

ARTIGO CIENTÍFICO

PERFIL QUÍMICO E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DO TALO E FOLHA DE *SCHINUS MOLLE* L.

Antônio Carlos Pereira de Menezes Filho¹, Carlos Frederico de Souza Castro²

Resumo: Na literatura, *Schinus molle* contém inúmeros compostos aromáticos atribuídos a várias atividades biológicas. O trabalho teve por objetivo avaliar o perfil químico e a atividade antifúngica dos óleos essenciais dos talos e folha frente à *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum*. Talos e folhas foram coletados em indivíduos de *S. molle*. O rendimento dos óleos foi determinado por hidrodestilação, o perfil químico por cromatografia gasosa com espectrometria de massas, e a atividade antifúngica em diferentes concentrações de óleo essencial. Os rendimentos foram de 1,09% e 0,60%, densidade de 0,916 g mL⁻¹ e 0,911 g mL⁻¹ 20 °C, índice de refração de 1,4762 e 1,4370, e rotação óptica de +41,1 α_D e de +41,9 α_D para talos e folhas, respectivamente. Para o perfil químico do óleo dos talos foram observados os seguintes compostos majoritários acetado de fragranil, α-bulneseno e τ-cadinol, e para o óleo das folhas acetato de fragranil, andrografolide, pacifigoria-1(6)-10-dieno e falcarinol. Para a atividade antifúngica, foi observada excepcional eficácia contra os isolados de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* testados.

Palavras-chave: antifúngico, aroeira-salsa, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*

CHEMICAL PROFILE AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF *SCHINUS MOLLE* L. STEM AND LEAF ESSENTIAL OILS

Abstract: In the literature, *Schinus molle* contains numerous aromatic compounds attributed to various biological activities. The objective of this work, was to evaluate the chemical profile and antifungal activity of stem and leaf essential oils against *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* and *Colletotrichum acutatum*. Stalks and leaves were collected from *S. molle* individuals. The oil yield determined by hydrodistillation, the chemical profile by gas chromatographic with mass spectrometry, and the antifungal activity at different concentrations of essential oil. Yields were 1.09% and 0.60%, density 0.916 mg mL⁻¹ and 0.911 g mL⁻¹ 20 °C, refractive index of 1.4762 and 1.4370, and optical rotation of +41.1° α_D and +41.9° α_D for stems and leaves, respectively. For the chemical profile of the oil from the stems, the following major compounds were found fragranil acetate, α-bulnesene and τ-cadinol, and for the essential oil from leaves fragranil acetate, andrografolide, pacifigoria-1(6)-10-diene and falcarinol. For antifungal activity, demonstrated exceptional efficacy against the isolates of *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* and *C. acutatum* tested.

Keywords: antifungal, aroeira-salsa, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 04/05/2020; aprovado em 13/07/2020

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, GO, Brasil, e-mails: astronomoamadorgoias@gmail.com, carlosfsscstro@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.35512/ras.v4i5.4378>

INTRODUÇÃO

A aroeira-salsa ou aroeira-pimenta (*Schinus mole*) pertence ao gênero *Schinus* e a família Anacardiaceae. O gênero *Schinus* é nativo da América do Sul, e no Brasil são descritos cerca de 29 espécies vegetais nos mais variados biomas e no domínio Cerrado (LEONHARDT et al., 2008; BARKLEY, 1957). A *S. molle* é uma espécie dióica e perene, utilizada na ornamentação de ruas, avenidas e estradas nas zonas urbana e rural, apresentando porte arbóreo baixo com copa. O tronco, galhos, folhas e frutos são aromáticos pungentes. Anualmente esta espécie produz grandes safras de pequenos frutos do tipo baga dispostos em cachos em hastes pendentes, que apresentam coloração rosada e alta toxicidade, não sendo utilizado na alimentação (ST-GELAIS et al., 2016; BENDAOU et al., 2010; BLOOD, 2001).

A *S. molle* é amplamente destinada para produção de extratos e de óleo essencial (OE) no tratamento de enfermidades bacterianas, como antisséptico tópico, problemas digestivos, sendo um potente diurético purgativo, bem como para dores de dente, doenças reumáticas, como antidepressivo natural, importante agente analgésico, no tratamento de doenças do trato respiratório e nos distúrbios menstruais (DUARTE et al., 2018; MACHADO et al., 2007; DUKE, 2002; BARRACHINA et al., 1997).

Esta, dentre outras várias espécies vegetais, possui como metabólitos secundários compostos voláteis e aromáticos que são produzidos em qualquer órgão do vegetal. Estas plantas são conhecidas há milênios como fontes naturais de compostos amplamente utilizados na fitoterapia, como aditivos na alimentação e na agricultura (PAOLA PAJARO et al., 2017; BENDAOU et al., 2010; OOSTERHAVEN et al., 1995). Os maiores teores de rendimento de óleo volátil são observados nas raízes, galhos, talos, folhas e nos frutos, certa quantidade é reportada para as inflorescências (MENEZES FILHO et al., 2019). Estes óleos voláteis apresentam composição basicamente de monoterpenos, diterpenos, sesquiterpenos (oxigenados ou hidrocarbonados), fenilterpenos e compostos aromáticos (COÊLHO et al., 2019; BARROS et al., 2018; CARVALHO et al., 2017; SANTOS et al., 2016; MARTINS et al., 2014; COSTA et al., 2005; TAVARES et al., 2005; CASTRO et al., 2004).

Em vários estudos realizados, evidenciam as ações fitoquímicas dos OEs, onde apresentam importantes resultados com atividade antioxidante, anticancerígena, antiinflamatória, larvicida, antimicrobiana, leishmanicida, carrapaticida e antiviral, e no meio rural com atividades inseticida, acaricida, na alelopatia e como agente antifúngico natural (DOS SANTOS et al., 2017; D'ARMAS et al., 2017; AVELAR et al., 2016; MARCO et al., 2015; PAWLOWSKI et al., 2012; ZAHED et al., 2010; GUNDIDZA, 1993).

O óleo essencial extraído de vários órgãos vegetais de *S. molle* apresentam inúmeros estudos de caracterização química, bem como as inúmeras ações biológicas, farmacológicas e agrícolas (AVELAR et

al., 2016; GONZÁLEZ et al., 2011). Entretanto, a constituição química dos óleos de *S. molle* apresentam importantes variações químicas em diferentes grupos de indivíduos, e em áreas de coleta e períodos do ano (sazonalidade) como discutido por MARTINS et al. (2014), BENDAOU et al. (2010), DÍAZ et al. (2008) e HAYOUNI et al. (2008).

Atualmente, evidencia-se a busca por vegetais com eficiente rendimento e ação fungistática frente a numerosos agentes fúngicos causadores de fitopatologias em praticamente todos os ramos da fitotecnia, gerando importantes perdas econômicas para a área rural bem como para os grandes e pequenos mercados distribuidores de grãos trabalhados e de frutos.

