
Análise comparativa do perfil de compostos orgânicos voláteis de pimenta rosa e de aroeira do sertão

Comparative analysis of the profile of volatile organic compounds of pink pepper and aroeira do sertão

Yuri Gomes Figueiredo^{1*}, Fabio Corrêa Bueno¹, Angelita Cristine de Melo¹, Rodinei Augusti¹, Júlio Onésio Ferreira Melo¹

RESUMO

A *Schinus terebinthifolius* Raddi, e *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem, são dois gêneros pertencentes à família das Anacardiáceas, sendo conhecidas respectivamente, como pimenta rosa, e aroeira do sertão. São nativas do Brasil, e amplamente disseminadas desde a caatinga no Nordeste, ao cerrado do Centro-Oeste e Sudeste. Ambas são amplamente conhecidas principalmente pelo uso medicinal no meio rural e indígena. A “pimenta rosa” e “aroeira do sertão” são usadas no tratamento de infecções cutâneas, urinárias, ginecológicas, e problemas respiratórios. O objetivo desse trabalho foi de investigar o perfil químico dos compostos orgânicos voláteis (COV's) presentes na pimenta rosa e aroeira do sertão. Utilizou-se o método de microextração em fase sólida em modo headspace (HS-SPME), empregando a fibra, polidimetilsiloxano-divinilbenzeno (PDMS/DVB) para a extração dos COVs. Na extração dos compostos voláteis foram empregados 2g das sementes de cada amostra, previamente triturados em um moinho analítico, e colocados em frasco de headspace de 20 ml. A adsorção dos compostos foi realizada a uma temperatura de 60°C, por 20 minutos, com a fibra PDMS/DVB exposta, após a extração, a dessorção foi realizada no injetor do cromatógrafo a gás acoplado à espectrometria de massas (CG-MS), onde a fibra ficou exposta por 5 minutos. A identificação dos COVs foi realizada por meio da comparação dos espectros de massa obtidos com os dados da biblioteca NIST. Foram encontrados 26 compostos orgânicos voláteis (COV's) nas amostras de aroeira e pimenta rosa, classificados entre monoterpenos e sesquiterpenos, ácidos e cetonas. O β -pineno e o cariofileno foram identificados nas duas amostras. Na aroeira do sertão foi identificado 11 COV's, sendo, o trans-geranilacetona, limoneno, e o 1R- α -pineno, com maiores concentrações. Na pimenta rosa por sua vez, apresentaram as maiores concentrações respectivamente o 3-careno, β -guaieeno e o isopseudocumenol, entre os 17 COV's identificados.

Palavras-chave: Anacardiáceas, *Schinus terebinthifolius*, *Myracrodruon urundeuva*, Microextração em fase sólida em modo *headspace* (HS-SPME).

ABSTRACT

Schinus terebinthifolius Raddi, and *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem, are two genera belonging to the Anacardiaceae family, known respectively as pink pepper and aroeira do sertão. They are native to Brazil, and widely disseminated from the caatinga in the Northeast to the Cerrado in the Midwest and Southeast. Both are widely known mainly for medicinal use in rural and indigenous areas. The

¹ Universidade Federal de São João del-Rei. *E-mail: yuri.gfigueiredo@hotmail.com

“pink pepper” and “aroeira do sertão” are used in the treatment of skin, urinary, gynecological and respiratory problems. The objective of this work was to investigate the chemical profile of volatile organic compounds (VOCs) present in pink pepper and aroeira do sertão. The solid phase microextraction method in headspace mode (HS-SPME) was used, using the fiber, polydimethylsiloxane-divinylbenzene (PDMS/DVB) for the extraction of VOCs. In the extraction of volatile compounds, 2g of the seeds of each sample were used, previously ground in an analytical mill, and placed in a 20 ml headspace flask. The adsorption of the compounds was carried out at a temperature of 60°C, for 20 minutes, with the exposed PDMS/DVB fiber, after extraction, the desorption was carried out in the gas chromatograph injector coupled to mass spectrometry (CG-MS), where the fiber was exposed for 5 minutes. The identification of VOCs was performed by comparing the mass spectra obtained with data from the NIST library. Twenty-six volatile organic compounds (VOCs) were found in samples of aroeira and pink pepper, classified between monoterpenes and sesquiterpenes, acids and ketones. β -pinene and caryophyllene were identified in both samples. In aroeira do sertão, 11 VOC's were identified, being trans-geraniacetone, limonene, and 1R- α -pinene, with higher concentrations. In pink pepper, in turn, they presented the highest concentrations, respectively, of 3-carene, β -guaiene and isopseudocumenol, among the 17 identified VOC's.

