *Cucumis sativus*, *Cicer arietinum*, *Vigna mungo* e *Vigna unguiculata* (AHMED et al., 2007), *Parthenium hyaterophorus* (MISHRA e SINGH, 2010), *Phalaris minor* e *Sorghum bicolor* (KENANY e DARIER, 2013), *Albizia lebbek* e *Dalbergia sissoo* (MANOHAR et al., 2017). -Ahmed et al. (2007) também relata efeito inibitório no desenvolvimento de raízes secundárias de *B. juncea*, *R. sativus*, *C. sativus*, *C. arietinum*, *V. mungo* e *V. unguiculata* expostas ao extrato aquoso de *L. camara* durante a germinação das sementes.

4. MECANISMOS E MODO DE AÇÃO DOS ALELOQUÍMICOS DE *L. CAMARA*

A elucidação dos mecanismos e do modo pelos quais os aleloquímicos modificam o crescimento e o desenvolvimento das plantas tem sido, para os pesquisadores, um contínuo desafio. Uma maneira de se avaliar o modo de ação de um aleloquímico específico, seria por meio do monitoramento do efeito deste produto sobre as principais funções das plantas. As pesquisas neste sentido têm permitido concluir que os aleloquímicos interferem com muitos dos processos metabólicos primários e no sistema de crescimento das plantas

Os aleloquímicos afetam muitos processos celulares em espécies de plantas alvo, incluindo a interrupção da permeabilidade da membrana, a absorção de íons (LEHMAN e BLUM, 1999), a inibição do transporte de elétrons tanto na fotossíntese quanto na cadeia respiratória (CALERA et al., 1995; PEÑUELAS et al., 1996; ABARAHIM et al., 2000), causam danos ao DNA e às proteínas, alterações de algumas atividades enzimáticas (ANAYA e PELAY-BENAVIDES, 1997; CRUZ-ORTEGA et al., 1998) e, finalmente, levam à morte celular programada (DING et al., 2007). Tais processos constituem resultados da ação dos aleloquímicos, que atuam diretamente, ou na sinalização de processos de degradação celular, por meio da produção e acúmulo de ROS, resultando em estresse oxidativo celular (BOGATEK e GNI AZDOWSKA, 2007; QIAN et al., 2009). Os compostos ácidos p-coumarico e ferúlico, presentes em *Lantana camara* (Tabela 1) aumentaram a

concentração de H₂O₂. Gindri (2020) também encontrou evidências de que Lantadene provoca a acumulação de espécies reativas de oxigênio.

Segundo Einhellig (1986), existem evidências que um dos mecanismos de ação dos aleloquímicos fenólicos é a alteração no nível do ácido indolacético (AIA), embora outras substâncias como a escopoletina e os ácidos clorogênico, cinâmico e benzóico inibam ou estimulem o nível de AIA. Com base em alguns estudos, Lee et al. (1982) concluíram que os ácidos fenólicos podem ser divididos em dois grupos: supressores da destruição do AIA como os ácidos clorogênico, caféico e ferúlico e estimulantes da AIA oxidase, como os ácidos p-cumárico, p-hidroxibenxóico e vanílico. Os ácidos ferúlico, cafeico, p-coumarico, vanílico e p- hydroxybenzoico estão presentes em plantas ou extratos da planta *Lantana camara* (Tabela 1).

Alguns polifenóis reduzem o crescimento das plantas por ligarem-se ao ácido giberélico (GA), enquanto outros promovem o crescimento por ligarem-se ao ácido abscísico (ABA). Em bioensaio com ervilha e pepino, o tanino inibiu o crescimento das plantas induzido pelo GA (CORCORAN et al., 1972). O ácido p-coumarico, a coumarina, o ácido p-hydroxybenzoico e o ácido vanílico, presentes em plantas ou extratos da planta *Lantana camara* (Tabela 1), foram citados como inibidores de giberelinas.

Os compostos fenólicos interferem na atividade da AIA oxidase e amilase, assim como outros aleloquímicos alteram a síntese e função de muitas enzimas. Em várias situações os aleloquímicos têm inibido proteinases e enzimas pectolíticas, catalases, peroxidases, fosforilases, celulasas e outras (RICE, 1984). Coumarina e ácido ferúlico, compostos presentes em *L. camara* (Tabela 1), inibiram a absorção e incorporação de ¹⁴C-fenilalanina em sementes de alface (*Lactuca sativa*) e embriões de cevada (*Hordeum vulgare*), prejudicando o crescimento das plantas (VAN SUMERE et al., 1972; EINHELLIG, 1986).

Compostos como as quinonas, os flavonoides e os ácidos fenólicos interferem com as funções mitocondriais. Stenlid (1970) verificou que os flavonoides interferem com a produção de adenosina trifosfato (ATP), enquanto as quinonas inibem a absorção de O₂ embora esta última em nível reduzido possa estimular o processo respiratório. Os compostos fenólicos (Flavonoides e furanoquinonas) encontrados em *Lantana camara* (Tabela 2) não apresentam relatos de atividade alelopática em outras espécies de plantas, apresentando apenas relatos de atividade antifúngica, antibacteriana e nematicida.

Nos estudos com aleloquímicos, a clorose tem sido relacionada como um dos sintomas da interferência destas substâncias sobre as plantas. Ácido vanílico, o ácido p-coumarico e o ácido ferúlico reduziram os teores de clorofila em folhas (EINHELLIG, 1986). De acordo com Einhellig (1986), os ácidos p-cumárico e ferúlico reduzem o potencial de água das folhas de sorgo e de plântulas de soja, sendo a diferença resultante da redução do potencial osmótico e pressão de turgor das células. Os aleloquímicos interferem com a absorção de nutrientes, provavelmente devido a um efeito na membrana celular, como por exemplo, alterando a sua seletividade. Glass e Dunlop (1974) avaliaram o efeito de ácidos fenólicos em células de raízes de cevada e sugeriram que estes compostos causaram aumentos na permeabilidade da membrana para cátions e ânions, admitindo um efluxo não específico de íons. Harper e Balke (1981) mostraram que com a redução do potencial hidrogeniônico (pH) do meio de 6,5 para 4,5, o ácido salicílico causou grande inibição na absorção de K⁺ pelas raízes de aveia. O ácido p-hydroxybenzoico e o ácido salicílico despolarizam a membrana do coleópitilo de aveia. Derivados de ácido cinâmico (ácido ferúlico e p-cumárico) e ácido benzóico (ácido p-hidroxibenzóico e vanílico) causaram peroxidação lipídica e a permeabilidade da membrana para aos íons (WEIR et al., 2004). Estes ácidos fenólicos estão presentes em extratos de *L. camara* (Tabela 1).