Atualmente, os produtores agrícolas de grãos como (soja, milho, sorgo e de grão-de-bico) e de fruticultores (morango, mamão, noni, banana, kiwi, pimenta-de-cheiro, e tomate) sofrem com perdas significativas na ordem dos milhões de dólares na produção agrícola devido à ação de fungos deterioradores de grãos e frutas ainda na lavoura e mesmo durante o armazenamento (DA SILVA et al., 2019a; DA SILVA et al., 2018b; DAMM et al., 2012). Dentre os fitopatógenos de grande importância agrônômica destaca-se o “mofo-branco” (*Sclerotinia sclerotiorum*) que ataca a parte inferior da planta de soja, milho, sorgo e de legumes, ocasionando lesões de coloração branca com acúmulo de água nos órgãos vegetativos afetados. Este fungo apresenta como forma de resistência o escleródio, que pode ficar viável no solo por até 11 anos (SILVA et al., 2018a; DUAN et al., 2018). O *S. sclerotiorum* ataca cerca de 400 espécies vegetais em 270 gêneros pertencentes a 75 famílias, dentre estas, grande parte de uso agrícola na produção de óleo, ração e de frutas (BARDIN; HUANG, 2001; ABWI; GROGAN, 1979).

Outra doença fúngica de importância considerável é conhecida popularmente por antracnose, sendo representada por diversas espécies do gênero *Colletotrichum*, em especial para *Colletotrichum gloeosporioides* e *acutatum* que atacam principalmente frutas e hortaliças como abacate, mamão, tomate, pepino, banana, maçã e morango ainda durante o desenvolvimento do fruto e no processo da cadeia de distribuição (DA SILVA et al., 2018b).

Essas perdas agravam ainda mais quando se dispõem gastos para aquisição de formulados fungicidas de origem sintética para o controle desses fitopatógenos. O uso contínuo e em larga escala de antifúngicos sintéticos ocasionam reflexos negativos sobre as cepas fúngicas ocasionando o desenvolvimento de espécies resistentes e da contaminação do ambiente. Em contrapartida, como forma alternativa ao uso de substâncias sintéticas, atualmente vem se realizando estudos com a utilização dos vegetais na forma de extratos ou óleos essenciais como meio de controle natural desses agentes fúngicos fitopatológicos (DA SILVA et al., 2018a; CRUZ et al., 2010; PEGG et al., 2002). Várias pesquisas têm comprovado a eficácia da ação dos óleos essenciais na atividade inibitória durante o crescimento micelial e na germinação de conídios (PANSERA et al., 2015; ATTI-SANTOS, 2010).

O fungicida de origem natural não apresenta compostos químicos que estão ligados na contaminação dos solos, água, bem como no desenvolvimento de formas de vida da fauna local (BARBOSA et al., 2015; MARINI et al., 2012). Com isso, a necessidade de se avaliar os efeitos positivos dos óleos essenciais apresenta-se como uma forma natural e renovável de produtos da linha verde, que não agridem as formas de vida no solo, água e ar, garantindo uma próspera colheita e como fitoremediação no armazenamento de grãos e frutas.

O trabalho teve por objetivo avaliar as características químicas e atividade antifúngica dos óleos essenciais de talos e folhas de *S. molle* frente às cepas de *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados talos e folhas em 10 indivíduos de *S. molle* localizados no Campus Rio Verde do Instituto Federal Goiano. A área de coleta foi georreferenciada apresentando as seguintes coordenadas geográficas: 17°48'46.9''S 50°53'55.7''W (Garmin, Mod. 64X GPS/Glonass). A coleta foi realizada nas primeiras horas do dia, entre as 6-8 h., no mês de agosto de 2019, e o material foi mantido em caixa hermética com resfriamento (Cooler) a 8 °C. A espécie foi identificada pelo Msc. Biólogo Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho. Uma exsicata foi herborizada e depositada no Herbário do Instituto Federal Goiano, com o seguinte Voucher HRV 1210.

Para extração dos óleos essenciais, alíquotas de 100 g de amostra *in natura* foram pesadas em balança de precisão (Bel, Mod. S2202H) com precisão de 0,01 g, e em seguida, processadas em processador doméstico (Arno Power, Mod. LN55) com 500 mL de água destilada. A solução foi transferida para sistema tipo Clevenger onde ficou em refluxo por 4 horas.

Após este período, o hidrolato foi coletado e transferido para um funil de separação (Laborglas) 500 mL, onde foi lavado 3 vezes com 30 mL de diclorometano (Alphatec, P.A – ACS). Em seguida, o OE foi seco com sulfato de sódio anidro (Anidrol, P.A – ACS), e em seguida, filtrado em papel de filtro qualitativo (Unifil, faixa azul, C42). As frações foram reunidas e transferidas para béquer (Vidro Labor) 125 mL envolto com papel alumínio e deixado em local seco e livre de luz e calor para evaporação do solvente. Em seguida, o óleo essencial foi pesado em balança analítica digital (Marte, Mod. SW 2020) e determinado o rendimento de extração por percentagem conforme equação 1.

$$\% \text{Rend} = (\text{OE}/\text{Mf}) * 100 \quad \text{Eq. [1]}$$

Onde OE = óleo essencial; Mf = massa fresca.

A análise sensorial foi realizada para aroma, cor e tato. Para determinação da densidade relativa, foi utilizado picnômetro (RBR, Mod. Laboratorial) limpo e seco com capacidade de 1 mL. O picnômetro foi inicialmente pesado vazio em uma balança analítica. Em seguida, o OE foi adicionado, depois tampado e limpo para remover o excesso de amostra extravasada. Após a limpeza, o picnômetro foi pesado e a densidade relativa do OE determinada conforme Alarcón et al. (2019). A densidade foi estabelecida de acordo com a seguinte equação 2.

$$\text{dm g mL}^{-1} 20\text{ }^{\circ}\text{C} = [(\text{picnômetro} + \text{amostra}) - (\text{picnômetro})] (\text{g}) / \text{OE (mL)} \quad \text{Eq. [2]}$$

Onde Picnômetro = determinação do peso vazio; Volume OE.

A solubilidade do OE foi avaliada em uma solução aquosa de etanol (LS Chemicals, P.A –ACS) a 70% (v/v), conforme descrito por Alarcón et al. (2019), e Gomes et al. (2016). Foi acrescido em um tubo *Eppendorf* (Gene) de 1,5 mL, uma alíquota de 100 μL de uma solução hidroetanólica a 70% e 2 μL de OE. O tubo foi homogeneizado em equipamento tipo Vortex (Warmnest, Mod. VX 28) a 170 rpm por 5 minutos. O teste do índice de refração foi realizado em refratômetro digital (Hanna Instruments, Mod. HI96800) com faixa de (1,3330 a 1,5080), e resolução de 0,0001 a 20 $^{\circ}\text{C}$, conforme descrito por Alarcón et al. (2019). A rotação óptica foi determinada em um polarímetro com uma célula de 10 mL, a uma temperatura de 20 $^{\circ}\text{C}$ e linha α_{D} de sódio a 589,3 nm (Novainstruments, Mod. WXG-4), com faixa de medição de -180° a $+180^{\circ}$ na escala Vernier. Uma solução a 10% (p/v) do OE em etanol a 96% (LS Chemicals, P.A – ACS) foi preparada, conforme descrito por Alarcón et al. (2019).