Keywords: Anacardiaceae, *Schinus terebinthifolius*, *Myracrodruon urundeuva*, Headspace Solid Phase Microextraction (HS-SPME).

INTRODUÇÃO

A família Anacardiaceae destaca-se por alguns de seus representantes apresentarem frutas comestíveis, como o caju (*Anacardium occidentale*), a manga (*Mangifera indica*), o pistache (*Pistacia vera*), bem como especiarias, como a pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius*), que apresentam sabores e propriedades interessantes para a indústria alimentícia. Além disso, os membros dessa família apresentam, em comum, o porte arbóreo ou arbustivo e são frequentemente observadas espécies ricas em polifenóis, que podem apresentar propriedades medicinais (MACEDO, 2018). Duas plantas notáveis dessa família são a pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius*) e aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva*).

A *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), popularmente, pimenta rosa, é uma espécie vegetal nativa da América do Sul, especialmente do Brasil, onde está presente desde o Nordeste até o sul do país (CLEMENTE, 2006). É típica da caatinga brasileira, sendo encontrada, com frequência, também no cerrado brasileiro. É indicada para a recuperação de áreas degradadas e arborização. São conhecidas suas propriedades adstringentes, antidiarreicas, depurativas, diuréticas e febrífugas devidas à presença de diversos compostos químicos, como alcoóis,

cetonas, ácidos, monoterpenos, sesquiterpenos e triterpenos no caule, folhas e frutos (OLIVEIRA et al., 2014).

Myracrodruon urundeuva Fr. Allem. (Anacardiaceae), popularmente, aroeira do sertão, assim como a *S. terebinthifolius*, ocorre na caatinga e matas secas brasileiras, desde o Nordeste ao sul do país, podendo ser encontrada também na Bolívia, Paraguai e Argentina (AQUINO, 2013; ARAÚJO, 2017). É usada na medicina popular contra problemas relacionados a doenças respiratórias, urinárias e ginecológicas, assim como no tratamento de ferimentos ou hemorragias, devido a suas propriedades anti-inflamatória e cicatrizante (AQUINO, 2013; ARAÚJO, 2017; SILVA, 2018). Segundo Ribeiro (2018), estudos anteriores indicaram presença dos seguintes grupos de metabólitos secundários: flavonoides, taninos e terpenos, além de apontarem, também, relação entre esses metabólitos com os efeitos farmacológicos dessa planta.

A Caatinga e o Cerrado brasileiro, biomas naturais da pimenta rosa e da aroeira do sertão, compartilham algumas similaridades: são biomas que, apesar de pouco conhecidos (a Caatinga ainda mais), carregam extrema biodiversidade animal e vegetal e, portanto, um enorme potencial para a descoberta de novos produtos naturais. São biomas de clima seco ou até semiárido, e de vegetação pouco expressiva, e são frequentemente denotados como pobres em biodiversidade e/ou potencial econômico. Além de haver pouco conhecimento científico acerca de toda a sua biodiversidade e necessitar de estudos, merecem atenção também para a sua conservação, já que são os biomas brasileiros mais ameaçadas pelo avanço dos desequilíbrios ambientais e da exploração de terras pelo agronegócio. (SILVA, 2018).

