

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIANA SARDI FERNANDES

CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES QUÍMICOS DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Eugenia uniflora L. PARA USO NA MEDICINA POPULAR

CURITIBA

2024

JULIANA SARDI FERNANDES

CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES QUÍMICOS DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Eugenia uniflora L. PARA USO NA MEDICINA POPULAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito à obtenção do título de grau
acadêmico em Agronomia, pelo Curso de
Graduação de Agronomia, Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr Cícero Deschamps

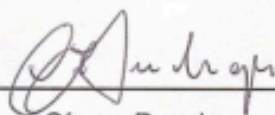
CURITIBA
2024

TERMO DE APROVAÇÃO

JULIANA SARDI FERNANDES

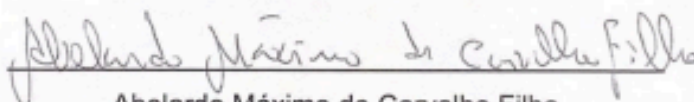
CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES QUÍMICOS DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Eugenia uniflora* L. PARA USO NA MEDICINA POPULAR

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheira Agrônoma no Curso de Graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



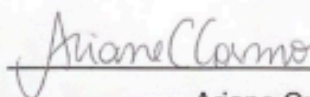
Cícero Deschamps

Departamento de Fitossanitarismo e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias



Abelardo Máximo de Carvalho Filho

Departamento de Fitossanitarismo e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias



Ariane Cristina Cosmo

Departamento de Fitossanitarismo e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias

Curitiba, 05 de dezembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente às minhas duas maiores inspirações, a minha mãe, Luci Mara Marson Sardi que sempre me ensinou a valorizar as boas oportunidades que me proporcionaram chegar até este presente momento, e a minha irmã, Giovanna Sardi Fernandes que sempre me apoiou nos momentos que mais precisei, me incentivou e mostrou o melhor caminho, me motivando a seguir em frente e concluir este longo percurso de graduação.

Agradeço também a Universidade Federal do Paraná e aos professores que contribuíram para a minha formação no curso de Agronomia. Em especial ao Professor Dr. Cícero Deschamps pela orientação e conhecimentos passados. Aos profissionais do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, principalmente, ao Roger Raupp Cipriano pelo grande auxílio e conhecimentos transmitidos. Ao Sr. Lorival, técnico de campo da Área de Plantas Aromáticas e Medicinais da Fazenda Experimental Canguiri, pela ajuda nas atividades ocorridas na Fazenda.

Também agradeço a todos os servidores do Departamento de Fitossanitarismo e Fitossanidade, que me ajudaram durante o experimento do meu trabalho de conclusão de curso.

Por fim, agradeço a todos os colegas e grandes amigos que conheci e que participaram da minha trajetória acadêmica e profissional, e que contribuíram para o meu crescimento intelectual.

RESUMO

Na medicina não convencional alternativas vêm sendo estudadas para contribuir para o tratamento de doenças e injúrias no corpo humano, em vista disso, os óleos essenciais vêm contribuindo para trazer soluções que beneficiam o organismo humano, instigando o interesse da indústria de cosméticos e farmacêutica. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo principal estimular a verificação da capacidade medicinal dos principais compostos químicos encontrados no óleo essencial de *Eugenia uniflora*, de 11 genótipos estudados. As plantas utilizadas para o estudo são da Fazenda Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os ramos das árvores foram coletados no mês de abril de 2024. A extração do óleo essencial foi pelo método da hidrodestilação, com duração de 4 horas, realizado em triplicata para obter a integridade das informações. A composição do óleo essencial foi determinada por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (GC/MS). Durante a avaliação da composição dos óleos essenciais dos diferentes genótipos avaliados, foi possível constatar variabilidade química, sendo detectados três constituintes químicos (perfis cromatográficos) diferentes. Os resultados dos testes analisados mostram variação de 0,42 a 1,13% no teor de óleo essencial, sendo identificados 63 compostos, com predominância de sesquiterpenos oxigenados.

Palavras-chave: Bioativos; Fitoterápicos; Hidrodestilação; Pitangueira.

ABSTRACT

In unconventional medicine, alternatives have been studied to contribute to the treatment of diseases and injuries in the human body. In this context, essential oils have been offering solutions that benefit the human organism, instigating the interest from the cosmetics and pharmaceutical industries. In view of this, the main objective of this work was to stimulate the verification of the medicinal capacity of the main chemical compounds found in the essential oil of *Eugenia uniflora*, across 11 genotypes studied. The plants used for the study are from the Canguiri Experimental Farm of the Federal University of Paraná (UFPR). The tree branches were collected in April 2024. The essential oil was extracted using the hydrodistillation method, lasting 4 hours, carried out in triplicate to obtain the integrity of the information. The composition of the essential oil was determined through gas chromatography coupled to a mass spectrometer (GC/MS). During the analysis of the composition of essential oils from the different genotypes evaluated, it was possible to observe chemical variability, with three different chemical constituents (chromatographic profiles) being detected. The results of the analyzed tests showed variations in essential oil content ranging from 0,42% to 1,13%, with 63 compounds identified, with a predominance of oxygenated sesquiterpenes.

Keywords: Bioactives; Phytotherapeutics; Hydrodistillation; Pitangueira.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL DE 11 GENÓTIPOS DE FOLHAS DE *Eugenia uniflora*. COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) = 11,22%. COLUNAS COM AS MESMAS LETRAS NÃO DIFEREM ESTATISTICAMENTE PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT A 5% DE PROBABILIDADE.....20
- FIGURA 2 – ANÁLISE DE CLUSTERS BASEADA NOS PRINCIPAIS COMPOSTOS DE ÓLEO ESSENCIAL DE 11 GENÓTIPOS DE *Eugenia uniflora*, OBTIDA PELO MÉTODO UPGMA.....21
- FIGURA 3 – ESTRUTURA QUÍMICA DO SESQUITERPENÓ OXIGENADO 6-ETENIL-6-METIL-3,5-DI(PROP-1-EN-2-IL)CICLOEXEN-2-1-ONA, RECENTEMENTE DESCRITO E IDENTIFICADO EM ÓLEO ESSENCIAL DE *Eugenia uniflora*.....22
- FIGURA 4 – CROMATOGRAMA DO GRUPO 1 COMPOSTO PELO GENÓTIPO A5.....25
- FIGURA 5 – CROMATOGRAMA DO GRUPO 2 COMPOSTO PELOS GENÓTIPOS A2, A6, A7, A8 E A9.....26
- FIGURA 6 – CROMATOGRAMA DO GRUPO 3 COMPOSTO PELOS GENÓTIPOS A1, A3, A4, A10 E A11.....26

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE GENÓTIPOS DE <i>Eugenia uniflora</i> | 23 |
|--|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA..... | 11 |
| 1.2 CONTEXTO E PROBLEMA..... | 12 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 12 |
| 1.3.1 Objetivo geral..... | 12 |
| 1.3.2 Objetivo específico..... | 13 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 13 |
| 2.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DA <i>Eugenia uniflora</i> | 13 |
| 2.2 ÓLEOS ESSENCIAIS..... | 14 |
| 2.2.1 Definição e composição..... | 14 |
| 2.2.2 Local de armazenamento e métodos de extração..... | 14 |
| 2.2.3 Usos e importância econômica..... | 15 |
| 2.2.4 Óleos essenciais de <i>Eugenia uniflora</i> | 16 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 17 |
| 3.1 COLETA DO MATERIAL..... | 17 |
| 3.2 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DO ÓLEO ESSENCIAL..... | 17 |
| 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 18 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 19 |
| 4.1 TEOR E COMPOSIÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS..... | 19 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 28 |
| REFERÊNCIAS..... | 29 |

1 INTRODUÇÃO

Óleos essenciais são substâncias complexas formadas por compostos orgânicos voláteis que são gerados pelas plantas como produtos do metabolismo secundário, que desempenham funções ecológicas e biológicas importantes, como proteger contra microorganismos patogênicos, repelir herbívoros, atrair polinizadores e permitir a comunicação com outras plantas e organismos ao redor (ZUZARTE; SALGUEIRO, 2015).