O perfil químico do OE dos talos e folhas de *S. molle* foi realizada em sistema de cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas sequencial (CG-EM), equipado com auto-injetor (Combi PAL AOC-5000 Shimadzu), coluna Restek Rtx-5ms (30 m x 0,250 mm x 0,25 μm) fundida com sílica e espectrômetro de massas sequencial (MSTQ8030 Shimadzu) e detector por ionização por impacto eletrônico (IE) (70 e.V). A temperatura inicial foi mantida a 60 $^{\circ}\text{C}$ por 3,0 min., seguido de um acréscimo de 3 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até atingir 200 $^{\circ}\text{C}$ e posteriormente foi programada para um aumento de temperatura de 15 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até 280 $^{\circ}\text{C}$, permanecendo nessa temperatura por mais 1,0 min.

As temperaturas do injetor e do detector foram de 230 $^{\circ}\text{C}$ e 300 $^{\circ}\text{C}$. As análises foram realizadas utilizando gás Hélio como carreador com pressão de injeção de 57,4 KPa, faixa de detecção do espectrômetro de massas: 43-550 m/z, start time 3,0 min e fluxo de 3 mL min^{-1} . A identificação dos componentes do óleo foi baseada no índice de retenção linear (índice de Kovats) (IK) calculado em relação aos tempos de retenção da série homóloga de *n*-alcanos (C-08 a C-40) (Sigma-Aldrich, Supelco, Padrão de Calibração de Alcanos) e na fragmentação dos espectros de massas por comparação com a literatura Adams (2007) e pela espectroteca do CG-EM (Versão (Nist 11)).

Para verificação da atividade antifúngica, foram utilizados isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* ATW1, *Colletotrichum gloeosporioides* ATY7 e *Colletotrichum acutatum* ATY5, coletados em campos de plantação de soja, e de frutíferas de maracujazeiros e mamoeiros nos municípios de Jataí, Morrinhos e Itumbiara, Goiás, Brasil. As culturas mantidas em meio batata, dextrose e ágar (KASVI – BDA) foram doadas pelo laboratório de Produtos Naturais e mantidas em banco micológico no laboratório de Química Tecnológica do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

A avaliação dos OEs de *S. molle* sobre o crescimento micelial de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* partindo de concentrações de 100 (óleo puro); 50; 25; 12,5; 6,25; 3,13 e 1,56 $\mu\text{L mL}^{-1}$ de OE diluído em dimetilsulfóxido (DMSO) (Vetec, P.A – ACS). Como controle negativo, utilizou-se a testemunha (ausência de óleo essencial) e DMSO, e como controle positivo o fungicida *Frownicide*[®] 500 SC (ISK, Nome Técnico: Fluazinam, Reg. Ministério da Agricultura nº. 7695) na concentração de 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$. As concentrações do OE foram adicionadas ao meio de cultura BDA após solidificação em câmara de fluxo laminar (Simblab, Mod. CFL – 10V), bem como para os tratamentos com fungicida comercial e DMSO, com auxílio de uma alça de *Drigalski*. Após a adição e homogeneização das concentrações e dos tratamentos, 1 disco de micélio de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* com 7 mm de diâmetro, foi depositado separadamente no centro da placa de *Petri* com diâmetro de circunferência de 10 cm. Em seguida foram incubadas em estufa bacteriológica (SolidSteel, Mod. SSD) nas seguintes temperaturas 20, 25 e 25 °C respectivamente, como descrito por Garcia et al. (2012), Celoto et al. (2008) e Cunico et al. (2002), com adaptações.

A avaliação consistiu em medições diárias do diâmetro das colônias por meio de um paquímetro digital (Digimess, Mod. 100.174BL), 150 mm e precisão de 0,01 mm, após 24 horas do início da incubação e encerradas quando as colônias fúngicas do tratamento testemunha atingiram completamente a área interna da placa. A determinação da porcentagem de inibição de crescimento micelial foi realizada conforme equação 3.

$$\text{PIC}\% = (\text{DTC} - \text{DTQ})/\text{DTC} * 100 \quad \text{Eq. [3].}$$

Onde PIC = Porcentagem de Inibição de Crescimento, DCT = Diâmetro do Tratamento Controle, DTQ = Diâmetro do Tratamento Químico.

A análise estatística consistiu em triplicatas para o rendimento de OE e quadruplicata para o ensaio antifúngico, seguido de (\pm) desvio padrão, os ensaios foram realizados completamente randomizados. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelos testes de *Student* com nível de significância ($p \leq 0,05$), e *Scott-Knott* 5% pelo software *PAST* 3 (versão livre, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de OE obtido para os talos e folhas de *S. molle* foi de $1,09 \pm 0,08^a$ e de $0,60 \pm 0,03^b$, a solubilidade foi positiva, a densidade relativa foi de $0,916 \pm 0,10^a$ e de $0,911 \pm 0,08^a$ g mL^{-1} 20 °C, o

índice de refração foi de $1,4762 \pm 0,04^a$ e de $1,4370 \pm 0,02^b$, a rotação óptica foi de $+41,1^a \alpha_D$ e de $+41,9^a \alpha_D$ respectivamente, havendo diferença significativa pelo teste de *Student* para o rendimento e índice de refração.

Os talos e folhas de *S. molle* apresentaram serem fontes expressivas de extração de OEs. Estudo desenvolvido por St-Gelais et al. (2016) encontraram rendimento de OE para folha de *S. molle* de 0,14% em um estudo realizado na Bolívia. Já Cavalcanti et al. (2015) obtiveram rendimento de 1,10% de OE das folhas de *S. molle* coletadas em Volta Redonda, Brasil. As características de solubilidade, densidade relativa, índice de refração e rotação óptica para esta espécie, não há relatos na literatura, com isso, foi comparado com outros OEs extraídos. Alarcón et al. (2019) avaliaram sob duas condições de extração o OE de *Eucalyptus globulus* onde obtiveram índice de refração de 1,4751 e 1,4766 a 20 °C, solubilidade positiva e densidade relativa de 0,901 e 0,905 g mL⁻¹ a 20 °C. Rivera et al. (2017), encontraram densidade relativa para o OE dos rizomas de *Renealmia thyrsoides* de 0,873 g mL⁻¹.

Foram identificados para o OE dos talos de *S. molle* 48 compostos, sendo os majoritários, acetato de fragranil com área relativa de 8,89%, α -bulneseno 8,06% e τ -cadinol 8,21%, e para o OE das folhas de *S. molle* 45 compostos identificados sendo os majoritários acetato de fragranil 16,17%, andrografolide 8,32%, pacifigoria-1(6)-10-dieno 9,14% e faltarinol 12,13%. Os OEs de *S. molle* demonstraram riqueza em compostos com taxas de identificação de 99,86 e de 94,32%, respectivamente (Tabela 1).