Os triterpenóides da *L. camara* atraíram interesse considerável, principalmente por causa da sua citotoxicidade. A maioria do triterpenóides isolados desta espécie são pentacíclicos, pertencentes à série oleanano, e são nomeados como lantadenos. Gindri (2020) relata que as fitotoxinas presentes no extrato aquoso de *Lantana camara*, ativaram o sistema antioxidante durante a germinação de *Avena sativa*, entretanto a acumulação de espécies reativas de oxigênio causou danos celulares, resultando na redução da velocidade de germinação e crescimento das plântulas, anormalidades no geotropismo e desenvolvimento radicular. Lantadene A e D foram identificados como possíveis compostos responsáveis pelos efeitos fitotóxicos (Tabela 3).

Tabela 1. Constituintes químicos metabolitos (Benzenóides e Fenilpropanóides).

Compostos Fenólicos: Benzenóides e Fenilpropanóides			
Composto	Atividade Biológica	Composto	Atividade Biológica
6-Methylcoumarin ²⁰	Não determinada.	p-cymene ^{24; 25}	Não determinada.
Caffeic acid. ^{20; 26; 28}	Supressores da destruição do AIA ⁵ . Suprime nematóides e fungos infectantes de raízes ¹⁷ . Inibe ou promove, de acordo com a concentração, o crescimento de plantas de	p- hydroxybenzoic acid ²⁰	Inibiu atividade enzimática ¹⁹ . Estimulou a AIA oxidase ⁵ . Peroxidação lipídica e o dano na membrana ¹³ . Inibiu giberelinas ²⁹ . Interferência

	alface ¹² .		em ácidos nucleicos e o metabolismo protéico ¹⁴ .
Cinnamic acid	Inibe a ativação da H ⁺ + ATPase plasmática, PPase e o processo de germinação de sementes ²¹ . Inibição da fosforilação oxidativa ⁹ . Inibe crescimento de plantas de alface ^{12; 21} . Interferência em ácidos nucleicos e o metabolismo protéico ¹⁴ .	Salicylic acid ^{20; 30}	Inibiu a absorção de K ⁺ pelas raízes de aveia ⁴ . Despolarizou a membrana das células de raízes de cevada ²
Coumarin ²⁰	Prejudica crescimento de plântulas ⁸ . Toxicidade a <i>Sitophilus oryzae</i> , <i>Tribolium castaneum</i> e <i>Callosobruchus chinensis</i> ²⁷ . Inibiu giberelinas ²⁹ . Inibiu a absorção e incorporação de 14C-fenilalanina em <i>Lactuca sativa</i> , <i>Hordeum vulgare</i> e na levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ¹ . Inibe crescimento de plantas de alface ¹² .	Vanillic acid ²⁰	Inibe a atividade enzimática ¹⁹ . Peroxidação lipídica e o dano na membrana ¹³ . Redução na clorofila de plantas ³ . Reduziu germinação e crescimento de <i>Bidens pilosa</i> ²³ . Inibiu giberelinas ²⁹ . Estimulantes da AIA oxidase ⁵ . Interferência em ácidos nucleicos e o metabolismo protéico ¹⁴ .
Ferulic acid ²⁰	Reduziu os teores de clorofila na folha de soja e sorgo, e inibiu o processo de germinação de sementes ^{3, 8} . Inibiu o crescimento de plantas de sorgo, soja e pepino ^{6; 7; 8} . Inibiu absorção e incorporação de 14C-fenilalanina de plantas de <i>Lactuca sativa</i> , <i>Hordeum vulgare</i> ¹ . Supressores da destruição do AIA ⁵ . Reduz o potencial de água nas folhas ⁸ . Inibe absorção de P, K e água pelas raízes ^{10; 15} . Peroxidação lipídica e o dano na membrana ¹³ . Aumentou a concentração de H ₂ O ₂ ¹³ . Inibiu giberelinas ²⁹ . Inibe ou promove, de acordo com a concentração, o crescimento de plantas de alface ¹² . Interfere em ácidos nucleicos e metabolismo protéico ¹⁴ .	p-coumaric acid ¹⁸	Estimulante da AIA oxidase ⁵ . Redução na clorofila de plantas ³ . Reduz o potencial de água nas folhas ⁸ . Inibe o processo de germinação de sementes e crescimento de plantas de pepino ⁷ . Inibiu a atividade enzimática ¹⁹ . Peroxidação lipídica e o dano na membrana ¹³ . Aumentou a concentração de H ₂ O ₂ ¹³ . Inibição da fosforilação oxidativa ⁹ . Inibiu giberelinas ²⁹ . Inibe crescimento de plantas de alface ¹² . Interfere em ácidos nucleicos e metabolismo protéico ¹⁴ .
Calceolarioside E ^{16; 25}	Não determinada.	Isoverbacoside ^{16; 25; 30}	Não determinada.
Gallic acid ^{26; 28}	Não determinada.	β-resorcylic acid ²⁰	Não determinada.
Genticic acid ²⁰	Não determinada.	Chlorogenic acid ²⁶	Inibe crescimento de alface ¹² .
		Verbacoside ^{16; 25; 30}	Inibidor da proteína quinase e processos antitumor ¹¹ . Atividade antibacteriana ²²

Fonte: ¹Van Sumere et al. (1972); ²Glass e Dunlop (1974); ³Einhellig (1979); ⁴Harper e Balke (1981); ⁵Lee et al. (1982); ⁶Einhellig e Eckrich (1984); ⁷Blum et al. (1985); ⁸Einhellig (1986); ⁹Putnam (1987); ¹⁰Lyu e Blum (1990); ¹¹Herbert et al. (1991); ¹²Li et al. (1993); ¹³Politycka (1996); ¹⁴Baziramakenga et al. (1997); ¹⁵Lehman e Blum (1999); ¹⁶Ghisalberti (2000); ¹⁷Shaukat e Siddiqui, (2002); ¹⁸Wahab (2004); ¹⁹Weir et al. (2004); ²⁰Yi et al. (2006); ²¹Zhou et al. (2006); ²²Pereira et al. (2008); ²³Moraes et al. (2010); ²⁴Singh (2012); ²⁵Sousa e Costa (2012); ²⁶Sousa et al. (2013); ²⁷Rajashekar et al. (2013); ²⁸Sousa et al. (2015); ²⁹Mishra (2015); ³⁰Gindri (2019).