A extração dos compostos voláteis dos frutos pode ser realizada pelo emprego da microextração em fase sólida no modo *headspace* (HS-SPME). O método de SPME, se baseia no princípio da “química verde” (sem a utilização de solventes orgânicos), foi desenvolvida por Arthur e Pawlizyn em 1990. Neste método, os processos de extração e pré-concentração dos analitos acontecem em microescalas, baseando-se em um procedimento de equilíbrio entre as fases aquosa da amostra, polimérica da fibra SPME e gasosa do *headspace* do frasco (ARTHUR & PAWLISZYN, 1990, GARCÍA. et al, 2021). As vantagens desse método de

extração estão associadas ao seu baixo custo analítico, simplicidade, ausência de solventes e pela alta capacidade de adsorção de diferentes classes de compostos resultante dos diversos tipos de revestimentos das fibras SPME e podendo ser empregado para analisar matrizes complexas como acerola (GARCÍA et al., 2019), cagaita (RODRIGUES et al., 2021; SILVA et al., 2019; SILVA et al., 2020; SILVA et al., 2021), callistemo (OLIVEIRA JÚNIOR, 2020; SILVA et al., 2021), cambuí (GARCÍA et al., 2021), cerveja (PEREIRA et al. 2021), grumixama (RAMOS et al., 2020; RAMOS et al., 2021), kiwi (ASSUNÇÃO et al., 2020), manga (RAMOS, et al, 2021a, RAMOS et al, 2021b), milho (BOTTI et al., 2019; FRANZIN et al., 2020; NASCIMENTO, P. T. et al., 2021), pequi (SANTOS et al., 2020), pera do cerrado (MARIANO et al., 2020), soja (ROCHA. et al., 2019; BUENO et al, 2021), uva (MAZZINGHY, A. C. et al, 2021; VIANA et al., 2018).

Visando explorar o potencial dessas duas espécies, foi feita a análise dos compostos voláteis de ambas e, em seguida, os resultados foram comparados entre si e com a literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos frutos

Foram coletados nos meses de novembro de 2019, manualmente e de forma aleatória, sementes maduras de *Myracrodruon urundeuva* de 1 progênie adulta em Sete Lagoas-MG, Brasil, localizada nas coordenadas 19°27'30.4"S, 44°16'06.0"W, situada na altitude de 751 metros. Segundo Köeppen, o clima é Cwa, ou seja, clima típico de savana, com inverno seco, e verão úmido e chuvoso (Garcia et al., 2016). Foi coletado o suficiente para amostras de 2 gramas.

Quanto as amostras da *Schinus terebinthifolius* Raddi, foram coletadas sementes maduras de 1 progênie adulta em Presidente Olegário-MG, Brasil, localizada nas coordenadas 18° 25' 04" S, 46° 25' 04" O, situada na altitude de 947 metros, Segundo Köeppen, o clima é Cwa, ou seja, clima típico de savana, com inverno seco, e verão úmido e chuvoso (GARCIA et al., 2016). Foi coletado o suficiente para amostras de 2 gramas.

Preparo da amostra

As sementes foram transportadas para o laboratório de Química da UFSJ-*Campus* Sete Lagoas, sendo feito o processo manual de retirada de sujeiras, e partes vegetais não desejáveis. A etapa seguinte consistiu na trituração das sementes por meio do Moinho analítico básico A 11 da marca IKA, e a pesagem de cada amostra, que foi efetuada por auxílio de uma balança digital da marca Marbeg, e em seguida o armazenamento em frascos de *headspace*.

Extração dos compostos voláteis

Utilizou-se o método de microextração em fase sólida em modo *headspace* (HS-SPME) para a extração dos compostos voláteis, sendo usado a fibra polidimetilsiloxano-divinilbenzeno (PDMS/DVB). Na extração dos COV's foram empregados 2g das sementes previamente trituradas, colocadas em frascos de *headspace* de 20 mL, os recipientes foram fechados com lacre de alumínio e septo de borracha. Dando continuidade, o frasco de *headspace* de 20 mL foi acoplado a um bloco de alumínio e aquecido a 60 °C em uma chapa aquecedora. Passando-se 20 minutos de aquecimento, o filme polimérico de SPME (PDMS/DVB) montada num *holder*, foi exposta a amostra da polpa durante um tempo de 20 minutos, e em seguida, o *holder* contendo o filme polimérico foi retirado e inserido manualmente no injetor do cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massa, expondo o filme polimérico com 5 minutos para a dessorção dos compostos orgânicos voláteis extraídos (GARCIA et al., 2016).