Cavalcanti et al. (2015) encontraram apenas 20 compostos no OE das folhas de *S. molle*, sendo os majoritários spatulenol 12,4%, óxido de cariofileno 15,3% e cubenol com 27,1%. No estudo proposto por Santos et al. (2007) os pesquisadores avaliaram a composição química dos OEs de populações de indivíduos de *S. molle* no Rio Grande do Sul, Brasil, sendo a maioria constituída de mono e sesquiterpenos não oxigenados, onde encontraram alto teor quantitativo de α -pineno, β -pineno, sabineno, mirceno, limoneno, biciclogermacreno e α -cadinol. No presente estudo é observado uma variabilidade química que difere da encontrada pelos autores citados, bem como por outros pesquisadores como Gomes et al. (2013) e Santos et al. (2009). Possivelmente esta diferença química pode estar relacionada aos fatores intrínseco (genético) e extrínseco (sazonalidade, pluviosidade, nutrientes do solo, altura em relação ao nível do mar) (CAVALCANTI et al., 2015).

Estudo proposto por Guerra-Boone et al. (2012), os pesquisadores relataram a presença do composto shiobunol como um constituinte importante do OE das folhas de *S. molle* no México, o mesmo não foi observado neste, e nos estudos citados. Da Silva et al. (2019a) avaliaram outra espécie de *Schinus*, *Schinus lentiscifolius* onde encontraram OE rico em compostos sesquiterpênicos hidrocarbonados 41,5%, monoterpenos hidrocarbonados 27,7% e sesquiterpenos oxigenados 26,2% e baixo conteúdo de monoterpenos oxigenados com 4,6%.

Na Tabela 1 está apresentado o perfil químico dos óleos essenciais dos talos e folhas de *S. molle* por análise em CG-EM.

Tabela 1 – Perfil químico dos óleos essenciais dos talos e folhas de *S. molle* por CG-EM, coletados em Rio Verde, Goiás, Brasil em 2019.

Composto	IR*	OET (%)	OEF (%)
Mirceno	989	1,34	3,47
δ-4-careno	1000	1,28	2,05
δ-2-careno	1004	1,78	0,11
α-felandreno	1005	0,92	0,72
δ-3-careno	1012	0,22	0,15
O-cimeno	1022	4,12	1,64
Limoneno	1026	2,97	0,33
β-ocimeno	1031	2,11	-
γ-terpineno	1058	0,19	1,00
E-β-metil santolinato	1115	1,86	0,78
Pinocarvona	1166	-	6,66
Mirtenol	1195	1,87	0,25
p-cimen-8-ol	1197	-	0,93
Trans-isopiperitenol	1199	6,84	2,22
Verbenona	1205	0,81	1,07
Cadala-1(10),3,8-trieno	1209	0,77	1,58
Neral	1235	-	2,38
Trans-ascaridol glicol	1268	0,45	-
Acetato de fragranil	1333	8,89	16,17
δ-elemeno	1339	0,49	0,63
α-cubebeno	1342	0,68	1,01
Andrografolide	1365	1,21	8,32
β-elemeno	1381	0,99	1,54
α-copaeno	1388	0,33	0,36
β-cubeno	1390	1,11	1,28
Longifoleno	1409	0,58	1,09
Pacificoria-1(6)-10-dieno	1412	-	9,14
Aromadendreno	1434	0,14	0,27
α-himachaleno	1452	0,06	0,09
Epi-biciclo-sesquifelandreno	1460	0,54	0,80
α-humuleno	1465	5,08	0,72
Trans-cadina-1(6),4-dieno	1470	-	0,44
Germacreno D	1482	2,64	1,12
α-bulneseno	1491	8,06	-
(E,E)-α-farneseno	1504	3,44	-
(Z)-nerolidol	1543	3,84	1,07
Di-t-butilacetileno	1559	-	0,11
Óxido de Cariofileno	1572	1,70	1,23
Spatulenol	1579	1,42	0,61
1,10-Di-epi-cubenol	1611	2,60	1,23
τ-cadinol	1613	8,21	0,14
Cis-thujopseno	1645	6,23	2,08
α-cadinol	1656	3,47	-
Cis-α-copaeno-8-ol	1660	0,20	0,36
Ylangenol	1672	1,16	-
Aristol-1-(10)-en-9-ol	1697	0,46	0,97
α-muuroleno	1740	3,87	-
Selina-3,7-(11)-dieno	1792	0,73	2,00
Acetato de pinocarvil	1801	0,22	-
Acetato de Mirtenil	1895	0,60	2,28
Falcarinol	2026	-	12,13
Gleenol	2051	0,15	-
1-Epicubenol	2088	0,33	-
9-Cis-retinal	2237	0,16	1,44
Hentriacontano	3100	2,74	0,35
Compostos identificados (%)		99,86	94,32

(IR*) Índice de Retenção da literatura Adams (2007); (OET) = Óleo essencial Talo e (OEF) = Óleo Essencial Folha.

Na Figura 1, observa-se excepcional atividade de inibição fúngica para o OE dos talos de *S. molle*, em todas as concentrações para os isolados de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum*, exceto para *C. acutatum* na menor concentração de 1,56 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Pode-se observar que as cepas de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* apresentaram alta sensibilidade às concentrações de OE de *S. molle* aplicadas neste estudo. Ainda na Figura 1, as inibições de crescimento micelial apresentaram resultados de percentagem entre 100 a 81,36% para *S. sclerotiorum*, entre 100 a 53,11% para *C. gloeosporioides* e de 100 a 66,39% para *C. acutatum*, quando comparadas ao controle positivo fungicida comercial na dosagem de 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$, com eficiência de 100% de inibição de crescimento, onde entre as concentrações 6,25 a 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ apresentaram estatisticamente o mesmo grupo do fungicida comercial Frownicide.

Na Figura 1, estão apresentados os resultados de percentagem de inibição de crescimento PIC% para os fungos *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* em diferentes concentrações de OE dos talos de *S. molle*.