Dentre os constituintes químicos metabolitos de *L. camara* monoterpenos e Sesquiterpenos (Tabela 4), o 1,8-cineol tem sido citado como importante fonte intermediária para a preparação de herbicidas. O cineol tem propriedades fitotóxicas significativas (ROMAGNI et al., 2000; LANA et al., 2006; KEGGE e PIERIK, 2009). Segundo Baetz e Martinoia (2013) o 1,8-cineol é liberado das raízes de Arabidopsis durante a interação com

patógenos. β -pinene e Dipentene são citados por Mishra (2015) com inibidores da germinação de sementes. Os monoterpenos também são relatados como capazes de alterar a taxa respiratória de algumas plantas. Einhellig (1986) supõe que estas substâncias são tóxicas, pois em testes de laboratório com trigo (*Triticum aestivum*), alguns dos monoterpenos aumentaram e outros diminuíram a respiração das plantas.

Os compostos alifáticos ácido mirístico e palmítico, presentes em *L. camara* (Tabela 5), também são relatados como inibidores da germinação de sementes (MISHRA, 2015).

Tabela 2. Constituintes químicos metabolitos (Flavonoides e Furanonaftoquinonas).

Compostos Fenólicos: Flavonoides			
Composto	Atividade Biológica	Composto	Atividade Biológica
3,7,4'-trimethoxy-quercetin ⁵	Não determinada.	Hispidulin ¹	Não determinada.
3-methoxy-3,7-dimethoxy-quercetin ⁵	Não determinada.	Lantanoside ²	Atividade nematocida contra <i>Meloidogyne incognita</i> ⁵ . Atividade antibacteriana contra <i>Mycobacterium tuberculosis</i> . ³
3-methoxy-quercetin ⁵	Não determinada	Linaroside ²	Atividade nematocida contra <i>Meloidogyne incognita</i> ⁵ . Atividade antibacteriana contra <i>Mycobacterium tuberculosis</i> . ³
7-O- β -D-pectolarigenine	Atividade antifúngica contra o fungo <i>Corynespora cassicola</i> . ⁴	Pectolarigenin ^{1; 5}	Não determinada.
Quercetin 3-rutinoside ^{6; 7}	Não determinada.	Camaraside ^{2; 8}	Não determinada.
Quercetin ^{6; 7}	Não determinada	Camoroside ⁸	Não determinada.
Pectolarin ^{1; 5}	Não determinada.		
Compostos Fenólicos: Furanonaftoquinonas			
Composto	Atividade Biológica	Composto	Atividade Biológica
5-hydroxy-13-(methyl-dimethyl-hydroxy)-diodantunezone ⁵	Não determinada	7-methoxy-8-hydroxy-diodantunezone ⁵	Não determinada
6-methoxy-7-hydroxy-diodantunezone ⁵	Não determinada	7-methoxydiodantunezone ⁵	Não determinada
6-methoxy-8-hydroxy-diodantunezone ⁵	Não determinada	8-hydroxy-13-(methyl-dimethyl-hydroxy)-diodantunezone ⁵	Não determinada
6-methoxydiodantunezone ⁵	Não determinada	Diodantunezone ⁵	Não determinada
7-methoxy-5-hydroxyisodiodantunezone ⁵	Não determinada	Isodiodantunezone ⁵	Não determinada

Fonte: ¹Huang e Huang (2004); ²Wahab (2004); ³Jiménez-Arellanes (2007); ⁴Nogueiras C. et al. (2010); ⁵Sousa e Costa (2012); ⁶Sousa et al. (2013); ⁷Sousa et al. (2015); ⁸Gindri (2019).

Tabela 3. Constituintes químicos metabolitos de *Lantana camara* (Triterpenos).

Triterpenos			
Composto	Atividade Biológica	Composto	Atividade Biológica
α -amyrin ¹⁵	Não determinada.	Icterogenin ¹⁵	Atividade citotóxica ¹²
19 α -hydroxy ursolic, ¹⁵	Não determinada	Hederagenin	Não determinada.
22 β -dimethylacryloyloxy-lantic acid ^{1; 15}	Não determinada	Lancamaric acid ¹⁵	Não determinada.
22 β -angeloyloxy-3 β -hydroxyolean-12-en-28-oic acid ¹⁵	Atividade antibacteriana contra <i>Mycobacterium tuberculosis</i> . ¹⁰	Lantacin	Atividade nematocida contra <i>Meloidogyne incognita</i> ^{11; 15}