Os óleos essenciais são constituídos, principalmente, pela classe dos terpenos e fenóis, que variam em concentração e tipo conforme a espécie vegetal e método de extração do óleo (BIASI; DESCHAMPS, 2009). Estruturados predominantemente por hidrocarbonetos, como monoterpenos e sesquiterpenos, que são moléculas pequenas, voláteis e de baixo peso molecular, os óleos essenciais apresentam facilidade em evaporar e se difundir no ambiente, sendo uma propriedade essencial para uso aromático e também medicinal (BAKKALI et al., 2008). Com a capacidade de volatilização e o baixo peso molecular, há facilidade na absorção desses compostos pelas vias respiratórias e pele, contribuindo na comprovação da atuação terapêutica e farmacológica dos óleos essenciais (BAKKALI et al., 2008).

Dentre as funções bioativas que os óleos essenciais proporcionam para o organismo humano, as principais são: antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes (ADORJAN; BAUCHBAUER, 2010). Devido a essas propriedades e o fator aromático, os óleos essenciais chamam a atenção da indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia, principalmente, por promoverem benefícios à saúde (SACHIN et al., 2016).

Considerada uma espécie de planta medicinal e aromática a *Eugenia uniflora*, popularmente conhecida como pitangueira ou pitanga, é uma espécie pertencente à família Myrtaceae, que tem capacidade de produzir óleo essencial extraído de suas folhas (ASSIS et al., 2020). Seu óleo essencial vem sendo utilizado pela medicina popular, principalmente, como anti-inflamatório, antirreumático e relaxante, para alívio de dores reumáticas, febre e problemas gastrointestinais (SCHAPOVAL et al., 1994).

O óleo essencial de pitanga possui diversos componentes químicos. Neste trabalho é possível observar três componentes químicos principais nos óleos

essenciais dos genótipos estudados, sendo eles germacreno D, 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona e biciclogermacreno, que ressaltam a função medicinal da espécie. Esses compostos são sesquiterpenos, oxigenados e não-oxigenados, onde o composto germacreno D é um hidrocarboneto que contém características lipofílicas marcantes, contribuindo para atuar em funções antimicrobianas (BURT, 2004), o componente 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona é um sesquiterpeno oxigenado, recentemente descoberto por Sciarrone et al. (2019), com atividades antioxidantes e antimicrobianas ainda a serem estudadas, e o biciclogermacreno é um componente com moléculas bioativas pertinentes que conferem potencial inseticida, antioxidante e atividades de alelopatia (MARAL, 2014).

1.1 JUSTIFICATIVA

A pitanga é considerada uma planta nativa da América do Sul, com ocorrência natural no Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai (MAZINE et al., 2020). No Brasil, sua ocorrência é mais significativa por conta das regiões subtropicais e tropicais, onde há condições de clima e solo propícios para o seu desenvolvimento (LAHAV; SLOR, 1997). A *Eugenia uniflora* tem capacidade de se adaptar a diferentes tipos de formação vegetal, sendo encontrada nos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Pampa, do Brasil (Flora do Brasil, 2017).

Essa espécie possui alta capacidade de produção de óleo essencial, que é extraído das folhas da planta, na busca de obter seus compostos químicos que possuem propriedades benéficas para o organismo humano. Além do óleo essencial, há extratos, chás e infusões de pitanga que também promovem o bem-estar geral e ajudam as pesquisas a validar cientificamente o uso da pitangueira como planta medicinal (MOURA et al., 2018).

Diante do exposto, no Brasil, essa espécie possui relevância econômica por ser amplamente utilizada, tanto na agricultura familiar quanto na produção em maior escala. Além do seu óleo essencial e dos outros derivados que contribuem para tratamento com fitoterápicos, os frutos da pitanga são altamente comercializados, podendo ser consumidos in natura ou como sucos, geleias, licores e outros. Essa diversidade de aplicações, incentiva o interesse de investir economicamente na

produção da *Eugenia uniflora* e no processamento e comercialização dos seus produtos (FERREIRA et al., 2016).

1.2 CONTEXTO E PROBLEMA

Nas últimas décadas ocorreu o aumento de doenças alérgicas e crônicas adquiridas por fatores ambientais e mudanças no estilo de vida. A redução da exposição a microrganismos na infância podem contribuir com falhas no desenvolvimento de um sistema imunológico adequado, favorecendo o surgimento de doenças alérgicas e autoimunes (OKADA; KUHN; FEILLET; BACH, 2010).

Com o aumento de doenças e outras injúrias associadas a processos inflamatórios, medidas para reduzir e combater esses problemas vêm sendo investigadas. Algumas medidas são mais extremas, como a imunoterapia, e outras são medidas menos agressivas, como tratamentos terapêuticos utilizando plantas medicinais e fitoterápicos.

Há ainda a questão dos medicamentos sintéticos terem altos custos, não promoverem sempre resultados satisfatórios, possuírem contraindicações, gerando sintomas adversos que podem causar riscos aos consumidores, que tem levado a busca por tratamentos alternativos (BRUNING et al., 2012).

Portanto, analisar sobre os efeitos dos produtos advindos de plantas medicinais, como óleos essenciais, no corpo humano, e estudar sobre seus componentes químicos para formular técnicas de tratamentos terapêuticos, podem contribuir para comprovar eficácia e segurança no uso de produtos de plantas medicinais, para combater os efeitos negativos causados por doenças, buscando melhorar e dar conforto e qualidade de vida.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Para estudar os benefícios dos óleos essenciais para medicina popular, este trabalho tem como objetivo caracterizar a produção de óleos essenciais de genótipos de pitangueira e instigar estudos que buscam identificar a capacidade e eficácia dos compostos químicos dos óleos essenciais para atuar na saúde humana.

1.3.2 Objetivo Específico

Sendo de extrema importância identificar as funções biológicas e a intensidade dos efeitos do óleo essencial da espécie *Eugenia uniflora*, este trabalho teve como principal objetivo determinar o teor de óleo essencial de diferentes genótipos de pitangueira, avaliar a composição do óleo essencial e identificar a presença de quimiotipos nos materiais genéticos selecionados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DA *Eugenia uniflora*

Eugenia uniflora, popularmente conhecida como pitangueira ou pitanga, é uma espécie pertencente à família Myrtaceae, caracterizada por ser uma planta arbustiva densa, medindo de 2 a 4 metros, ou arbórea de pequeno porte, podendo atingir de 6 a 9 metros de altura (BEZERRA et al., 2018).

A copa da pitangueira é densa, arredondada e ramificada, apresentando forma globosa ou levemente cônica, possuindo em média de 3 a 6 metros de diâmetro. Suas folhas possuem formato oval a elíptico, variando de 3 a 5 centímetros de comprimento e 1,5 a 3 centímetros de largura, são simples, opostas, de textura coriácea e aromáticas, contendo coloração verde intensa nas folhas velhas e avermelhada nas folhas novas. As flores são brancas, pequenas, hermafroditas, com 4 a 5 pétalas, com grande número de estames longos e finos que atraem polinizadores e promovem aspecto frágil e ornamental. Os frutos são bagas globosas e sulcadas, de polpa carnosa, comestível, podendo ser de coloração amarela, vermelha ou roxa, contendo uma ou duas sementes (VILLACHICA et al., 1996; BEZERRA et al., 2018).