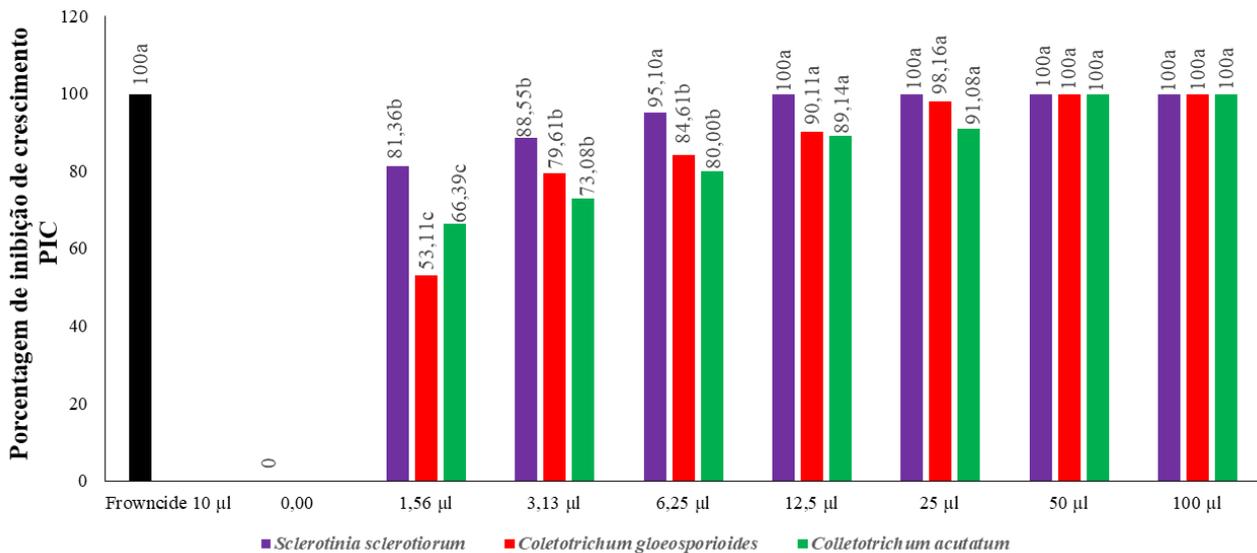


Figura 1 - Percentagem de inibição de crescimento PIC para *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* em diferentes concentrações do óleo essencial dos talos de *S. molle*. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* 5%. Fonte: Autores, 2020.

Na Figura 2, estão apresentados os resultados de percentagem de inibição de crescimento para *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* em diferentes concentrações do OE das folhas de *S. molle*. É possível observar também alta eficiência de inibição promovida pelo OE das folhas de *S. molle*, com importantes percentagens de inibição de crescimento micelial para *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* em todas as concentrações usuais, exceto para a concentração de 1,56 μL

mL⁻¹ para os três isolados. Os isolados apresentaram sensibilidade ao OE das folhas de *S. molle*, sendo também uma boa opção para uso antifúngico natural. Como citado anteriormente, o fungicida comercial foi utilizado para efeito de comparação entre as concentrações de OE de *S. molle*, o qual se saiu muito bem para o teste de inibição de crescimento fúngico.

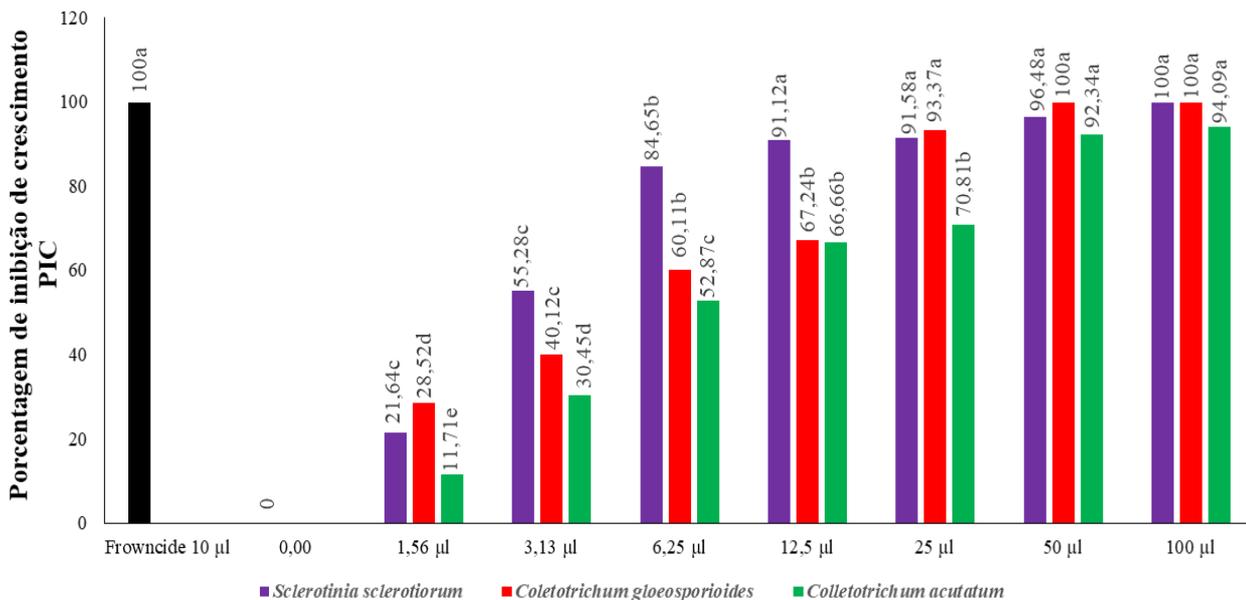


Figura 2. Porcentagem de inibição de crescimento PIC para *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* and *C. acutatum* em diferentes concentrações do óleo essencial da folha de *S. molle*. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* 5%. Fonte: Autores, 2020.

É importante reiterar que, ambas as amostras de OEs apresentaram importantes atividades fúngicas frente a *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* quando comparadas ao controle positivo Frownicide que apresenta inibição de 100%. Outros trabalhos que avaliaram a ação fungicida de OEs apresentaram diversidade na taxa de atividade antifúngica, como já era esperado. Cada OE comporta de forma específica devido aos seus compostos, apresentar ou não, atividade antifúngica, bem como a bioquímica do modelo fúngico em estudo. Dias et al. (2019) encontraram efetiva atividade antifúngica pelo OE de *Lippia sidoides* (alecrim-pimenta) no controle de *Macrophomina phaseolina*, os pesquisadores obtiveram maior eficiência nas concentrações 0,125 e 0,250 µL mL⁻¹ nas primeiras 72 horas.

Valadares et al. (2018), avaliaram os OEs de *Piper aduncum*, onde encontraram excepcional atividade antifúngica entre 85,85 a 100% para OE da inflorescência e de 96,31 a 98,74% para folhas contra *S. sclerotiorum*. Silva et al. (2018) avaliaram a eficiência de inibição micelial em *S. sclerotiorum* usando OE das folhas de *P. guajava* em dois períodos de coleta, onde obtiveram resultados para o período

de janeiro com porcentagens entre 77,5; 90,8 e 94,9% e para o período de julho de 80,0; 90,0 e 93,4% para as concentrações 100, 200 e 300 $\mu\text{L mL}^{-1}$ respectivamente. Xavier et al. (2016) avaliaram o OE das folhas de *C. calophyllum* onde obtiveram porcentagens de inibição para *S. sclerotiorum* entre 87,63 a 28,27%. A melhor atividade antifúngica apresentada pelos pesquisadores foi observada na concentração de 300 μL .

Oliveira Júnior et al. (2013) encontraram para o OE de outra espécie de *Schinus* (*S. terebinthifolius*) inibição de crescimento micelial em *C. gloeosporioides* entre 7,88 a 79,07%. Silva et al. (2009) obtiveram 100% de inibição de esporos de *C. gloeosporioides* para os OEs de *L. sidoides*, *Ocimum gratissimum*, *Psidium guajava*, *Psidium guayava*, *Cymbopogon citratus* e para alecrim de vargem. Dias-Arieira et al. (2010) encontraram efetiva atividade antifúngica para *C. acutatum* com porcentagens de inibição entre 74,4 a 84,4% para o OE de *Azadirachta indica* e entre 35,6 a 91,1% para o OE de *Eucalyptus citriodora*.