22β-dimethylacryloyloxy-24-hydroxy-3-oxoolean-12-en-28-oic acid ¹⁵	Atividade citotóxica. ¹²	Lantadene A ¹⁷	Inibe o crescimento de plantas ⁹ . Atividade citotóxica ¹² . Atividade antioxidante ¹⁴ . Morte de cavalos, bovinos, ovinos, caprinos e coelhos por falha no fígado e outros órgãos ⁴ . Atividade inseticida ¹⁵ .
22β-dimethylacryloyloxy-3β-hydroxyolean-12-en-28-oic acid	Atividade antibacteriana contra <i>Mycobacterium tuberculosis</i> . ¹⁰	Lantadene B ¹⁵	Morte de cavalos, bovinos, ovinos, caprinos e coelhos por falha no fígado e outros órgãos ⁴ . Atividade inseticida. Inibe o crescimento de plantas ⁹ . Atividade citotóxica ¹² .
22β-dimethylacryloyloxy-lantanolic acid ¹⁵	Não determinada.	Lantadene C ¹⁵	Atividade patotóxica ⁴ e citotóxica ¹² .
22β-hydroxy-3-oxoolean-12-en-28-oic acid ^{15, 17}	Não determinada.	Lantadene D ¹⁷	Inibe o crescimento de plantas ¹⁵
22β-hydroxyoleanoic acid ^{8; 15}	Não determinada.	Lantadienone ¹⁵	Não determinada.
22β-O-angeloyl-oleanoic acid. ¹⁵	Não determinada.	Lantaiursolic acid ¹⁵	Não determinada.
22β-tigloyloxylantanolic acid. ¹⁵	Não determinada.	Lantanilic acid ^{2; 7; 15}	Atividade antimutagênica ¹
24-hydroxy-3-oxoolean-12-en-28-oic acid. ¹⁵	Não determinada.	Lantabetulic acid ¹⁵	Não determinada.
25-hydroxyolean-12-en-28-oic methyl ester ¹⁵	Não determinada.	Lantanolic acid ⁴	Atividade nematicida contra <i>Meloidogyne incognita</i> ^{11; 15}
3,24-Dioxo-urs-12-en-28-oic acid ^{5; 15}	Não determinada.	Lantanone ¹⁵	Não determinada.
3β,19-dihydroxy-ursan-28-oic acid ¹⁵	Não determinada.	Lantic acid ^{4; 15}	Atividade antibacteriana ²
Betulonic acid ^{6; 15}	Não determinada.	Lantoic acid	Atividade nematicida contra <i>Meloidogyne incognita</i> ^{11; 15}
Betulonol ¹⁵	Não determinada.	Lantrigloylic acid ¹⁵	Não determinada.
Camangeloyl acid ^{15b}	Não determinada.	Lupeol analogue ¹⁵	Não determinada.
Camaracinic acid ¹⁵	Não determinada.	Methyl 3-oxours-late ¹⁵	Não determinada.
Camaradienone ¹⁵	Não determinada.	Methyl ursoxylate ¹⁵	Não determinada.
Camaric acid	Atividade nematicida contra <i>Meloidogyne incognita</i> . ^{3; 15}	Methylcamaralate ¹⁵	Não determinada.
Camarin	Atividade nematicida contra <i>Meloidogyne incognita</i> ^{11; 15}	Oleanenoic acid (Caryophyllin)	Atividade antibacteriana contra <i>Mycobacterium tuberculosis</i> ¹⁰ . Atividade anti-inflamatória ¹⁵
Oleanonic acid ^{6; 7}	Inibe o crescimento em culturas de células de melanoma em ratos e vírus do herpes simples I e II in vitro. Atividade contra <i>Brugia malayi</i> . Atividade inseticida. ¹⁵	Oleanoic acid ¹⁵	Não determinada.
Camarinic acid ⁷	Atividade antibacteriana. Atividade antimutagênica. e Nematicida ¹⁵	Oleanolic acid ⁷	Atividade citotóxica ¹³ . Hepatoprotetor, antiinflamatório, antiulcera, antifertilidade, antimicrobiano, nematicida. Atividade contra <i>Brugia malayi</i> . Atividade inseticida ^{10; 15}
Camarinin	Atividade nematicida contra <i>Meloidogyne incognita</i> . ^{6; 11; 15}	Pomolic acid	Atividade nematicida contra <i>Meloidogyne incognita</i> . ^{6; 11; 15}
Camarilic acid ¹⁵	Não determinada.	Icterogenic acid	Tóxico para cabras, gado e ovelhas ⁴
Camaranoic acid ¹⁵	Não determinada.	Camarolide ¹⁵	Não determinada.
Camarolic acid ^{11; 15}	Não determinada.	Ursangilic acid ¹⁵	Não determinada.
Ursonic acid	Inibe o crescimento de melanoma em células de ratos em cultura, e o vírus Herpes simplex, tipo I e II in vitro. ^{7; 15}	Ursethoxy acid ¹⁵	Não determinada.
Euphane lactone A, B e C	Atividade anticoagulante. ¹⁵	Ursolic acid ⁴	Atividade nematicida contra <i>Meloidogyne incognita</i> ^{11; 15} . Inibidor de elastase de leucócito. Ansiolítico ¹⁶ .
		Ursoxy acid ¹⁵	Não determinada.

Fonte: ¹Barre et al. (1997); ²Saleh et al. (1999); ³Begum et al. (2000); ⁴Ghisalberti (2000); ⁵Yadav e Tripathi (2003); ⁶Huang e Huang (2004); ⁷Wahab (2004); ⁸Sharma e Sharma (2006); ⁹Kong et al. (2006); ¹⁰Jiménez-

Arellanes (2007); ¹¹Begum et al. (2008); ¹²Litaudon et al. (2009); ¹³Shikha et al. (2010); ¹⁴Grace-Lynn et al. (2012); ¹⁵Sousa e Costa (2012); ¹⁶Kazmi et al. (2013); ¹⁷Gindri (2019).

Tabela 4. Constituintes químicos metabolitos (Monoterpenos e Sesquiterpenos).

Monoterpenos e Sesquiterpenos			
Composto	Atividade Biológica	Composto	Atividade Biológica
1,8-Cineol ^{4; 10}	Inibe crescimento da planta ^{5; 8; 13} . Diminuição no índice mitótico, crescimento radicular e taxas de germinação ² . Penetração percutânea, e descongestionantes, antitússicos, analgésicos, anti-inflamatórios e hepatoprotetores ¹² .	β-pinene ^{10; 15}	Inibe a germinação de sementes. Inibe o crescimento e a atividade antibacteriana ^{6; 13} . Proteção adaptativa a predadores, atividade antimicrobiana, antiinflamatória e broncodilatadora ³ .
Alloaromadendrene ^{10; 11}	Não determinada.	Valencene ^{7; 11}	Não determinada.
Aromadendrene ¹⁰	Não determinada.	Viridiflorene ¹⁰	Não determinada.
Bicycloelemene ¹⁰	Não determinada.	α-curcumene ⁴	Não determinada.
Bicyclogermacrene ^{7; 10}	Não determinada.	α-Terpinyl acetate ¹⁰	Não determinada.
Borneol ¹⁰	Não determinada.	α-copaene ¹⁰	Não determinada.
Camphene ¹⁰	Não determinada.	α-cubebene ¹⁰	Não determinada.
Camphor ¹⁰	Não determinada.	α-gurjunene ¹⁰	Não determinada.
Caryophyllene oxido ^{4; 10; 11}	Não determinada.	α-humulene ^{4; 10; 11}	Não determinada.
Cis-p-menth-2-en-1-ol ^{10; 11}	Não determinada.	α-phellandrene ¹⁰	Não determinada.
Cis-Sabinenehydrate ¹⁰	Não determinada.	α-pinene ¹⁰	Não determinada.
Cis-β-ocimene ¹⁰	Não determinada.	α-terpinene ^{10; 11}	Não determinada.
Dipentene	Inibe o crescimento da planta. ¹³	α-terpineol ¹⁰	Não determinada.
Elemol ¹⁰	Não determinada.	α-terpinolene ¹⁰	Não determinada.
Germacrene B ¹⁰	Não determinada.	β-bisabolene ⁴	Não determinada.
Germacrene D ^{7; 10; 11}	Não determinada.		
Geniposide	Inibe a hepatotoxicidade e a síntese de reparo do DNA induzida pela aflatoxina B1 em hepatócitos primários de ratos ^{1; 11} .	β-caryophyllene ^{4; 10; 15}	Baixa toxicidade e alta aplicabilidade. Efeitos protetores e terapêuticos em estudos pré-clínicos ^{9; 14; 16} .
Isocaryophyllene ^{7; 10}	Não determinada.	β-bourbonene ¹⁰	Não determinada.
Limonene ¹⁰	Não determinada.	β-Copaene ¹⁰	Não determinada.
Linalool ^{4; 10}	Não determinada.	β-elemene ^{10; 11}	Não determinada.
Mintsulfide ¹⁰	Não determinada.	β-myrcene ¹⁰	Não determinada.
Phytol ¹⁰	Não determinada.	β-selinene ¹⁰	Não determinada.
Sabinene ^{4; 10; 11}	Não determinada.	γ-elemene ^{10; 11}	Não determinada.
Spathulino ¹⁰	Não determinada.	γ-muurolene ¹⁰	Não determinada.
Terpin-4-ol ¹⁰	Não determinada.	γ-terpinene ¹⁰	Não determinada.
Trans-Cadina-1,4 diene ¹⁰	Não determinada.	δ-3-carene ¹⁰	Não determinada.
Trans-Nerolidol ¹⁰	Não determinada.	δ-cadinene ¹¹	Não determinada.
Trans-Sabinene hydrate ¹⁰	Não determinada.	δ-elemene ¹⁰	Não determinada.
Trans-β-ocimene ¹⁰	Não determinada.		