Identificação dos compostos orgânicos voláteis

As amostras de sementes de aroeira e pimenta rosa foram analisadas por um sistema de cromatografia gasosa (Trace GC Ultra) acoplado ao detector de espectrômetro de massas (modelo Polaris Q, Thermo Scientific, San Jose, CA, EUA), com analisador do tipo *iontrap*, instalado no Laboratório de Espectrometria de Massas do Departamento de Química da UFMG. As amostras foram analisadas nas seguintes atribuições: temperatura do injetor 250 °C; injeção modo *splitless*, tempo de dessorção 5 minutos; temperatura do injetor, 200 °C; temperatura da

interface, 275 °C. A temperatura de aquecimento da coluna foi programada: iniciando-se a 40 °C permanecendo por 1 minutos e depois com aquecimento gradativo de 10 °C/minutos até 100 °C mantendo a isoterma por 1 minutos, de 12 °C/minutos até 150 °C, mantendo a isoterma por 1 minutos e depois 15 °C/minutos até 245°C, temperatura na qual manteve-se a isoterma por 1 minutos. O detector foi mantido no modo de varredura (fullscan, de 35 a 300 m/z), utilizando a técnica de ionização por impacto de elétrons (EI), com energia de 70 elétron-volt (eV). Por todo o processo foi utilizado uma coluna cromatográfica capilar HP-5 MS (5% fenil e 95% metilpolisiloxano), abrangendo as seguintes dimensões: 30 m de comprimento, 0,25 milímetro (mm) de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura de filme (Agilent Technologies INC, Alemanha) (GARCIA et al., 2016).

Para a identificação dos compostos voláteis encontrados, baseou-se na relação m/z correspondente a cada pico gerado pelo cromatograma, sendo comparados com os espectros de massa obtidos por ionização por EI, este que usou uma energia de 70 eV, com a faixa de varredura (*fullscan*, de 35 a 300 m/z) (GARCIA et al., 2016). Dessa forma, os espectros de massa dos analitos encontrados foram comparados com os dados de espectros de massa obtidos da biblioteca NIST (*National Institute of Standards and Technology*), usando como ferramenta auxiliar os dados registrados na literatura para a confirmação dos compostos voláteis presentes nas amostras das sementes. O índice de RSI consiste em um fator numérico de comparação, onde, quanto maior seu valor, mais próximo o composto está do achado na literatura da biblioteca NIST. Contudo apenas foram selecionados picos com valor acima de 500, intensidade padrão relativa (RSI), e uma relação de sinal/ruído (S/N) acima de 50 decibéis. Os valores da intensidade dos picos obtidos e da relação S/N, foram obtidos a partir do programa X Calibur 1.4 da *Thermo Electron Corporation* e transferidos para o Microsoft Office Excel 2013, programa este onde foram feitas as seleções dos picos de acordo com a relação S/N no Laboratório de Química da UFSJ/CSL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Compostos encontrados nas amostras de aroeira e pimenta Rosa

Nº	Composto orgânico voláteis	CAS	Formula	Amostras %	
				Myracr odruon	Schinus
MONOTERPENOS					
1	1R- α -Pineno	7785-70-8	C ₁₀ H ₁₆	20,40	
2	β -Pineno	127-91-3	C ₁₀ H ₁₆	8,86	0,24
3	3-Careno	13466-78-9	C ₁₀ H ₁₆		26,81
4	<i>p</i> -Mentha-1,4(8) – dieno	586-62-9	C ₁₀ H ₁₆		1,00
5	(-)-Limoneno	5989-54-8	C ₁₀ H ₁₆	22,87	
6	4(10)-tujen-3-ol, acetato	3536-54-7	C ₁₂ H ₁₈ O ₂		1,95
7	Bornilacetato		C ₁₂ H ₂₀ O ₂		2,50
8	<i>trans</i> -Geranilacetone	3796-70-1	C ₁₃ H ₂₂ O	34,92	
9	<i>cis</i> -Geranilacetone	3879-26-3	C ₁₃ H ₂₂ O	1,85	
10	α -camfolenal	4501-58-0	C ₁₀ H ₁₆ O	0,15	
11	Pinano	473-55-2	C ₁₀ H ₁₈		0,96
SESQUITERPENOS					
12	10s,11s-Himachala- 3(12),4-dieno		C ₁₅ H ₂₄		1,94
13	Himachaleno	1461-03-6	C ₁₅ H ₂₄		2,53
14	β -Guaieno	88-84-6	C ₁₅ H ₂₄		14,93
15	1H-Cicloprop (elazuleno, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b- octahidro-1,1,4,7- tetrametil-, (1aR,4R,4aR,7bS)-	489-40-7	C ₁₅ H ₂₄		1,84