Para produção agrícola, a pitangueira pode ser propagada via semente ou estaquia, onde a planta é mantida a uma altura de 2 a 3 metros para facilitar o manejo e condução. Manter a planta bem conduzida e com menor porte, contribui para coleta dos ramos para produção de óleo essencial e também para obter crescimentos vigorosos, permitindo que os recursos da planta sejam bem direcionados para a produção dos frutos (VILLACHICA et al., 1996).

2.2 ÓLEOS ESSENCIAIS

2.2.1 Definição e composição

Segundo Biasi e Deschamps (2009), os óleos essenciais são definidos como misturas complexas de compostos voláteis extraídos de plantas aromáticas, onde esses compostos são, geralmente, constituídos por terpenos, álcoois, ésteres, aldeídos e cetonas, responsáveis pelos aromas característicos das plantas, apresentando diferentes atuações, especialmente em práticas terapêuticas e medicinais.

Fitoterápicos são considerados produtos medicinais obtidos exclusivamente de matéria-prima vegetal, que possuem princípios bioativos capazes de promover efeitos terapêuticos, como alcalóides, flavonoides, terpenos e taninos, que atuam sinergicamente para proporcionar efeitos medicinais (BRUNING et al., 2012).

Logo, os óleos essenciais se enquadram como fitoterápicos por serem extraídos de partes específicas das plantas que contêm compostos voláteis com propriedades farmacológicas comprovadas, ampliando o espectro de aplicações terapêuticas na medicina tradicional e na farmacologia moderna (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2005).

2.2.2 Local de armazenamento e métodos de extração

Segundo Maffei (2010), os óleos essenciais são geralmente produzidos e armazenados em estruturas especializadas das plantas, como glândulas secretoras, tricomas glandulares, cavidades, ductos e canais oleíferos. Cada estrutura varia conforme a espécie vegetal e a parte da planta que se localiza, podendo ser nas folhas, flores, frutos, sementes, caule ou raízes (GEROMINI et al., 2012; MAIA, DONATO, FRAGA, 2015). Essa diversidade de estruturas, auxiliam a planta a se adaptar, repelir e proteger contra herbívoros e patógenos, como também contribui para atrair polinizadores e outros insetos benéficos (CARVALHO, 2023).

A extração do óleo essencial pode ser realizada por diferentes métodos, como por exemplo, hidrodestilação, arraste a vapor, extração com solventes voláteis, extração com fluido supercrítico e prensagem. O melhor método é escolhido de

acordo com as características do material vegetal, do tipo de composto desejado e da qualidade pretendida (SIMÕES et al., 2003; ASBAHANI et al., 2015).

Sendo alguns materiais vegetais mais sensíveis e delicados do que outros, precisam passar por métodos de extração que não comprometam a integridade do óleo essencial. De acordo com Asbahani et al. (2015), plantas que contêm compostos termossensíveis podem sofrer degradação devido às altas temperaturas aplicadas durante a extração. Para esses casos, métodos como a extração com solventes voláteis ou com dióxido de carbono supercrítico são mais recomendadas por utilizarem condições menos agressivas no processo de extração, preservando a integridade dos compostos (ASBAHANI et al., 2015).

Já a hidrodestilação, que é considerada um método tradicional com ampla utilização para extrair óleos essenciais de plantas aromáticas, implica na imersão do material vegetal em água, em alta temperatura, tornando a prática não recomendada para extrair óleo essencial de materiais vegetais sensíveis ao calor (ASBAHANI et al., 2015).

Na hidrodestilação o calor rompe as células da planta, liberando os compostos voláteis que são carregados pelo vapor para uma área de condensação, onde esse vapor passa para o estado líquido novamente, e como os compostos possuem peso molecular diferentes, é possível separar o óleo essencial dos outros elementos (BIASI; DESCHAMPS, 2009; ASBAHANI et al., 2015).

2.2.3 Usos e importância econômica

As plantas aromáticas e medicinais têm origens antigas, onde seu uso foi relatado em diversas culturas no decorrer de vários anos ao longo da história da humanidade. As civilizações egípcias, chinesas e indianas, por exemplo, já utilizavam essas plantas para fins terapêuticos, espirituais e cosméticos (ALI et al., 2015).

De acordo com Bruning et al. (2012), as plantas medicinais possuem alta importância econômica devido à sua crescente utilização em medicamentos fitoterápicos, cosméticos, entre outros produtos de saúde e bem-estar. Além do interesse de ser uma fonte natural, o aumento da preocupação relacionada com o uso de potenciais substâncias que possam causar efeitos danosos, também

estimulam a busca pela utilização de produtos como os óleos essenciais (REISCHE et al., 1998).

As plantas medicinais desempenham papel importante em economias agrícolas de regiões tropicais, onde várias plantas aromáticas são cultivadas para a extração de óleos essenciais, impulsionando o desenvolvimento rural e o comércio global de produtos naturais (LÓPEZ, 2006). Mas também vêm sendo responsáveis pela diversificação significativa de renda para agricultura familiar e comunidades locais, principalmente em países com rica biodiversidade, como o Brasil (BRUNING et al., 2012).

Além disso, as plantas medicinais movimentam o setor de pesquisa e desenvolvimento para criação de novos produtos, gerando valor econômico em mercados nacionais e internacionais e contribuindo para o desenvolvimento sustentável e o fortalecimento da economia rural (BRUNING et al., 2012).

2.2.4 Óleos essenciais de *Eugenia uniflora*

O óleo essencial de *Eugenia uniflora* possui diversas propriedades medicinais por ter em sua composição compostos bioativos, que demonstram atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes e antitumorais (MOURA et al., 2018).

Segundo o estudo de Victoria et al. (2012), o óleo essencial *Eugenia uniflora* demonstrou atividade antioxidante significativa nos resultados laboratoriais, devido a presença de compostos fenólicos e outros antioxidantes naturais que podem neutralizar radicais livres. Seus resultados indicaram que o óleo essencial de pitanga possui potencial terapêutico para uso em produtos cosméticos e farmacêuticos, ajudando na prevenção do envelhecimento celular e na proteção contra danos oxidativos.

Outros estudos como o de Costa et al. (2020) também determinam e comprovam as características antidepressivas, antinociceptivas, leishmanicidas, larvicidas, antioxidantes, antibacterianas e antifúngicas dos óleos essenciais de *Eugenia uniflora*.

Com base no estudo de Mesquita et al. (2017) e Costa et al. (2010) demonstram que também há diferença na composição dos óleos essenciais extraído das folhas de *Eugenia uniflora* por conta dos diferentes biótipos de frutos, onde os

biótipos de pitanga amarela, vermelha e roxa atribuem diferentes quimiotipos aos óleos essenciais da espécie, contribuindo para correlacionar a composição química desses biótipos às suas propriedades farmacológicas, colaborando para a exploração racional e econômica da espécie *Eugenia uniflora* (COSTA et al., 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 COLETA DO MATERIAL

O material utilizado para o experimento foi coletado na Fazenda Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizada no município de Pinhais-PR, situada a 25°23'30" S e 49°07'30" W, a 920 metros de altitude. O clima da região é considerado temperado úmido, sendo classificado como Cfb pelo sistema de classificação climática de Köppen (KÖPPEN, 1931).