Fonte: ¹Ghisalberti (2000); ²Romagni et al. (2000); ³Holopainen (2004); ⁴Randrianalijaona et al. (2005); ⁵Lana et al. (2006); ⁶Sonibare e Effiong (2008); ⁷Costa et al. (2009); ⁸Kegge e Pierik (2009); ⁹Loreto e Schnitzler (2010); ¹⁰Singh (2012); ¹¹Sousa e Costa (2012); ¹²Lima et al. (2013); ¹³Mishra (2015); ¹⁴Stenberg et al. (2015); ¹⁵Gindri (2019); ¹⁶Yoo e Jwa (2018).

Tabela 5. Constituintes químicos metabolitos (Esteroides; Compostos alifáticos: Ácidos graxos, oligossacarídeos, derivados do ácido carboxílico; Compostos Diversos).

Esteroides			
Composto	Atividade Biológica	Composto	Atividade Biológica
3 β -hydroxystigmast-5-en-7-one ^{4,5}	Não determinada.	β -sitosterole ⁵	Não determinada.
β -sitosterol. ^{2,5}	Não determinada.	Campesterol ^{2,4,5}	Não determinada.
β -sitosterol acetate ⁵	Não determinada.	Lancomarone ⁵	Não determinada.
β -sitosterol-3-O- β -D-glicoside ⁵	Não determinada.	Stigmasterol ^{4,5}	Não determinada.
β -sitosterol-3-O- β -D-glucopiranoside ⁵	Não determinada.	Stigmasterol acetate ^{4,5}	Não determinada.
Compostos alifáticos: Ácidos graxos, oligossacarídeos, derivados do ácido carboxílico			
Composto	Atividade Biológica	Composto	Atividade Biológica
1-Hexanol ⁶	Não determinada.	Icosanoic acid ⁵	Não determinada.
1-octen-3-ol ⁶	Não determinada.	Lignoceric acid ⁵	Não determinada.
3-Octanol ⁶	Não determinada.	Myristic acid	Inibe o crescimento de plantas. ⁷
Ajugose ⁵	Não determinada.	N-1-triacontanol ⁵	Não determinada.
Caprylic acid ⁵	Não determinada.	Palmitic acid ⁵	Inibe o crescimento de vegetais. ⁷
Cis 3 hexenol ⁶	Não determinada.	Stachyose ⁵	Não determinada.
Cotriacontanoic Acid ⁵	Não determinada.	Stearic acid ⁵	Não determinada.
Docosanoic acid ⁵	Não determinada.	Verbascotetrose ⁵	Não determinada.
Compostos Diversos			
Composto	Atividade Biológica	Composto	Atividade Biológica
Davanone B ^{3,6}	Não determinada.	Lantanose B ⁵	Não determinada.
Ethyl- β -Dgalactoside ⁵	Não determinada.	Nonanal ⁶	Não determinada.
Heneicosane ⁶	Não determinada.	Theveside ¹	Não determinada.
8-Epiloganin ^{5,6}	Não determinada.	Derhamnosylverbascoside ⁵	Não determinada.
Lamiridoside ^{1,5}	Não determinada.	Martynoside ⁵	Não determinada.
Lantanaside ^{5,8}	Não determinada.	Shanzhiside methyl ester ⁵	Não determinada.
Theviridoside ⁵	Não determinada.	Isonuomioside A ^{1,5}	Não determinada.
Lantanose A ⁵	Não determinada.		

Fonte: ¹Ghisalberti (2000); ²Huang e Huang (2004); ³Randrianalijaona et al. (2005); ⁴Begum et al. (2008); ⁵Sousa e Costa (2012); ⁶Singh (2012); ⁷Mishra (2015); ⁸Gindri (2019).

5. CONCLUSÃO

A espécie *Lantana camara* apresenta compostos naturais com potencial para o desenvolvimento de bioherbicida, especialmente os terpenos 1,8-cineol e Lantadene, que pode tornar-se uma alternativa para o manejo integrado e sustentável, entretanto a manutenção da linha de pesquisa com estudos mais aprofundados e com novos experimentos é indispensável para obter resultados aplicados à práticas agrônômicas de manejo a campo.

AGRADECIMENTOS

O autor D. M. Gindri agradece à Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), pela contribuição para o seu doutorado em Produção Vegetal, a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), pelo fornecimento das instalações