16	Cariofileno	87-44-5	C ₁₅ H ₂₄	3,23	3,91
17	α -Himachaleno	3853-83-6	C ₁₅ H ₂₄	1,58	
18	Cedr-8(15)-eno	11028-42-5	C ₁₅ H ₂₄	4,06	
19	(+) - Ciclosativeno	22469-52-9	C ₁₅ H ₂₄		2,54
20	4,4-Dimetil,-3-(3-methylbut-3-enylidene)-2-methylenebicyclo[4.1.0] heptano	583089	C ₁₅ H ₂₂		6,77
21	Agarospírol	1460-73-7	C ₁₅ H ₂₆ O		6,79
22	α - Muuroleno	12306047	C ₁₅ H ₂₄		9,13
OUTRAS CLASSES					
23	Etilcaproato	123-66-0	C ₈ H ₁₆ O ₂	1,20	
24	Isopseudocumenol	697-82-5	C ₉ H ₁₂ O		14,62
25	Etil 9-oxononanoato	3433-16-7	C ₁₁ H ₂₀ O	0,89	
26	Eudesm-4(14) -en-11-ol	473-15-4	C ₁₅ H ₂₆ O		1,54

Foram encontrados 26 compostos orgânicos voláteis (COV's) nas amostras de aroeira e pimenta rosa por meio da fibra DVB-PDMS, sendo que onze destes foram encontrados na amostra da aroeira.

Dentre os onze compostos encontrados na aroeira, três são classificados como monoterpenos, outros três como sesquiterpenos, e os restantes divididos em outras classes como monoterpenos cetonas, ácidos, acetaldeídos e éster. Os COV's com maiores concentrações foram, o trans-geranilacetono, limoneno, e o 1R- α -pineno, com 34,92%, 22,87% e 20,39 % respectivamente. Entre todos os onze compostos encontrados na aroeira, apenas o monoterpeno β -pineno, e o sesquiterpeno cariofileno, foi observado em comum com a amostra da pimenta

rosa. Os compostos 1 R- α -pineno, cariolifeno, e o limoneno, também foram descritos na literatura, como em Aquino (2013), Araújo (2017), assim como em Aquino e colaboradores (2017), porém, todos estes trabalhos tiveram como objetivos a extração dos óleos essenciais das folhas de aroeira, o que resulta em diferentes qualidades e concentrações de terpenos, além disso é sabido que a composição dos óleos essenciais sofre influências bióticas e abióticas (COLE, 2008; BORTOLUCCI et al., 2018).

Nas amostras de pimenta rosa por sua vez foi encontrado 17 COV's, sendo que apenas dois (β -pineno, cariofileno), como foi dito anteriormente, foram encontrado em comum com a amostra da aroeira. Entre os compostos nas amostras de pimenta rosa, quatro são classificados como monoterpenos, e sete como sesquiterpenos, e seis de diferentes classes químicas, como, terpenoides álcool, fenóis, acetato, éster.

O composto 3-careno, e o α -Muurolene, e o β -pineno, são frequentemente encontrados na literatura referente a pimenta rosa (COLE, 2008; SANTANA et al., 2013). Segundo Cole, 2008, o 3-careno foi o mais abundante (30,37%) dos monoterpenos, e o muuroleno dos sesquiterpenos (5,34%), que no presente estudo foram encontrados nas concentrações de 26,71% para o 3-careno, e 9,13% para o muuroleno. O β -pineno por sua vez foi encontrado em uma concentração de 8,86%, próximo ao encontrado no trabalho de Santana e autores (2012), na proporção de 9,1%, e diferentemente que o encontrado nos trabalhos de Cole (2008) (0.69%), e Bendaoud e colaboradores (2010) (3.09%) no qual analisou os frutos de *Schinus terebinthifolius* originária do sul da Tunísia.