A efetiva atividade antifúngica exibida pelos óleos essenciais dos talos e folhas de *S. molle* pode estar relacionada aos compostos majoritários ou mesmo pelo sinergismo entre os compostos presentes nos OEs, aliando a alta eficiência de inibição com alto rendimento de OE de *S. molle* torna-se importante modelo vegetal para novas pesquisas. O sinergismo entre os compostos da fração oleífera é discutido também nos trabalhos desenvolvidos por Xavier et al. (2016) e Chao e Young (2000) que apresentam o conjunto de substâncias do OE interagindo entre si promovendo a atividade antifúngica e de revisão de Ortega-Cuadros & Tofiño-Rivera (2019). Com isso, os OEs de *S. molle* podem ser aplicados diretamente sem a necessidade de fracionamento, visto que, o sinergismo entre os compostos apresentou alta eficiência de inibição.

CONCLUSÕES

Conclui-se que, os rendimentos obtidos dos óleos essenciais dos talos e folhas apresentam considerável diferença entre os estudos comparados para *S. molle*.

As características químicas para solubilidade, índice de refração, densidade relativa e rotação óptica, são apresentados neste estudo como os primeiros relatos, apresentando similaridade entre os outros óleos essenciais na literatura.

O perfil químico por CG-EM, apresentou divergências entre os perfis químicos observados em outros estudos, sendo fácil explicar que as inúmeras interações entre os mais diversos ambientes naturais e a genética dos indivíduos favorecem uma diversidade entre os compostos voláteis.

Os óleos essenciais apresentaram alta atividade antifúngica frente aos isolados de *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum in vitro*. Demonstrando assim, importante atividade antifúngica, podendo ser considerados como futuras fontes alternativas para a linha

de produtos naturais como defensivos agrícolas. Estudos futuros deverão avaliar esta atividade em casas-de-vegetação ou mesmo em ambiente campo de plantio.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano; a Universidade Federal de São Carlos; a Universidade Federal de Jataí; a Universidade Estadual de Goiás; aos laboratórios de Química Tecnológica e de Produtos Naturais; a Central Analítica; aos órgãos de fomento em pesquisa CAPES, CNPq, FINEP e FAPEG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABWI, G.S.; GROGAN, R.G. Epidemiology of diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. **Phytopathology**, v. 69, p. 875-880, 1979.
- ADAMS, R.P. Identification of Essential Oils Components by Gas chromatography/Mass Spectrometry, Allured Publ. Corp., Carol Stream, IL., 2007.
- ALARCÓN, M.E.T.; CONDE, C.G.; MÉNDEZ, G.L. Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill. **Revista Cubana de Farmacia**, v. 52, n. 1, e266, 2019.
- ATTI-SANTOS, A.C.; ROSSATO, M.; SERAFINI, L.A.; BUENO, M.; CRIPPA, L.B.; SARTORI, V.C.; DELLACASSA, E.; MOYNA, P. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 200, p. 154-159, 2010.
- AVELAR, B.R.; LAMBERT, M.M.; SIQUEIRA, R.C.S.; CID, Y.P.; CHAVES, D.S.A.; COUMENDOUROS, K. Atividade *in vitro* de óleos essenciais e extratos de *Schinus molle* L. frente à *Rhipicephalus microplus*. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 38, n. 3, p. 183-187, 2016.
- BARBOSA, M.S.; VIEIRA, G.H.C.; TEIXEIRA, A.V. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 254-261, 2015.
- BARDIN, S.D.; HUANG, H.C. Research on biology and control of *Sclerotinia* diseases in Canada. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 23, p. 88-98, 2001.
- BARKLEY, F.A. A study of *Schinus* L. **Revista de Botanica**. v. 28, 1957.
- BARRACHINA, M.D.; BELLO, R.; MARTINEZCUESTA, M.A.; PRIMYOYUFERA, E.; ESPULGUES, J. Analgesic and central depressor effects of the dichloromethanol extract from *Schinus molle* L. **Phytotherapy Research**, v. 11, p. 317-319, 1997.

- BARROS, D.B.S.; SILVA, M.H.M.; SANTOS, R.H.G.; OLIVEIRA, A.F.M. Tempo de extração para óleo essencial de *Croton* spp. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 037-040, 2018.
- BENDAOU, H.; ROMDHANE, M.; SOUCHARD, J.P.; CAZAUX, S.; BOUJILA, J. Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi berries essential oils. **Journal of Food Science**, v. 75, p. 466-472, 2010.
- BLOOD, K. *Environmental weeds: a field guide for SE Australia*. C.H. Jerram and Associates, Mount Waverley, 228 pp, 2001.
- CARVALHO, J.A.M.; PINHEIRO, P.F.; MARQUES, C.S.; BASTOS, L.R.; BERNARDES, P.C. Composição química e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius*). **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 4, n.1, p. 59-63, 2017.
- CASTRO, H.G.de.; OLIVEIRA, L.O.de.; BARBOSA, L.C.A.; FERREIRA, F.A.; DA SILVA, D.H.; MOSQUIM, P.R.; NASCIMENTO, E.A. Teor e composição do óleo essencial de cinco acessos de mentrasto. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 55-57, 2004.
- CAVALCANTI, A.S.; ALVES, M.S.; SILVA, L.C.P.; PATROCÍNIO, D.S.; SANCHES, M.N.; CHAVES, D.S.A.; SOUZA, M.A.A.de. Volatiles composition and extraction kinetics from *Schinus terebinthifolius* and *Schinus molle* leaves and fruit. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, p. 356-362, 2015.
- CHAO, S.C.; YOUNG, D.G. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal Essentials Oil Research**, v. 12, n. 5, p. 630-649, 2000.
- CELOTO, M.I.M.; MARLI, F.S.P.; SACRAMENTO, L.V.S.do.; CELOTO, F.J. Atividade antifúngica de extratos de plantas à *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.
- COELHO, M.D.G.; BARBOSA, L.F.M.; FRANCO, T.F.; DE ALMEIDA, K.S.; AKISUE, G. Controle do ectoparasita de bovinos *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, através do uso de óleo essencial do cravo da índia (*Syzygium aromaticum*) e óleo de Neem (*Azadirachta indica*). **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 4, p. 203-210, 2019.
- COSTA, L.C.B.; CORRÊA, R.M.; CARDOSO, J.C.W.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; FERRI, P.H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 956-959, 2005.
- CRUZ, M.J.D.S.; CLEMENTE, E.; CRUZ, M.E.da.S.; MORA, F.; COSSARO, L.; PELISSON, N. Effects of bioactive natural compounds on the postharvest conservation of mango fruits cv. *Tommy Atkins*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 428-433, 2010.
- CUNICO, M.M.; CIRIO, G.M.; MIGUEL, O.G.; MIGUEL, M.D.; MONTRUCCHIO, D.P.; AUER, C.G.; GRIGOLETI JÚNIOR, A. Contribuição ao estudo da atividade antifúngica de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., Celastraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, n. 2, p. 69-73, 2002.