de pesquisa. O autor C. M. M. Coelho agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade e a FAPESC/PAP pelo auxílio financeiro nas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ABARAHIM, D. et al. Effect of four monoterpenes on germination, primary root growth, and mitochondrial respiration of maize. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 26, p. 611-624, 2000.
- AHARONI, A.; GALILI, G. Metabolic engineering of the plant primary and secondary metabolism interface. **Current Opinion in Biotechnology**. Vol. 22, p. 239-244, 2011.
- AHMED, R. et al. Allelopathic effects of *Lantana camara* on germination and growth behavior of some agricultural crops in Bangladesh. **Journal of Forestry Research**. Vol. 18, p. 301-304, 2007.
- ANAYA, A. L.; PELAYO-BENAVIDES, H. R. Allelopathic potential of *Mirabilis jalapa* L. (Nyctaginaceae): Effects on germination, growth and cell division of some plants. **Allelopathy**. Vol. 4, p. 57-68, 1997.
- BADGUJAR, N. V.; MISTRY, K. N.; CHUDASAMA, P. N. E.; PATEL, J. S. In vitro Antioxidant and Cytotoxic Effects of Methanol Extracts of *Vitex negundo*, *Lantana camara*, *Bauhinia variegata* and *Barringtonia racemosa* on Human Cancer Cell lines. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**. Vol. 79, p. 431-437, 2017.
- BARRE, J. T. et al. A bioactive triterpene from *Lantana camara*. **Phytochemistry**. Vol. 45, p. 321-324, 1997.
- BASU, S.; GHOSH, A.; HAZRA, B. Evaluation of the antibacterial activity of *Ventilago madraspatana* Gaertn, *Rubia cordifolia* Linn. and *Lantana camara* Linn.: isolation of emodin and physcion as active antibacterial agents. **Phytotherapy Research**. Vol. 19, p. 888-894, 2005.
- BATES, G. W.; GOLDSMITH, M. H. M. Rapid response of the plasma-membrane potential in oat coleoptiles to auxin and other weak acids. **Planta**. Vol. 159, p. 231-237, 1983.
- BAZIRAMAKENGA, R.; LEROUX, G.D.; SIMARD, R.R.; NADEAU, P. Allelopathic effects of phenolic acids on nucleic acid and protein levels in soybean seedlings. **Canadian Journal of Botany**. Vol. 75, n. 3, p. 445-450, 1997. <https://doi.org/10.1139/b97-047>
- BEGUM, S. et al. Nematicidal Constituents of the Aerial Parts of *Lantana camara*. **Journal of Natural Products**. Vol. 63, p. 765-767, 2000.
- BEGUM, S. et al. Pentacyclic Triterpenoids from the Aerial Parts of *Lantana camara* and Their Nematicidal Activity. **Chemistry & Biodiversity**. Vol. 5, p. 1856-1866, 2008.
- BLOOR, S. J. Overview of methods for analysis and identification of flavonoids. In: PACKER, L. Flavonoids and other polyphenols. **San Diego: Academic Press**. p. 3-14, 2001.
- BLUM, U.; DALTON, B.; SHANN, J. Effects of ferulic and p-coumaric acids in nutrient culture of cucumber leaf expansion as influenced by pH. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 11, p. 1567-1582, 1985.
- BOGATEK, R.; GNIAZDOWSKA, A. ROS and Phytohormons in Plant-Plant Allelopathic Interaction. **Plant Signaling & Behavior**. Vol. 2, p. 317-318, 2007.
- CALERA, M. R. et al. 5-O- β -D-galactopyranosyl-7-methoxy-3',4'-dihydroxy-4-phenylcoumarin, an inhibitor of photophosphorylation in spinach chloroplasts. **Photosynthesis Research**. Vol. 45, p. 105-110, 1995.
- CANTRELL, C. L.; DAYAN, F. E.; DUKE, S. O. Natural products as sources for new pesticides. **Journal of Natural Products**. Vol. 75, p. 1231-1242, 2012.

- CHENGXU. et al. Review on Allelopathy of Exotic Invasive Plants. **Procedia Engineering**. Vol. 18, p. 240-246, 2011.
- COSTA, J. G. M. et al. Composição química e avaliação das atividades antibacteriana e de toxicidade dos óleos essenciais de *Lantana camara* L. e *Lantana* sp. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Vol. 19, p. 710-714, 2009.
- CRUZ-ORTEGA, R. et al. Effect of allelochemical stress produced by *Sicyos deppei* on seedling root ultrastructure of *Phaseolus vulgaris* and *Cucurbita ficifolia*. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 24, p. 2039-2057, 1998.
- DAY M, D. et al. Lantana current management status and future prospects. **Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research**. 2003.
- DING, J. et al. Physiological basis of different allelopathic reactions of cucumber and fig leaf gourd plants to cinnamic acid. **Journal of Experimental Botany**. Vol. 58, p. 3765-3773, 2007.
- EINHELLIG, F.; ECKRICH, P. Interactions of temperature and ferulic acid stress on grain sorghum and soybeans. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 10, p. 161-170, 1984.
- EINHELLIG, F. A. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In: PUTNAM A R & TANG C S. The Science of Allelopathy. **New York: John Wiley & Sons**. p. 171-188, 1986.
- EINHELLIG, F. A.; RASMUSSEN, J. A. Effects of three phenolic acids on chlorophyll content and growth of soybean and grain sorghum seedlings. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 5, n. 5, p. 815-824, 1979.
- GARCIA, A. F.; ZANOLI, J. C.; CMINGATTO, F. E. Lantana e câncer: uma revisão sistemática. In: V Simpósio de Ciências da Unesp. **Dracena**. p. 22-24, 2009.
- GHISALBERTI, E. L. *Lantana camara* L. (Verbenaceae). **Fitoterapia**. Vol. 71, p. 467-486, 2000.
- GINDRI, Diego. M. Alterações fisiológicas e bioquímicas em função da ação alelopática de *Lantana camara* L. na germinação de sementes de *Bidens pilosa* L. e *Avena sativa* L. 2018. **Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages**. 2018.
- GINDRI, D. M.; COELHO, C. M. M.; UARROTA, V. G.; REBELO, A. M. Herbicidal bioactivity of natural compounds from *Lantana camara* on the germination and seedling growth of *Bidens pilosa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Vol. 50, e57746, 2019.
- GINDRI, D. M.; COELHO, C. M. M.; UARROTA, V. G. Physiological and biochemical effects of *Lantana camara* L. allelochemicals on the seed germination of *Avena sativa* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Vol. 50, e62546, 2020.
- GLASS, A. D. M.; DUNLOP, J. Influence of Phenolic Acids on Ion Uptake: IV. Depolarization of Membrane Potentials. **Plant Physiology**. Vol. 54, p. 855-858, 1974.
- GORLA, C.; PEREZ, S. Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. **Revista Brasileira de Sementes**. Vol. 19, p. 261-266, 1997.
- GRACE-LYNN, C. et al. In Vitro Antioxidant Activity Potential of Lantadene A, a Pentacyclic Triterpenoid of Lantana Plants. **Molecules**. Vol. 17, p. 11185-11198, 2012.
- HARPER, J. R.; BALKE, N. E. Characterization of the Inhibition of K⁺ Absorption in Oat Roots by Salicylic Acid. **Plant Physiology**. Vol. 68, p. 1349-1353, 1981.
- HERBERT, J. M. et al. Verbascoside Isolated from *Lantana camara*, an Inhibitor of Protein Kinase C. **Journal of Natural Products**. Vol. 54, p. 1595-1600, 1991.
- HOSSAIN, M. K.; ALAM, N. M. D. Allelopathic effects of *Lantana camara* leaf extract on germination and growth behavior of some agricultural and forest crops in Bangladesh. **Pakistan Journal of Weed Science Research**. Vol. 16, p. 217-226, 2010.