Os resultados obtidos das duas amostras pertencentes à família Anacardiáceas, demonstraram pouca semelhança no presente trabalho, porém, na literatura diversos autores demonstram compostos semelhantes tanto na *Myracrodruon urundeuva*, como na *Schinus terebinthifolius*. Como os compostos α -pineno, β -pineno, limoneno, cariofileno, e 3-careno, presente nos trabalhos avaliando a pimenta rosa (CLEMENTE, 2006; BARBOSA et al., 2007; COLE, 2008; BENDAOUUD et al., 2010; SANTANA et al., 2012), e nos trabalhos que analisaram a aroeira (AQUINO et al., 2017; ARAUJO, 2017). Assim, o presente trabalho demonstra coerência com os demais trabalhos analisados presente na literatura, seja pelas discordâncias entre qualidades e quantidades, assim como pelas concordâncias,

estas inerentes ao processo de extração, das partes das plantas analisadas, e pelas distintas localidades de coleta destas.

CONCLUSÃO

Observamos que o método de MEFS – HP foi eficiente na extração de compostos voláteis das sementes de pimenta rosa, e aroeira do sertão, sendo encontrados e identificados no total 26 compostos orgânicos voláteis de diferentes classes químicas, como: terpenoides, ácidos carboxílicos, e cetonas. Os compostos β -pineno e cariofileno foram os únicos encontrados em comum no presente estudo.

A técnica cromatográfica empregada foi eficiente no processo de separação dos compostos orgânicos voláteis, e a análise na espectrometria de massas permitiu a identificação desses compostos.

REFERENCIAS

AQUINO, N. C. **Aplicação de técnicas espectrométricas e cromatográficas na caracterização de seis tipos químicos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem (aroeira-do-sertão)** / Nayara Coriolano de Aquino. – 2013.

AQUINO, N. C. ARAÚJO, M. R. SILVEIRA, R. E. Intraspecific Variation of the Volatile Chemical Composition of *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. ("Aroeira-do-Sertão"): Characterization of Six Chemotypes; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 28, No. 5, 907-912, 2017.

ARTHUR, C. L.; PAWLISZYN, J. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. *Analytical Chemistry*, v. 62, n. 19, p. 2145–2148, 1 out. 1990. doi: 10.1021/ac00218a019.

ASSUNÇÃO, D. A. da; et al. Caracterização dos compostos voláteis do kiwi empregando-se HS-SPME/CG-MS. *Research, Society and Development*, v. 9, p. e55491110054, 2020. doi: 10.33448/rsd-v9i11.10054

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*, Vol. 75, No. 6, 2010.

Bortolucci, W. de C., de Oliveira, H. L. M., Silva, E. S., Campo, C. F. de A. A., Gonçalves, J. E., Piau Junior, R., Colauto, N. B., Linde, G. A., & Gazim, Z. C. (2019). *Schinus*

terebinthifolius essential oil and fractions in the control of *Aedes aegypti*. *Bioscience Journal*, 35(5). doi: [10.14393/BJ-v35n5a2019-41999](https://doi.org/10.14393/BJ-v35n5a2019-41999)

BOTTI, J. M. C. et al. Preference of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) for volatiles of Bt maize induced by multiple herbivory. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 63, p. 283-289, 2019. doi: [10.1016/j.rbe.2019.09.003](https://doi.org/10.1016/j.rbe.2019.09.003)

BUENO, F. C., et al. Perfil de compostos voláteis de plantas de soja infestadas por múltiplos herbívoros. *Ciências Agrárias: O Avanço da Ciência no Brasil-1*. Guarujá, São Paulo, Brasil, Editora Científica. 2021, cap. 5 p. 101-116. doi: [10.37885/210504616](https://doi.org/10.37885/210504616)

CLEMENTE, A. D. Composição química e atividade biológica do óleo essencial da pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi). Viçosa, UFV. Dissertação (Mestrado em agroquímica). Pós-graduação em agroquímica, Universidade Federal de Viçosa, 2006.