DA SILVA, E. R.; PAWLOWSKI, Â.; LAZAROTTO, D.C.; SOARES, G.L.G. Antioxidant activity of essential oils from leaves of *Schinus lentiscifolius* Marchand. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 2, p. e783, 2019a.

DA SILVA, T.K.; BORGES, B.G.; FREITAS, A.S.; SOARES, M.G.O.; FREITAS, E.J.; ALCANTRA, E.; FIGUEIREDO, J.R.M. Atividade antifúngica *in vitro* de própolis sobre *Colletotrichum* spp. do abacate. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 3, p. 1-6 2018a.

DA SILVA, A.M.; BENTES, J.L.S.; BEZERRA, E.J.S.; DE ANDRADE, M.C. Diversidade morfológica, genética e patogenicidade de *Colletotrichum* spp. associados à pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.). **Revista Agrária Acadêmica**, v. 1, n. 4, 39,51, 2018b.

DA SILVA, B.N.S.; FERREIRA E FERREIRA, A.F.T.A.; DA MOTA, A.J.; BENTES, J.L.S. Occurrence of noni anthracnose caused by *Colletotrichum siamense* in Amazonas, Brazil. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 3, p. 7-9, 2019b.

DAMM, U.; CANNON, P.F.; WOUDEBERG, J.H.C.; CROUS, P.W. The *Colletotrichum acutatum* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, p. 37-113, 2012.

DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERREIRA, L.R.; ARIEIRA, J.O.; MIGUEL, E.G.; DONEGA, M.A.; RIBEIRO, R.C.F. Atividade do óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Azadirachta indica* no controle de *Colletotrichum acutatum* em morangueiro. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 228-232, 2010.

DIAS, L. R. C.; SANTOS, A. R. B.; FILHO, E. R. P.; DA SILVA, P. H. S.; SOBRINHO, C. A. Óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham (Alecrim-pimenta) no controle de *Macrophomina phaseolina* em feijão-caupi. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 1, 2019.

DÍAZ, C.; QUESADA, S.; BRENES, O.; AGILAR, G.; CICCÍO, J.F. Chemical composition of *Schinus molle* essential oil and its cytotoxic activity on tumour cell lines. **Natural Product Research**, v. 22, n. 17, p. 1521-1534, 2008.

DOS SANTOS, J. M. C. G.; DE MENEZES, C. P.; DE OLIVEIRA FILHO, A. A.; DE OLIVEIRA LIMA, E. Atividade antifúngica do óleo essencial de *Melissa officinalis* sobre isolados de *Cladosporium sphaerospermum*. **Revista Cubana de Farmacia**, v. 51, n. 2, 2017.

DUAN, Y.; LI, T.; XIAO, X.; WU, J.; LI, S.; WANG, J.; ZHOU, M. Pharmacological characteristics of the novel fungicide pyrisoxazole against *Sclerotinia sclerotiorum*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 149, p. 61-66, 2018.

DUARTE, J.A.; ZAMBRANO, L.A.B.; QUINTANA, L.D.; ROCHA, M.B.; SCHMITT, E.G.; BOLIGON, A.A.; CAMPOS, M.M.A.; OLIVEIRA, L.F.S.; Machado, M.M. Immunotoxicological evaluation of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) essential oil in lymphocytes and macrophages. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, p. 1-9, 2018.

DUKE, J.A. *Handbook of medicinal herbs*. Boca Raton, 2nd Edition, Fla.: CRC Press, 896 pp, 2002.

- D'ARMAS, H.; MONTESINOS, K.; JARAMILLO, C.J.; LEÓN, R. Composición química de los aceites esenciales de las hojas de ocho plantas medicinales cultivadas en Ecuador. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 22, n. 2, 2017.
- FERNANDES, E.T.; FAVEIRO, S. Essential oil of *Schinus molle* L. for Most. 1855 *Sitophilus zeamais* (Coleoptera Curculionidae) in maize. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, p. 225-231, 2014.
- GARCIA, R.Á.; JULIATTI, F.C.; BARBOSA, K.A.G.; CASSEMIRO, T.A. Atividade antifúngica de óleo e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 48-57, 2012.
- GOMES, V.; AGOSTINI, G.; AGOSTINI, F.; ATTI DOS SANTOS, A.C.; ROSSATO, M. Variation in the essential oils composition in Brazilian population of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae). **Biochem Systematics and Ecology**, v. 48, p. 222-227, 2013.
- GOMES, P.R.B.; SANTANA SILVA, A.L.; MOUCHREK, V.E.; MOUCHREK, A.N.; EVERTON, P.C. Avaliação físico-química do óleo essencial *Zingiber officinale* Roscoe (Gengibre). **Revista Cubana de Farmacia**, v. 50, n. 2, 2016.
- GONZÁLEZ, J.W.; GUTIÉRREZ, M.M.; FERRERO, A.A. Repellency assays with plant extracts and essential oils from *Schinus molle* var. *aroeira* (L.) (Anacardiaceae) and DEET against *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae). **BioAssay**, v. 6, p. 1-4, 2011.
- GUERRA-BOONE, L.; ÁLVAREZ-ROMÁN, R.; SALAZAR-ARANDA, R.; TORRES-CIRIO, A.; RIVAS-GALINDO, V.M.; WAKSMAN DE TORRES, N.; GONZÁLEZ GONZALEZ, G.M.; PÉREZ-LÓPEZ, A.L. Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils from *Magnolia grandiflora*, *Chrysactinia mexicana*, and *Schinus molle* found in northeast Mexico. **Nature Product Communications**, v. 8, p. 135-138, 2012.
- GUNDIDZA, M. Antimicrobial activity of essential oil from *Schinus molle* Linn. **Central African Journal Medicine**, v. 39, n. 11, p. 231-234, 1993.
- HAYOUNI, E.A.; CHRAIEF, I.; ABEDRABBA, M.; BOUIX, M.; LEVEAU, J.Y.; HAMMAMI, M.; HAMDI, M. Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: their chemical composition and their preservative effects against *Salmonella* inoculated in minced beef meat. **International Journal of Food Microbiology**, v. 125, n. 3, p. 242-251, 2008.
- LEONHARDT, C.; BUENO, O.L.; CALIL, A.C.; BUSNELLO, Â.; ROSA, R. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul. **Iheringia**, v. 63, n. 1, p. 5-14, 2008.
- MACHADO, D.G.; KASTER, M.P.; BINFARÉ, R.W.; DIAS, M.; SANTOS, A.R.S.; PIZZOLATTI, M.G.; BRIGHENTE, I.M.C.; RODRIGUES, A.L.S. Antidepressant-like effect of the extract from leaves of *Schinus molle* L. in mice: evidence for the monoaminergic system. **Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry**, v. 31, n. 2, p. 421-428, 2007.
- MARCO, C.A.; DOS SANTOS, H.R.; FEITOSA, A.G.S.; FEITOSA, J.V.; DA COSTA, J.G. M. Teor, rendimento e qualidade do óleo essencial de *Vanillosmopsis arborea* (Gardner) Baker (candeeiro) e sua ação alelopática. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 20, n. 1, 2015.