Na área de plantas medicinais da estação experimental foram extraídos ramos de 11 genótipos distintos, de matrizes desconhecidas, localizadas em 2 fileiras de plantio. Os galhos foram coletados com auxílio de tesoura de poda de ambos os lados da fileira de plantio, contendo ramos velhos e novos. O material foi devidamente identificado e transportado para o Setor de Ciências Agrárias, da UFPR, localizado em Curitiba-PR, onde as folhas foram destacadas dos galhos e espalhadas sobre as bancadas do Laboratório de Ecofisiologia, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, do Campus Agrárias, para secagem natural, durante um período de 48 horas.

3.2 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DO ÓLEO ESSENCIAL

Após a secagem em temperatura ambiente do material vegetal, iniciou-se o processo de extração do óleo por hidrodestilação, que foi realizada em triplicata (3 repetições de extração), feitas em dias diferentes, gerando um total de 33 extrações de óleo essencial de pitanga. A extração do óleo teve duração de 4 horas, em aparelho de destilação Clevenger, com aproximadamente 60 a 100 gramas de folhas em cada balão de vidro, contendo 1 litro de água destilada.

Para determinar o teor de óleo essencial foi realizada a análise de massa seca, onde foram separadas aproximadamente 10 gramas de cada amostra para

secagem em estufa a temperatura de 52°C para determinar o teor de umidade de cada amostra.

Além do óleo essencial, a hidrodestilação também gera hidrolato como produto (BIASI; DESCHAMPS, 2009), que precisa ser separado do óleo, para obter o óleo essencial puro, essa separação foi realizada com auxílio de pipeta volumétrica eletrônica e o óleo essencial extraído foi armazenado em eppendorf e guardado no freezer a -20°C, para iniciar as análises nos dias subsequentes.

Para prosseguir com a identificação e quantificação dos componentes químicos, as amostras de óleo essencial foram descongeladas, levemente aquecidas em banho maria elétrico, a 30°C, por aproximadamente 2 minutos. Em seguida, foi realizada a diluição do óleo essencial em hexano, onde para cada 10 microlitros de óleo essencial, havia 990 microlitros de hexano. Para auxiliar na diluição também foi utilizado pipeta volumétrica eletrônica.

Logo após, uma alíquota de 1 microlitro da solução diluída foi injetada em um cromatógrafo gasoso acoplado em espectrômetro de massas (GC/MS). O injetor do cromatógrafo permaneceu a uma temperatura de 250°C. Para separar os constituintes foi utilizado a coluna capilar HP-5MS (30m x 0,25mm x 0,25µm) e gás hélio como carreador (1 mL/min). Foi programada a temperatura do forno, para seguir de forma crescente, iniciando com uma temperatura de 60°C e indo até a uma temperatura de 240°C, possuindo alteração de 3°C por minuto.

A partir do espectro de massas com banco de dados (Shimadzu, 2010 Plus) e dos índices de retenção linear, foi possível identificar os constituintes químicos. Os índices de retenção linear foram calculados a partir da injeção de uma série homóloga de n-alcanos (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963) e em seguida foi comparado com os dados da literatura (ADAMS, 2017). Durante a quantificação dos compostos foi utilizado um cromatógrafo gasoso com detector de ionização de chamas (DIC), utilizando o hidrogênio como gás carreador (1,5 mL/min). A composição percentual foi obtida pela integração eletrônica do sinal do DIC, junto com a divisão da área de cada componente pela área total (%).

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado o programa estatístico SISVAR versão 5.6. (SILVA; AZEVEDO, 2016). Para a determinação da similaridade química dos genótipos foi utilizado o

método de análise de cluster hierárquica (HCA) pelo software R versão 3.4.1 (R CORE TEAM, 2014), com base na distribuição dos constituintes selecionados na análise dos principais componentes (PCA). Para o teor de óleo essencial, as variâncias passaram pelo teste de Bartlett para verificar se as amostras são homogêneas, e médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

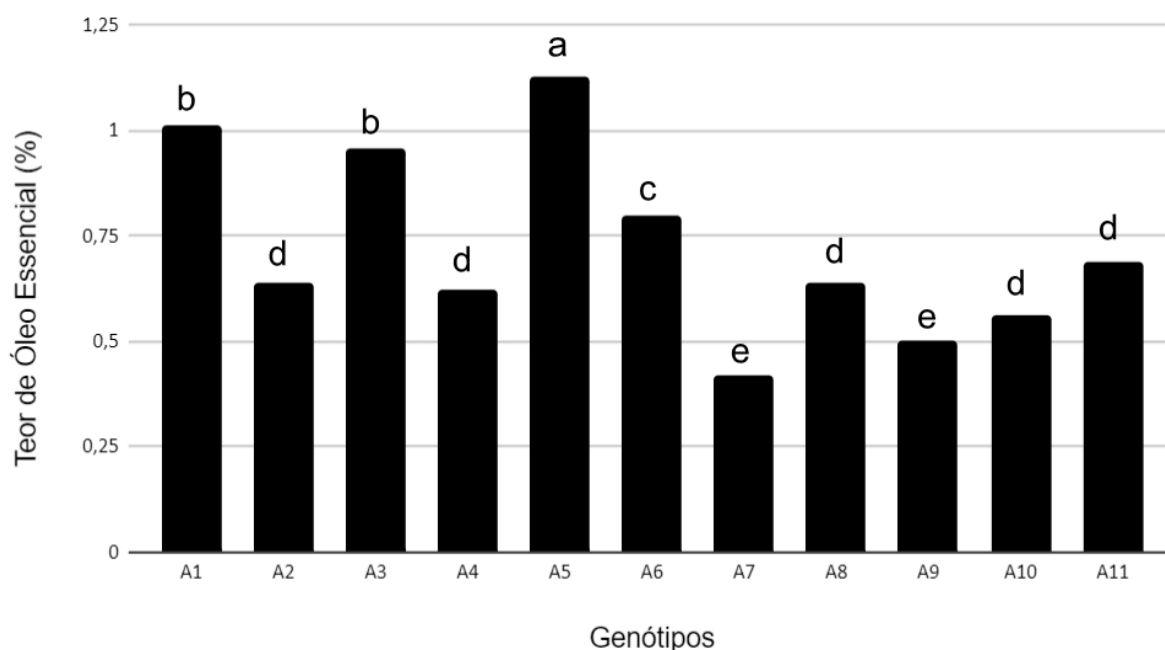
4.1 TEOR E COMPOSIÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Todos os genótipos de *Eugenia uniflora* estudados apresentaram óleo essencial. O teor de óleo variou de 0,42 a 1,13%, com média igual a 0,72% (FIGURA 1). Teores acima de 1% em média de óleo essencial foram obtidos nos genótipos A1 e A5.

O teor de óleo essencial foi considerado superior se comparado aos estudos de Silva et al. (2018) e Rodrigues et al. (2013) que obtiveram, respectivamente, 0,51% e 0,3% de média de rendimento de óleo essencial de *Eugenia uniflora*. Mas foi considerado inferior se comparado ao estudo de Costa et al. (2020) onde a média do rendimento de óleo essencial variou de 0,8% a 3,1%. E ainda, considerado inferior se comparar com outros estudos utilizando outras espécies, como por exemplo, a espécie *Pterodon emarginatus* (sucupira), da família Fabaceae, utilizada no estudo de Ferreira et al. (2014), que extraíram o óleo essencial a partir das sementes, pelo método da hidrodestilação, obtendo rendimento de 1,25%, que foi considerado baixo em relação ao estudo de Dutra et al. (2008) que utilizou da mesma espécie e mesmo método de extração, conseguindo rendimento de 3,9%.