COLE, E.R.; SANTOS, R.B.; JÚNIOR, V. L.; MARTINS, J.D.L.; GRECO, S.J.; CUNHANETO, A. Chemical composition of essential oil from ripe fruit of *Schinus terebinthifolius* Raddi and evaluation of its activity against wild strains of hospital origin. *Brazilian Journal Of Microbiology*, v. 3, n. 45, p.821-828, 2014. doi: [10.1590/S1517-83822014000300009](https://doi.org/10.1590/S1517-83822014000300009)

FRANZIN, M. L. et al. Multiple infestations induce direct defense of maize to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Florida Entomologist*, v. 103, p. 307-315, 2020.

GARCÍA, Y. et al. SPME Fiber Evaluation for Volatile Organic Compounds Extraction from Acerola. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 30, p. 247-255, 2019. doi:[10.21577/0103-5053.20180173](https://doi.org/10.21577/0103-5053.20180173)

GARCÍA, Y. M. et al. Compostos voláteis identificados em Barbados Cherry 'BRS-366 Jaburu'. *Scientific Electronic Archives*, v. 9, n. 3, p. 67-73, 2016. doi: [10.36560/932016352](https://doi.org/10.36560/932016352)

GARCÍA, Y. M. et al. Extração e análise de compostos orgânicos voláteis por SPME-HS e GC-MS – um breve referencial teórico. *Ciências Agrárias: O Avanço da Ciência no Brasil-1*. Guarujá, São Paulo, Brasil, Editora Científica. 2021, cap. 4 p. 68-83. doi: [10.37885/210504640](https://doi.org/10.37885/210504640)

GARCÍA, Y. M. et al. Optimization of extraction and identification of volatile compounds from *Myrciaria floribunda*. *Revista Ciência Agronômica*, v. 52, n. 3, e20207199, 2021. doi: [10.5935/1806-6690.20210031](https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210031)

MARIANO, A. P. X. et al. Analysis of the chemical profile of cerrado pear fixed compounds by mass spectrometry with paper spray and volatile ionization by SPME-HS CG-MS. *Research, Society and Development*, v. 9, p. e949998219-22, 2020. doi: [10.33448/rsd-v9i9.8219](https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8219)

MAZZINGHY, A. C. C., et al. Análise de mostos de variedades de uvas do Rio Grande do Sul por microextração em fase sólida. Ciências Agrárias: O Avanço da Ciência no Brasil-1. Guarujá, São Paulo, Brasil, Editora Científica. 2021, cap. 5 p. 84-100. doi: 10.37885/210504615

NASCIMENTO, P. T. et al. Response of *Trichogramma pretiosum* females (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to herbivore-induced Bt maize volatiles. Arthropod-Plant Interactions, v. 1, p. 1, 2021. doi:10.1007/s11829-020-09801-5

NASCIMENTO, P. T., et al. Olfactory response of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to volatiles induced by transgenic maize. Bulletin of Entomological Research. p. 1–14. 2021. doi: 10.1017/S0007485321000341.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. H. et al. CG-MS/SPME as a Complimentary Tool to Histochemistry in the Study of the Influence of Water Regime on the Physiology of *Callistemon viminalis*. Revista Virtual de Química, v. 12, p. 949-958, 2020. doi: 10.21577/1984-6835.20200076

PEREIRA, D. T. V., et al. Perfil de compostos voláteis de um novo estilo de cerveja. . Ciências Agrárias: O Avanço da Ciência no Brasil-1. Guarujá, São Paulo, Brasil, Editora Científica. 2021, cap. 11 p. 291-308. doi: 10.37885/210504810

RAMOS, A. L. C. C. et al. Chemical profile of *Eugenia brasiliensis* (Grumixama) pulp by PS/MS paper spray and SPME-GC / MS solid-phase microextraction. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. 318974008, 2020. doi: 10.33448/rsd-v9i7.4008