- HUANG, F. K.; HUANG, W. K. Constituents from the stems of *L. camara* (III). **Journal Chinese Medical**. Vol. 15, p. 109-114, 2004.
- HUSSAIN, F.; GHULAM, S.; SHER, Z.; AHMAD, B. Allelopathy by *Lantana camara*. **Pakistan Journal Botany**. Vol. 43, p. 2373-2378, 2011.
- JABRAN, K. et al. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**. Vol. 72, p. 57-65, 2015.
- JABRAN, K.; MAHAJAN, G.; SARDANA, V.; CHAUHAN, B. S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**. Vol. 72, p. 57-65, 2015.
- JIMÉNEZ-ARELLANES, A.; MECKES, M.; NATORRES, J. Antimycobacterial triterpenoids from *Lantana hispida* (Verbenaceae). **Journal of Ethnopharmacology**. Vol. 111, p. 202-205, 2007.
- JOLY, A. B. Botânica: **Introdução à taxonomia vegetal**. 13 ed. São Paulo, 2002.
- KAZMI, I. et al. Anxiolytic potential of ursolic acid derivative-a stearyl glucoside isolated from *Lantana camara* L. (verbanaceae). **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. Vol. 6, p. 433-437, 2013.
- KENANY, E. T.; DARIER, S. M. Suppression effects of *Lantana camara* L. aqueous extracts on germination efficiency of *Phalaris minor* Retz. and *Sorghum bicolor* L. (Moench). **Journal of Taibah University for Science**, Vol. 7, p. 64-71, 2013.
- KHANH, T. D.; XUAN, T. D.; CHUNG, I. M. Rice allelopathy and the possibility for weed management. **Annals of Applied Biology**. Vol. 151, p. 325-339, 2007.
- KONG, C. H. et al. Herbicidal potential of allelochemicals from *Lantana camara* against *Eichhornia crassipes* and the alga *Microcystis aeruginosa*. **Weed Research**. Vol. 46, p. 290-295, 2006.
- KUMAR, M. S.; MANEEMEGALAI, S. Evaluation of larvicidal effect of *Lantana camara* Linn against mosquito species *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. **Advances of Biology Research**. Vol. 2, p. 39-43, 2008.
- KUMARASAMYRAJA, D.; JEGANATHAN, N. S.; MANAVALAN, R. Pharmacological review of *Lantana camara* .L review article. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**. Vol. 2, p. 1-5, 2012.
- LEE, T. T.; STARRATT, A. N.; JEVNIKAR, J. J. Regulation of enzymic oxidation of indole-3-acetic acid by phenols: Structure-activity relationships. **Phytochemistry**. Vol. 21, p. 517-523, 1982.
- LEHMAN, M. E.; BLUM, U. Evaluation of ferulic acid uptake as a measurement of allelochemical dose: Effective concentration. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 25, p. 2585-2600, 1999.
- LI, H. H.; INOUE, M.; NISHIMURA, H.; MIZUTANI, J.; TSUZUKI E. Interactions of trans-cinnamic acid, its related phenolic allelochemicals, and abscisic acid in seedling growth and seed germination of lettuce. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 19, n. 8, p. 1775–1787, 1993. <https://doi.org/10.1007/BF00982307>
- LIMA, H. R. P.; OLIVEIRA, S. C. C.; IKEDA, F. S.; MORAES, L. F. D. Alelopatia: potencialidades do seu uso no controle do mato. In: Oliveira, M. F. e Brighenti, A. M. Ed. Tec. **Controle de Plantas Daninhas Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. 1º ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 169 p.
- LITAUDON, M. et al. Cytotoxic Pentacyclic Triterpenoids from *Combretum sundaicum* and *Lantana camara* as Inhibitors of Bcl-xL/BakBH3 Domain Peptide Interaction. **Journal of Natural Products**. Vol. 72, p. 1314-1320, 2009.
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil. 7. ed. Nova Odessa/SP: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, 2014.

- LORETO, F.; SCHNIZLER, J. Abiotic stresses and induced BVOCs. **Trends in Plant Science**. Vol. 15, n. 1. 3, p. 154–166, 2010.
- LYU, S. W.; BLUM, U. Effects of ferulic acid, an allelopathic compound, on net P, K, and water uptake by cucumber seedlings in a split-root system. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 16, n. 8, p. 2429-39, 1990. doi: 10.1007/BF01017466.
- MAHARJAN, B. L.; SHRESTHA, K.; BASNYAT, S. Botanical control of late blight of potato. **Nepal Journal Science Technology**. Vol. 11, p. 37-40, 2010.
- MAITI, P. P.; BHAKAT, R. K.; BHATTACHARJEE, A. Evaluation of Allelopathic potential of an obnoxious weed using mung bean as a bioassay material. **International Journal of Science and Nature**. Vol. 1, p. 236-241, 2010.
- MANOHAR, K.; KHARE, N.; KUMAR, H. Effects of Leaf Extract of *Lantana camara* on Germination and Growth Behavior of Selected Tree Species. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. Vol. 6, p. 2519-2526, 2017.
- MISHRA, A.; SINGH, R. Comparative study of effect of *Lantana camara* extract of different parts on seed germination of *Parthenium hysterophorus* L. **International Journal of Plant Sciences**. Vol. 5, p. 74-75.
- MISHRA A. Allelopathic properties of *Lantana camara*. International Research Journal of Basic and Clinical Studies Vol 3, p. 13-28, 2015.
- MOHAMED, M. I. E.; ABDELGALEIL, S. A. M. Chemical composition and insecticidal potential of essential oils from Egyptian plants against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Applied Entomology and Zoology**. Vol. 43, p. 599-607, 2008.
- MORAES, P. V. D. Potencial alelopático de extratos aquosos de mourisco (*Fogopyrum esculentum* Moench) na germinação e crescimento inicial de plantas daninhas. **Tropical Ciências Agrárias e Biológicas**. Vol. 4, p. 10, 2010.
- MOSTAFA, A. A.; AL-RAHMAH, A. N.; ABDEL-MEGEED, A. Evaluation of some plant extracts for their antifungal and antiaflatoxic activities. **Journal Medicinal Plants Research**. Vol. 5, p. 4231-4238, 2011.
- MULLER, C. H. Allelopathy as a fator in a ecológicas processes. *Vegetatio* 18: 348-357.
- NAZ R & BANO A. 2013. Phytochemical screening, antioxidants and antimicrobial potential of *Lantana camara* in different solvents. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**. Vol. 3, p. 480-486, 1969.
- NOGUEIRAS, C.; et al. Contribution to the phytochemical study and biological activity of plants of Cuban flora. **Biotecnologia Aplicada, La Habana**. Vol. 27, p. 4, 2010.
- PEÑUELAS, J.; RIBAS-CARBO, M.; GILES LARRY. Effects of allelochemicals on plant respiration and oxygen isotope fractionation by the alternative oxidase. **Journal of Chemical Ecology**. Vol. 22, p. 801-805, 1996.
- PEREIRA, A. C.; et al. Purification of an antibacterial compound from *Lantana lilacina*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Vol. 18, p. 204-208, 2008.
- PICHERSKY, E.; GANG, D. Genetics and biochemistry of secondary metabolites in plants: an
- POLITYCKA, B. Peroxidase activity and lipid peroxidation in roots of cucumber seedlings influenced by derivatives of cinnamic and benzoic acids. **Acta Physiology Plant**. Vol. 18, p. 365-370, 1996.
- PUTNAM, A. R. Weed allelopathy. In: DUKE, S.O. *Weed Physiology*. Boca Raton, EUA: **CRC Press**. p. 131-155, 1987.
- QIAN, H. et al. Allelochemical stress causes oxidative damage and inhibition of photosynthesis in *Chlorella vulgaris*. *Chemosphere* 75: 368-375, 2009.