Obteve-se um total de 63 compostos identificados nas amostras de óleos essenciais de *Eugenia uniflora*, totalizando em média 92,57% dos compostos identificados nos 11 genótipos estudados. A maioria dos constituintes são sesquiterpenos oxigenados (TABELA 1), o que também vêm sendo relatado por outros autores (GALLUCCI et al., 2010; CHANG et al., 2011; RODRIGUES et al., 2013; ASSIS et al., 2020).

FIGURA 1 - TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL DE 11 GENÓTIPOS DE FOLHAS DE *Eugenia uniflora*. COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) = 11,22%. COLUNAS COM AS MESMAS LETRAS NÃO DIFEREM ESTATISTICAMENTE PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT A 5% DE PROBABILIDADE.



FONTE: A autora (2024)

Na análise PCA os 3 compostos majoritários que apresentaram porcentual superior a 2%, em pelo menos um dos genótipos, foram germacreno D, biciclogermacreno e 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona (FIGURA 2).

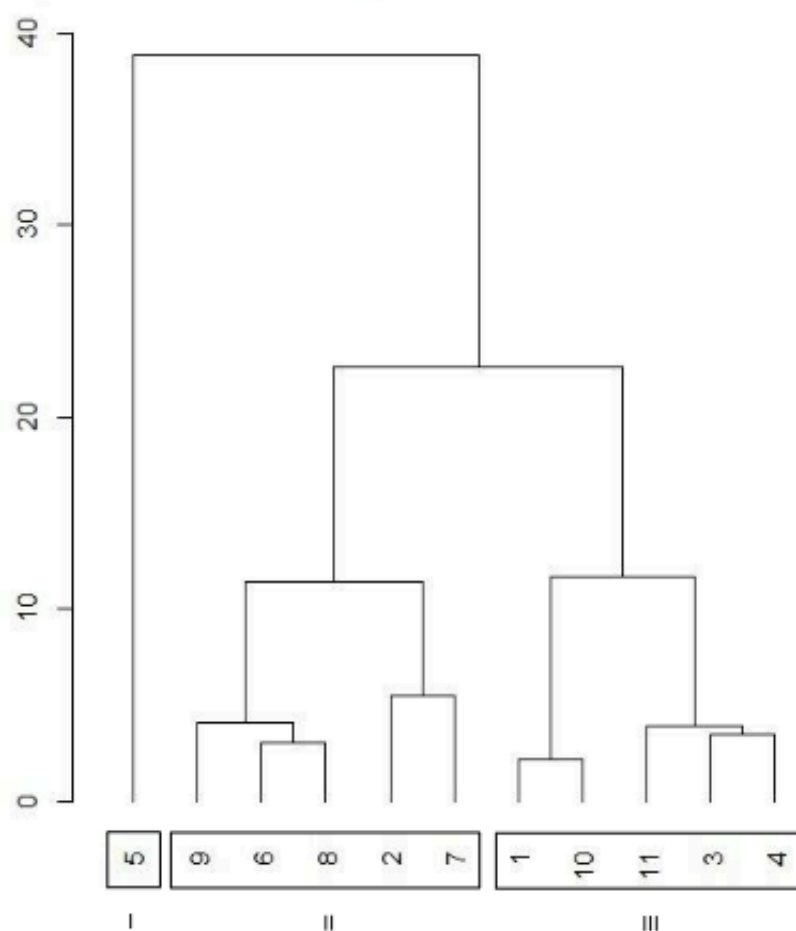
De acordo com Costa et al. (2010) também se obteve como um dos compostos majoritários, de acordo com a análise PCA, o germacreno D, com teor de óleo de 8,7 a 9,0%, que foi analisado na comparação de amostras de biótipos de frutos de pitangueira, sendo esse resultado referente aos frutos de coloração vermelho claro brilhante.

No estudo de Rojas et al. (2022) também se obteve como componente majoritário o biciclogermacreno com 22,38% de teor de óleo essencial, atribuindo a propriedade antifúngica nos resultados do estudo. No estudo de Oliveira et al. (2024) que buscava alternativas de controle de *Spodoptera frugiperda*, também se obteve biciclogermacreno como principal componente, com 18,64%.

E no estudo de Sciarrone et al. (2019), aproximadamente, 35% do óleo essencial de *Eugenia uniflora* possuía o componente 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona, considerado um composto

desconhecido que necessitava passar por avaliações biológicas e testes farmacológicos.

FIGURA 2 - ANÁLISE DE CLUSTERS BASEADA NOS PRINCIPAIS COMPOSTOS DE ÓLEO ESSENCIAL DE 11 GENÓTIPOS DE *Eugenia uniflora*, OBTIDA PELO MÉTODO UPGMA.



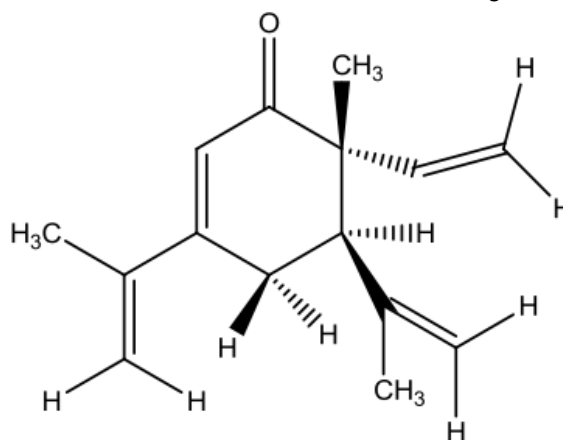
FONTE: A autora (2024)

O grupo I é composto apenas pelo genótipo A5. Comparando entre os 3 padrões, no grupo I (FIGURA 4) foram identificados como compostos mais expressivos (Z)- γ -bisaboleno (2,15%), espatulenol (2,19%), 1-epi-cubenol (3,07%), γ -eudesmol (5,10%), 4-hidroxi-3-metoxi-cinnamaldeído (4,24%) e 7,14-anhidro-amorfa-4,9-dieno (18,19%). No grupo II (FIGURA 5) foram majoritários palustrol (3,42%), 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona (38,14%), 2-epi- β -cedren-3-one (4,39%) e α -cadinol (2,95%). E no grupo III (FIGURA 6) destacaram-se β -elemeno (2,15%), γ -elemeno (2,58%), germacreno D (2,41%),

biciclogermacreno (5,25%), germacreno B (17,54%), β -copaen-4- α -ol (1,73%), eudesm-7(11)-en-4-ol (2,65%).

O composto 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona, sesquiterpeno oxigenado, foi relatado na natureza pela primeira vez por Sciarrone et al. (2019), onde sua estrutura química (FIGURA 3) foi determinada por cromatografia gasosa multidimensional seguida por uma ressonância magnética nuclear (RMN).

FIGURA 3 - ESTRUTURA QUÍMICA DO SESQUITERPENO OXIGENADO 6-ETENIL-6-METIL-3,5-DI(PROP-1-EN-2-IL)CICLOEXEN-2-1-ONA, RECENTEMENTE DESCRITO E IDENTIFICADO EM ÓLEO ESSENCIAL DE *Eugenia uniflora*.



FONTE: SCIARRONE et al. (2019)

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE GENÓTIPOS DE *Eugenia uniflora*.