RAMOS, S. A. et al. Desenvolvimento e caracterização do perfil de compostos voláteis de casquinha de sorvete produzida com farinha da casca e amêndoa de manga Tommy Atkins. Research, Society and Development, v. 10, p. e11310313006, 2021. doi: 10.33448/rsd-v10i3.13006

RAMOS, S. A., et al, Desenvolvimento e caracterização do perfil de compostos voláteis de casquinha de sorvete produzida com farinha da casca e amêndoa de manga Tommy Atkins. Research, Society and Development, v. 10, n. 3, p. 1-10, 2021a. doi: 10.33448/rsd-v10i3.13006

RAMOS, S. A., et al. Caracterização físico-química, microbiológica e da atividade antioxidante de farinhas de casca e amêndoa de manga (*Mangifera indica*) e sua aplicação em brownie. Research, Society and Development, v. 10, n. 2, p. 1-17, 2021b. doi: 10.33448/rsd-v10i2.12436

ROCHA, D. D. D. et al. *Headspace in situ* para extração de voláteis em plantas de soja infestada por múltiplos herbívoros. Científica (Jaboticabal Online), v. 47, p. 358-363, 2019. doi: 10.15361/1984-5529.2019v47n4p358-363

RODRIGUES, D. B. et al. Caracterização de compostos voláteis e compostos bioativos da polpa e geleia de cagaita por microextração em fase sólida no modo *headspace*

e espectrometria de massa por *paper spray*. Research, Society and Development, v. 10, p. e25610111735, 2021. doi: 10.33448/rsd-v10i1.11735.

Santana JS, Sartorelli P, Guadagnin RC, Matsuo AL, Figueiredo CR, Soares MG, da Silva AM, Lago JH. Essential oils from *Schinus terebinthifolius* leaves - chemical composition and in vitro cytotoxicity evaluation. Pharm Biol. 2012 Oct;50(10):1248-53. doi: 10.3109/13880209.2012.666880. Epub 2012 Aug 8. PMID: 22870865.

SANTOS, B. O. et al. Optimization of extraction conditions of volatile compounds from pequi peel (*Caryocar brasiliense* Camb.) using HS-SPME. Research, Society and Development, v. 9, p. 919974893-9199735011, 2020. doi: 10.33448/rsd-v9i7.4893

SILVA, C. J. et al. Water Stress-Induced Changes in the Physiology of *Callistemon viminalis*, Essential Oil Composition and Predicted Biological Activity. Advances in Agricultural and Life Sciences 5. Zittau Germany, Weser Books. 2021, cap. 7, p. 125-149.

SILVA, L.V.; CONSTANCIO, S.C.M.; MENDES, M.F.; COELHO, G.L.V. Extração do óleo essencial da pimenta rosa (*Shinus molle*) usando hidrodestilação e soxhlet. Anais do VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. VI COBEQ, Campinas, 2005.

SILVA, M. R. et al. Determination of Chemical Profile of *Eugenia dysenterica* Ice Cream Using PS-MS and HS-SPME/CG-MS. Química Nova, v. 44, p. 129-136, 2020. doi: 10.21577/0100-4042.20170680

SILVA, M. R. et al. Evaluation of the Influence of Extraction Conditions on the Isolation and Identification of Volatile Compounds from Cagaita (*Eugenia dysenterica*) Using HS-SPME/GC-MS. Journal of the Brazilian Chemical Society, v. 30, p. 379-387, 2019. Doi: 10.21577/0103-5053.20190002

SILVA, P. R., et al. Avaliação biométrica e físico-química e estudo do perfil químico da *Eugenia dysenterica*. O Avanço da Ciência no Brasil-1. Guarujá, São Paulo, Brasil, Editora Científica. 2021, cap. 23 p. 366-388. doi: 10.37885/210504545

VIANA, I. T. S. et al. Characterization and evaluation of volatile compounds of *Vitis labrusca* wort from the region of Bento Gonçalves-RS using solid phase microextraction and gas chromatography for three grape varieties. African Journal of Agricultural Research, v. 13, p. 1128-1135, 2018. doi: 10.5897/AJAR2017.12883