- RAJASHEKAR, Y.; et al. Isolation and characterization of biofumigant from leaves of *Lantana camara* for control of stored grain insect pests. **Industrial Crops and Products**. Vol. 51, p. 224-228, 2013.
- RANDRIANALIJAONA, J. et al. Seasonal and chemotype influences on the chemical composition of *Lantana camara* L. **Analytica Chimica Acta**. v. 545, p. 46-52, 2005.
- REIGOSA, M. et al. Allelopathic research in Brazil. **Acta Botanica Brasilica, Feira de Santana**. Vol. 27, p. 629-646, 2013.
- RICE, E. L. Allelopathy. 2 ed. New York. **Academic Press**. 1984.
- RODRIGUES, H. G. et al. Efeito embriotóxico, teratogênico e abortivo de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu**. Vol. 13, p. 359-366, 2011.
- ROMAGNI, J. G.; ALLEN, S. N.; DAYAN, F. E. Allelopathic Effects of Volatile Cineoles on Two Weedy Plant Species. **Journal of Chemical Ecology** Vol. 26, n. 1, p. 303–313, 2000.
- SALEH, M. et al. Antibacterial Triterpenoids Isolated from *Lantana camara*. **Pharmaceutical Biology**. Vol. 37, p. 63-66, 1999.
- SHARMA, M.; SHARMA, P. D. Optimization of lantadenes isolation and preparation of 22 β -hydroxyoleanonic acid. **Chemistry of Natural Compounds**. Vol. 42, p. 442-444, 2006.
- SHAUKAT, S. S.; SIDDIQUI I A. Allelopathic and antifungal potential of *Lantana camara* root leachates in soil. **Pakistan Journal of Biological Science**. Vol. 5, p. 51-53, 2002.
- SHIKHA, G. et al. Cytotoxic evaluation of semisynthetic ester and amide derivatives of oleanolic acid. **Natural Product Communications**. Vol. 5, p. 1567-1570, 2010.
- SINGH, R. K. et al. Comparative study of chemical composition of *Lantana Camara* leaf, flower & fruit essential oil. **International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences**. Vol. 1, p. 895-899, 2012.
- SONIBARE, O. O.; EFFIONG, I. Antibacterial activity and cytotoxicity of essential oil of *Lantana Camara* L. leaves from Nigeria. **African Journal of Biotechnology**. Vol. 7, p. 2618-2620, 2008.
- SOUSA, E. O.; COSTA, J. G. M. Genus *Lantana*: chemical aspects and biological activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Vol. 22, p. 1115-1180, 2012.
- SOUSA, E. O. et al. Phytochemical characterization and in vitro antioxidant properties of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. **Industrial Crops and Products**. Vol. 43, p. 517-522, 2013.
- SOUSA, E. O. et al. Phytochemical analysis and antioxidant activities of *Lantana camara* and *Lantana montevidensis* extracts. **Industrial Crops and Products**. Vol. 70, p. 7-15, 2015.
- 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**. Vol. 28, p. 689-697, 2010.
- STENBERG, J. et al. Optimizing Crops for Biocontrol of Pests and Disease. **Trends in Plant Science**. Vol. 20, n. 11, p. 698 – 712. 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; SANTARÉM, E. Fisiologia vegetal. 5 ed. Porto Alegre. **Artmed**. 2013.
- TREZZI, M. M. Recentes avanços e perspectiva da alelopatia no controle de plantas daninhas. In: **Anais do XXIX Congresso Brasileiro da Cincia das Plantas Daninhas. Gramado: [s.n.], 2014.**
- UDO, I. A.; OSAI, E.; ONOKUKEH, D. A. Management of Root-Knot Disease on Tomato with Bioformulated *Paecilomyces lilacinus* and Leaf Extract of *Lantana camara*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Vol. 57, p; 486-492, 2014.
- VAN, SUMERE. C. F. et al. Biochemical studies in relation to the possible germination regulatory role of naturally occurring coumarin and phenolics. **Recent Adv Phytochem**. Vol. 4, p. 165-170, 1972.

- VERDEGUER, M.; BLÁZQUEZ, M.; AMPAROBOIRA, H. Phytotoxic effects of *Lantana camara*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Eriocephalus africanus* essential oils in weeds of Mediterranean summer crops. **Biochemical Systematics and Ecology**. Vol. 37, p. 362-369, 2009.
- WAHAB, A. Studies on the chemical constituents of *Lantana camara* L. Thesis University of Karachi, **Pakistan**. 2004.
- WEIR, T.; PARK, S.; VIVANCO, J. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Current Opinion in Plant Biology**. Vol. 7, p. 472-479, 2004.
- WORLD CONGRESS ON ALLELOPATHY. A science for the future: book of abstracts. Cadiz: Universidad de Cadiz: **International Allelopathy Society**, 1996.
- YADAV, R.; KHARE, R.; SINGHAL, A. Qualitative Phytochemical Screening of Some Selected Medicinal Plants of Shivpuri District (M.P.). **International Journal of Life-Sciences Scientific Research**. Vol. 3, p. 1, 2017.
- YADAV, S. B.; TRIPATHI, V.; YASJI. A new triterpenoid from *Lantana camara*. **Fitoterapia**. Vol. 74, p. 320-321, 2003.
- YI, Z.; et al. Inhibitory effects of *Lantana camara* and its contained phenolic compounds in *Eichhornia crassipes* growth. **Journal of Applied Ecology**. p. 1637-1640, 2006.
- YOO, H.; JWA, S. Inhibitory effects of β -caryophyllene on *Streptococcus mutans* biofilm. **Archives of Oral Biology**. Vol. 88, p. 42-46, 2018.
- ZANDI-SOHANI, N.; HOJJATI, M.; CARBONELL-BARRACHINA, Á. Bioactivity of *Lantana camara* L. essential oil against *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). **Chilean journal of agricultural research**. Vol. 72, p. 502-506, 2012
- ZHOU, Y. H.; YU, J. Q. Allelochemicals and Photosynthesis. In: REIGOSA M J, PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. Allelopathy: A physiological process with ecological implications. **Dordrecht, Netherlands: Springer**. p. 127-139, 2006.