(continua)

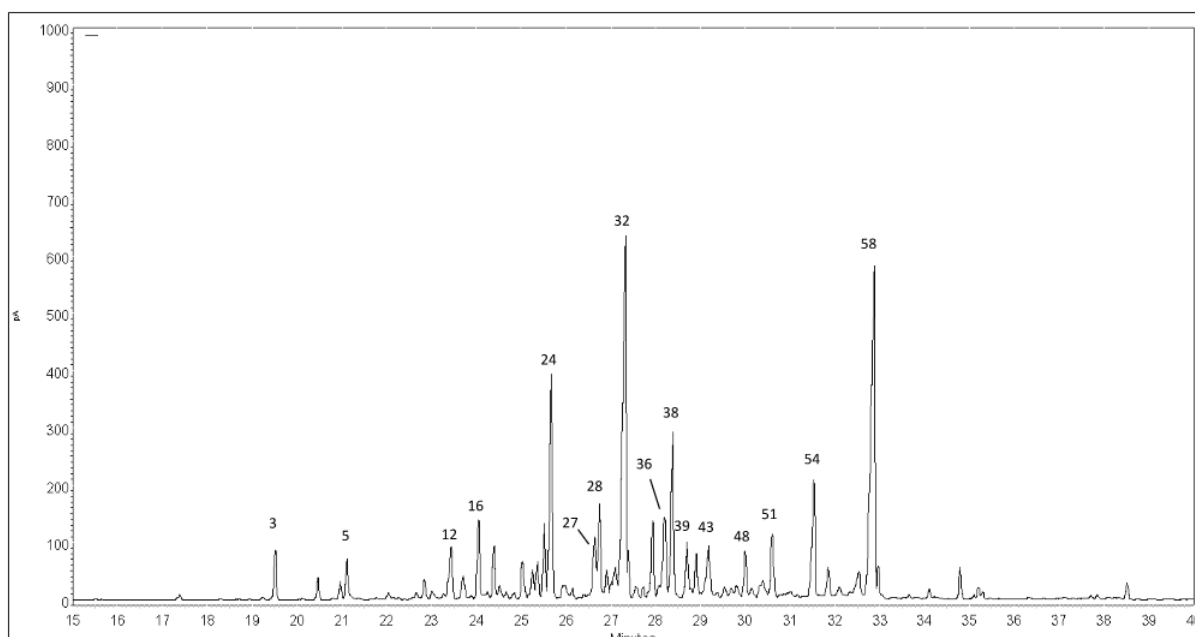
| COMPOSTOS | IRC | IRT | GENÓTIPOS | | | | | | | | | | |
|---|------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 |
| Sesquiterpenos | | | 36,86 | 22,00 | 39,59 | 33,21 | 21,16 | 29,57 | 26,10 | 29,00 | 24,71 | 36,99 | 37,30 |
| δ-elemeno | 1333 | 1335 | 0,32 | 0,14 | 0,28 | 0,26 | 0,14 | 0,21 | 0,17 | 0,21 | 0,20 | 0,30 | 0,30 |
| α-copaeno | 1380 | 1374 | 0,12 | 0,11 | 0,13 | 0,11 | | 0,09 | 0,12 | | | | |
| β-elemeno | 1387 | 1389 | 2,21 | 1,93 | 2,77 | 1,90 | 1,24 | 2,03 | 1,94 | 1,89 | 1,29 | 2,13 | 1,71 |
| (E)-cariofileno | 1412 | 1417 | 0,45 | 0,11 | 0,35 | 0,63 | 0,52 | 0,33 | 0,32 | 0,18 | 0,37 | 0,26 | 0,46 |
| γ-elemeno | 1429 | 1434 | 2,05 | 1,63 | 2,93 | 2,74 | 1,08 | 2,20 | 1,67 | 2,07 | 1,52 | 2,27 | 2,89 |
| aromadendreno | 1431 | 1439 | 0,19 | | 0,12 | | | | 0,11 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,18 |
| allo-aromadendreno | 1453 | 1458 | 0,53 | 0,22 | 0,36 | 0,31 | 0,17 | 0,25 | 0,29 | 0,51 | 0,46 | 0,47 | 0,44 |
| β-chamicreno | 1469 | 1476 | 0,39 | 0,32 | 0,51 | 0,34 | 0,26 | 0,50 | 0,53 | 0,36 | 0,21 | 0,45 | 0,37 |
| germacreno D | 1474 | 1480 | 4,29 | 0,48 | 1,95 | 0,71 | 0,57 | 2,03 | 1,52 | 0,66 | 0,83 | 4,01 | 1,11 |
| β-selineno | 1478 | 1489 | 0,29 | 0,38 | 0,50 | 0,42 | 0,35 | 0,37 | 0,48 | 0,31 | 0,21 | 0,37 | 0,28 |
| viridifloro | 1485 | 1496 | | | | | 0,18 | | | | | | |
| biciclogermacreno | 1489 | 1500 | 6,54 | 2,30 | 4,46 | 4,11 | 1,97 | 3,44 | 2,63 | 5,09 | 4,52 | 5,61 | 5,54 |
| α-muurolo | 1496 | 1500 | 0,59 | | | | 0,86 | | | 1,14 | 0,96 | 0,95 | |
| germacreno A | 1497 | 1508 | 0,70 | 1,09 | 1,20 | 1,02 | | 0,91 | 1,10 | | | 0,54 | 0,82 |
| δ-amorfeno | 1501 | 1511 | 0,31 | 0,13 | 0,20 | 0,18 | 0,12 | 0,19 | 0,22 | 0,21 | 0,25 | 0,31 | 0,25 |
| (Z)-γ-bisaboleno | 1507 | 1514 | 0,19 | 0,10 | 0,15 | 0,08 | 2,15 | | 0,12 | | 0,13 | 0,23 | 0,10 |
| 7-epi-α-selineno | 1512 | 1520 | 0,24 | 0,44 | 0,29 | 0,27 | 0,19 | 0,27 | 0,37 | 0,19 | 0,19 | 0,25 | 0,26 |
| nootkateno | 1514 | 1517 | | | | | 1,40 | | | | | | |
| δ-cadineno | 1518 | 1522 | 1,43 | 0,57 | 0,91 | 0,55 | 0,44 | 1,10 | 0,93 | 0,53 | 0,64 | 1,45 | 0,64 |
| zonareno | 1526 | 1528 | 0,45 | 0,36 | 0,54 | 0,45 | 0,25 | 0,43 | 0,43 | 0,39 | 0,37 | 0,50 | 0,53 |
| α-cadineno | 1531 | 1537 | 0,72 | 0,61 | 1,06 | 0,90 | 1,07 | 0,83 | 0,81 | 0,85 | 0,72 | 1,00 | 1,15 |
| selina-3,7(11)-dieno | 1535 | 1545 | 0,09 | | 0,09 | | 0,73 | | | | | | |
| germacreno B | 1549 | 1559 | 14,26 | 10,75 | 20,44 | 17,87 | 7,11 | 14,10 | 11,90 | 14,23 | 11,10 | 15,28 | 19,85 |
| β-calacoreno | 1556 | 1564 | 0,53 | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,30 | 0,44 | | 0,56 | 0,44 | 0,41 |
| Sesquiterpenos oxigenados | | | 54,32 | 71,27 | 54,93 | 59,30 | 69,18 | 64,36 | 65,62 | 64,46 | 66,78 | 54,91 | 56,69 |
| occidentolol | 1543 | 1550 | 0,14 | 0,11 | 0,15 | | 1,55 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,12 | 0,11 |
| (E)-nerolidol | 1558 | 1561 | 0,79 | 0,50 | 0,55 | 0,65 | 0,41 | 0,65 | 0,49 | 1,34 | 1,01 | 0,78 | 0,73 |
| palustrol | 1575 | 1567 | 3,91 | 2,73 | 2,28 | 3,39 | 1,80 | 2,97 | 2,34 | 4,58 | 4,50 | 3,74 | 3,61 |
| espatulenol | 1580 | 1577 | | | | 0,22 | 2,19 | | | | | | |
| β-copaen-4-α-ol | 1582 | 1590 | 2,01 | 1,11 | 1,15 | 1,43 | 0,62 | 1,43 | 1,09 | 2,23 | 2,36 | 2,08 | 1,97 |
| globulol | 1585 | 1590 | 0,88 | 0,42 | 0,59 | 0,70 | 0,30 | 0,70 | 0,49 | 0,91 | 1,03 | 0,99 | 0,84 |
| viridiflorol | 1588 | 1592 | | | | | 1,03 | | | | | | |
| 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)ciclohexen-2-1-ona | 1594 | | 26,85 | 44,67 | 32,43 | 32,87 | 14,16 | 35,99 | 39,60 | 35,42 | 35,04 | 27,13 | 29,88 |
| cubeban-11-ol | 1600 | 1595 | 1,37 | 0,40 | 0,62 | 0,29 | 0,42 | 0,90 | 1,10 | 0,29 | 0,56 | 1,07 | 0,45 |
| rosifoliol | 1605 | 1600 | 0,44 | 0,37 | 0,32 | 0,42 | 0,22 | 0,41 | 0,38 | 0,44 | 0,38 | 0,46 | 0,32 |
| 10-epi-γ-eudesmol | 1614 | 1622 | 0,83 | 0,72 | 0,63 | 0,80 | 0,26 | 0,74 | 0,51 | 0,89 | 1,01 | 0,75 | 0,84 |
| 1-epi-cubenol | 1617 | 1627 | 0,17 | 0,17 | 0,15 | 0,24 | 3,07 | 0,31 | 0,17 | 0,20 | 0,23 | 0,22 | 0,18 |
| muurolo-4,10(14)-dien-1-β-ol | 1620 | 1630 | 0,14 | | 0,11 | | | | | | | 0,14 | |
| γ-eudesmol | 1623 | 1630 | 0,28 | 0,38 | 0,33 | 0,48 | 5,10 | 0,37 | 0,46 | 0,26 | 0,50 | 0,25 | 0,39 |
| 2-epi-β-cedren-3-one | 1632 | 1643 | 2,96 | 4,70 | 3,38 | 4,10 | 1,66 | 4,59 | 4,28 | 4,08 | 4,30 | 3,09 | 3,61 |
| epi-α-muurolo | 1635 | 1640 | 1,02 | | 0,43 | | 0,20 | | 0,44 | | | 1,09 | |
| α-muurolo | 1638 | 1645 | 1,19 | 0,41 | 0,82 | 1,09 | 1,25 | 0,74 | 0,81 | 0,45 | 0,90 | | 0,83 |
| pogostol | 1640 | 1651 | | 0,30 | | | 0,11 | 0,47 | 0,35 | | 0,37 | 0,68 | 0,29 |
| α-cadinol | 1646 | 1652 | 1,79 | 2,80 | 2,35 | 2,69 | 2,22 | 3,60 | 2,78 | 2,90 | 2,69 | 2,11 | 2,21 |