MARINI, D.; MENSCH, R.; FREIBERGER, M.B.; DARTORA, J.; FRANZENER, G.; GARCIA, R.C.; STANGARLIN, J.R. Efeito antifúngico de extratos alcoólicos de própolis sobre patógenos da videira. **Arquivos do Instituto de Biologia**, v. 79, n. 2, p. 305-308, 2012.

MARTINS, M.R.; ARANTES, S.; CANDEIAS, F.; TINOCO, M.T.; CRUZ-MORAIS, J. Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of *Schinus molle* L essential oils. **Journal Ethnopharmacology**, v. 151, n. 1, p. 485-492, 2014.

MENEZES FILHO, A.C.P., SOUSA, W.C.; SOUZA, L.F.; CASTRO, C.F.S. Composição química do óleo essencial das flores de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 4, p. e892, 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G.; SANTOS, R.B.; REIS, F.O.; MATSUMOTO, S.T.; BISPO, W.M.S.; MACHADO, L.P.; OLIVEIRA, L.F.M. Efeito fungitóxico do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* Raddi) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 1, p. 150-157, 2013.

OOSTERHAVEN, K.; POOLMAN, B.; SMID, E.J. S-carvone as a natural potato sprout inhibiting, fungistatic and bacteristatic compound. **Industrial Crops and Product**, v. 4, n. 1, p. 23-31, 1995.

ORTEGA-CUADROS, M.; TOFIÑO-RIVERA, A.P. Revisión exploratoria de la actividad antibacteriana y antifúngica de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br (pronto alivio). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 1, 2019.

PANSERA, M.R.; PAULETTI, M.; GONZALEZ, A.; SARTORI, V.C.; RIBEIRO, R.T.S. Utilização de tinturas vegetais e óleo essencial no controle de mofo-branco em alface. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 10, n. 2, p. 87-91, 2015.

PAOLA PAJARO, N.; MÉNDEZ, G.L.; FORTICH, M.R.O.; ALARCÓN, M.E.T.; VEJA, J.M.R. La microencapsulación del aceite esencial de *Cinnamomum verum* J. mediante secado por aspersión y su potencial actividad antioxidante. **Revista Cubana de Farmacia**, v. 51, n. 2, 2017.

PAWLOWSKI, Â.; KALTCHUK-SANTOS, E.; ZINI, C.A.; CARAMÃO, E.B.; SOARES, G.L.G. Essential oils of *Schinus terebinthifolius* and *S. molle* (Anacardiaceae): Mitodepressive and aneugenic inducers in onion and lettuce root meristems. **South African Journal of Botany**, v. 80, p. 96-103, 2012.

PEGG, K.G.; COATES, L.M.; KORSTEN, L.; HARDIN, R.M. Foliar, fruit and soilborne diseases. In: The avocado: Botany, production and uses. WHILEY, A.W.; SCHAFFER, B., WOLSTENHOLME, B.N. (eds.): CAB International, Wallingford, UK, pp. 299-338, 2002.

RIVERA, P.N.; PAREDES, E.A.; GÓMEZ, E.D.; LUECKHOFF, A.; ALMEIDA, G.A.; SUAREZ, S.E. Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de los rizomas de *Renalmia thyrsoides* (Ruiz & Pav) Poepp. & Eddl (shiwanku muyu). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 22, n. 2, 2017.

- SANTOS, A.C.A.; ROSSATO, M.; AGOSTINI, F.; ALMEIDA, M.L.; PAULETTI, G.F.; SERAFINI, L.A.; MOYNA, P.; DELLACASSA, E. Caracterização química de populações de *Schinus molle* L. do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1014-1016, 2007.
- SANTOS, A.C.A.; ROSSATO, M.; AGOSTINI, F.; SERAFINI, L.A.; SANTOS, P.L.D.; MOLON, R.; DELLACASSA, E.; MOYNA, P. Chemical composition of the essential oils from leaves and fruits of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi from Southern Brazil. **Journal Essential Oil Bear Plants**, v. 12, n. 1, p. 16-25, 2009.
- SANTOS, D.L.; PEREIRA, T.C.L.; FERREIRA, P.H.; SÁ, S.; TRESVENZOL, L.M.F.; FERRI, P.H.; DE PAULA, J.R.; FIUZA, T.S.; BORGES, L.L. Estudo da anatomia foliar e caulinar e análise dos constituintes químicos dos óleos essenciais das folhas e cascas dos frutos de *Citrus medica* L. **Electronic Journal of Pharmacy**, v. 13, n. 3, p. 229-247, 2016.
- SILVA, E.A.J.; DA SILVA, V.P.; ALVES, C.C.F.; ALVES, J.M.; SOUCHIE, E.L.; BARBOSA, L.C.A. Chemical composition of the essential oil of *Psidium guajava* leaves and its toxicity against *Sclerotinia sclerotiorum*. **SEMINA: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 865-874, 2018.
- SILVA, A.C.; SALES, N.L.P.; ARAÚJO, A.V.; JÚNIOR, C.F.C. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1853-1860, 2009.
- SOUZA JÚNIOR, I.T.; SALES, N.L.P.; MARTINS, E.R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 77-83, 2009.
- ST-GELAIS, A.; MATHIEU, M.; LEVASSEUR, V.; OVANDO, J.F.; ESCAMILLA, R.; MARCEAU, H. Preisolamendiol, shyobunol and related oxygenated sesquiterpenes from Bolivian *Schinus molle* essential oil. **Natural Product Communications**, v. 11, n. 4, p. 547-550, 2016.
- TAVARES, E.S.; JULIÃO, L.S.; LOPES, D.; BIZZO, H.R.; LAGE, C.L.S.; LEITÃO, S.G. Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipo de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 15, n. 1, p. 1-5, 2005.
- VALADARES, A.C.F.; ALVES, C.C.F.; ALVES, J.M.; DE DEUS, I.P.B.; DE OLIVEIRA FILHO, J.G.; DOS SANTOS, T.C.L.; DIAS, H.J.; CROTTI, A.E.M.; MIRANDA, M.L.D. Essential oils from *Piper aduncum* inflorescences and leaves: chemical composition and antifungal activity against *Sclerotinia sclerotiorum*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 80, n. 3, p. 2691-2699, 2018.
- XAVIER, M.N.; ALVES, J.M.; CARNEIRO, N.S.; SOUCHIE, E.L.; SILVA, E.A.J.; MARTINS, C.H.G.; AMBROSIO, M.A.L.V.; EGEA, M.B.; ALVES, C.C.F.; MIRANDA, M.L.D. Composição química do óleo essencial de *Cardiopetalum calophyllum* Schltdl. (Annonaceae) e suas atividades antioxidante, antibacteriana e antifúngica. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 5, 2016.
- ZAHED, N.; HOSNI, K.; BRAHIM, N.B.; KALLEL, M.; SEEI, H. Allelopathic effect of *Schinus molle* essential oils on wheat germination. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 32, n. 6, p. 1221-1227, 2010.