| | | | | | | | | | | | | | (conclusão) |
|---|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------------|
| selin-11-en-4- α -ol | 1650 | 1658 | 0,20 | 0,17 | 0,12 | | 0,19 | | 0,32 | 0,17 | 0,30 | 0,15 | 0,13 |
| 7-epi- α -eudesmol | 1655 | 1662 | 0,24 | 0,27 | 0,27 | 0,41 | 0,40 | 0,32 | 0,29 | 0,36 | 0,36 | 0,35 | 0,41 |
| (E)-bisabolol-11-ol | 1660 | 1667 | 0,57 | 0,30 | 0,31 | 0,29 | 0,33 | 0,44 | 0,37 | 0,25 | 0,39 | 0,46 | 0,32 |
| 14-hidroxi-9-epi-(E)-cariofileno | 1663 | 1668 | 0,30 | 0,70 | 0,19 | | 0,56 | 0,60 | | 0,33 | 0,62 | 0,25 | 0,41 |
| guaia-3,10(14)-dien-11-ol | 1669 | 1676 | 0,15 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 1,31 | | | | 0,12 | 0,14 | 0,10 |
| germacra-4(15), 5, 10(14)-trien-1- α -ol | 1674 | 1685 | 1,15 | 0,45 | 0,48 | 0,40 | 0,42 | 0,81 | 0,58 | 0,24 | 0,38 | 0,65 | 0,37 |
| eudesma-4(15), 7-dien-1- β -ol | 1680 | 1687 | 1,18 | 1,31 | 0,60 | 0,74 | 0,71 | 0,77 | 1,10 | 0,70 | 0,68 | 0,69 | 0,46 |
| eudesm-7(11)-en-4-ol | 1686 | 1700 | 1,49 | 2,31 | 2,24 | 3,27 | 2,24 | 2,64 | 2,37 | 3,25 | 2,38 | 2,98 | 3,25 |
| amorfa-4,9-dien-14-al | 1693 | 1704 | 0,25 | 0,21 | 0,13 | 0,23 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,28 | 0,34 | 0,21 | 0,24 |
| 14-hidroxi- α -humuleno | 1702 | 1713 | | 0,10 | | 0,10 | 0,15 | 0,08 | | | 0,10 | | 0,10 |
| 4-hidroxi-3-metoxi-cinnamaldeído | 1714 | 1728 | 0,14 | 0,20 | 0,09 | | 4,24 | 0,11 | 0,26 | 0,20 | 0,11 | 0,13 | 0,16 |
| 2-hexil-(E)-cinnamaldeído | 1729 | 1748 | 0,32 | 0,72 | 0,46 | 0,53 | 0,81 | 0,56 | 0,74 | 0,71 | 0,83 | 0,62 | 0,58 |
| epoxido de selina-1,3,7(11)-trien-8-one | 1736 | 1746 | 0,45 | 0,24 | 0,18 | 0,21 | 0,29 | 0,19 | 0,26 | 0,22 | 0,23 | 0,19 | 0,17 |
| acetato de cedr-8(15)-en-9- α -ol | 1740 | 1741 | 1,06 | 1,73 | 1,46 | 1,28 | 1,66 | 1,50 | 1,31 | 1,26 | 1,91 | 1,29 | 1,51 |
| 7,14-anhidro-amorfa-4,9-dieno | 1748 | 1755 | 0,99 | 1,14 | 0,96 | 0,98 | 18,19 | 0,90 | 0,65 | 0,62 | 0,82 | 0,52 | 0,78 |
| acetato de 8-cedren-13-ol | 1789 | 1788 | 0,29 | 0,54 | 0,32 | 0,40 | 0,29 | 0,36 | 0,46 | 0,42 | 0,40 | 0,35 | 0,37 |
| 2- α -acetoxi-amorfa-4,7(11)-dieno | 1792 | 1805 | | 0,14 | | | 0,11 | | | | | | |
| acetato de khusinol | 1822 | 1823 | 0,44 | 0,67 | 0,48 | 0,57 | 0,34 | 0,60 | 0,82 | 0,67 | 0,90 | 0,69 | 0,68 |
| acetato de eudesm-7(11)-en-4-ol | 1825 | 1839 | 0,22 | 0,33 | 0,23 | 0,29 | 0,19 | 0,29 | 0,48 | 0,37 | 0,58 | 0,42 | 0,38 |
| acetato de oplopanonila | 1882 | 1887 | | | | 0,11 | | | | 0,30 | 0,27 | 0,12 | |

FONTE: A autora (2024)

LEGENDA: IRC = Índice de retenção calculado; IRT = Índice de retenção tabelado (Adams, 2017)

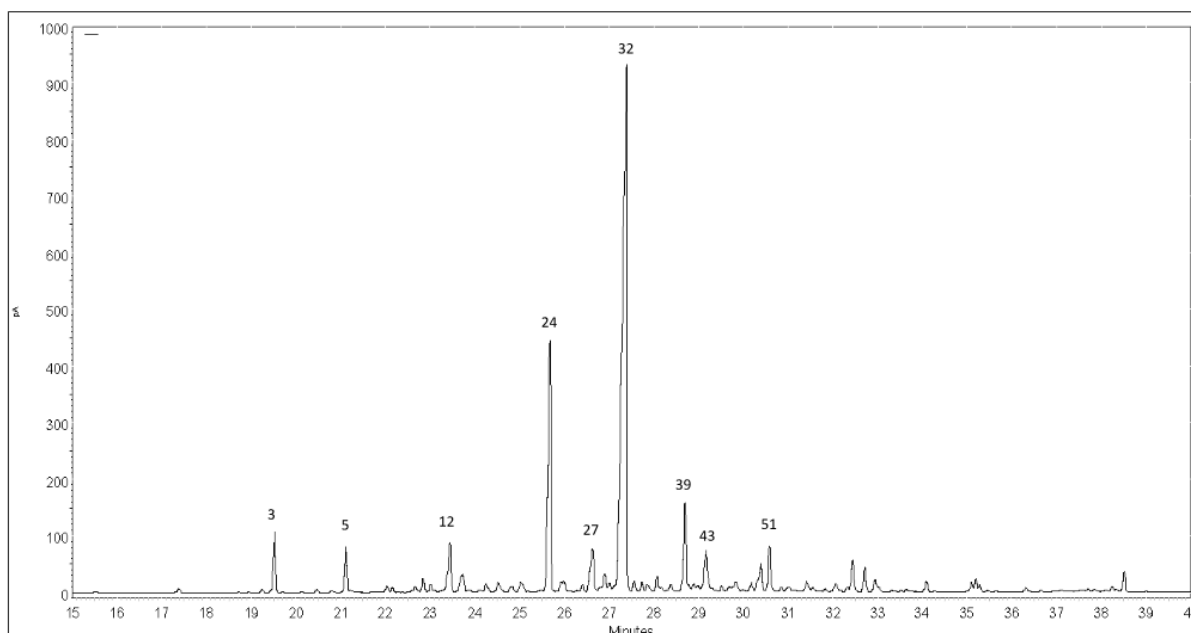
FIGURA 4 - CROMATOGRAMA DO GRUPO 1 COMPOSTO PELO GENÓTIPO A5.



FONTE: A autora (2024)

O composto majoritário 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona (14,16%), biciclogermacreno (1,97%) e germacreno B (7,11%) aparecem em menores quantidades se comparado ao grupo II e III. Outro fator que diferencia o grupo I dos outros grupos, são os outros compostos não majoritários que só aparecem de forma significativa neste grupo, como por exemplo, o composto 7,14-anhidro-amorfa-4,9-dieno (18,19%) e o γ -eudesmol (5,10%) (FIGURA 4).

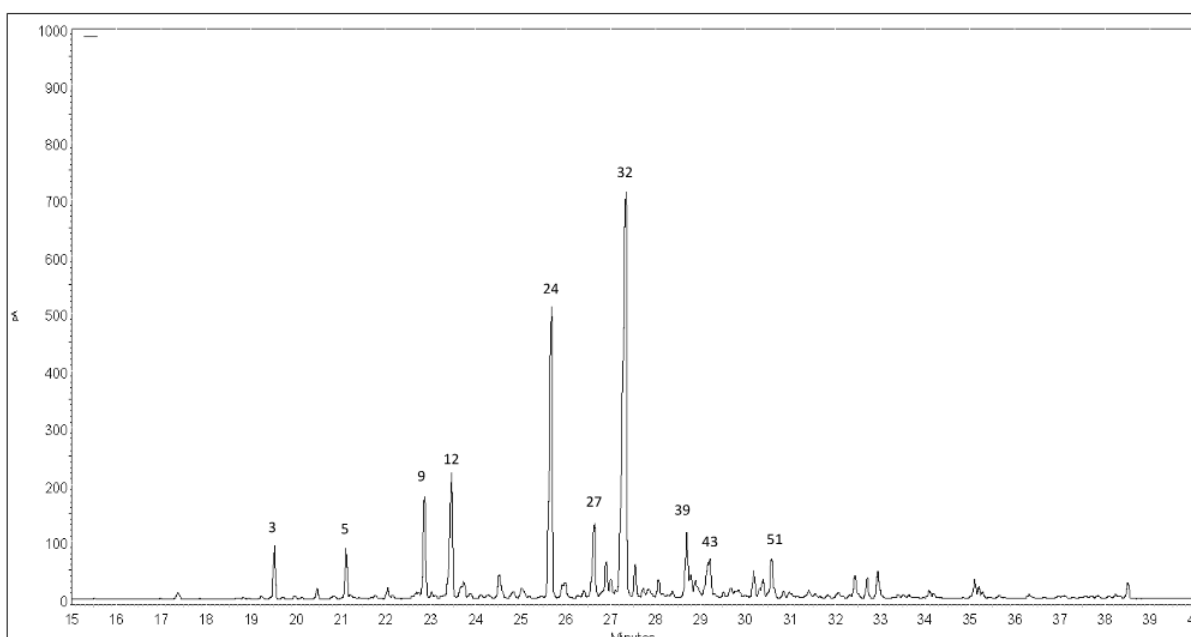
FIGURA 5 - CROMATOGRAMA DO GRUPO 2 COMPOSTO PELOS GENÓTIPOS A2, A6, A7, A8 E A9.



FONTE: A autora (2024)

O composto majoritário 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona (38,14%) no grupo II aparece em maior quantidade se comparado ao grupo I e III (FIGURA 5).

FIGURA 6 - CROMATOGRAMA DO GRUPO 3 COMPOSTO PELOS GENÓTIPOS A1, A3, A4, A10 E A11.



FONTE: A autora (2024)

No cromatograma do grupo III, o composto majoritário germacreno B (17,57%) aparece em maior quantidade se comparado aos outros grupos, e o composto majoritário biciclogermacreno (5,25%) também aparece de forma mais expressiva do que nos outros grupos (FIGURA 6).

No estudo de Santos et al. (2015) discutem fatores que influenciam no aumento ou diminuição dos compostos químicos dos óleos essenciais de *Eugenia uniflora*. Entre os fatores ambientais, destaca-se a sazonalidade, onde ao longo das estações pode haver alteração da concentração de compostos monoterpenos e sesquiterpenos dos óleos essenciais. Também destaca-se as condições de cultivo, tipo de solo, disponibilidade hídrica, intensidade luminosa e disponibilidade de nutrientes. E ainda, o estágio de desenvolvimento da planta e a origem geográfica podem alterar o perfil químico dos óleos essenciais.

Segundo Verna e Shukla (2015), a variabilidade presente no teor e na composição química dos óleos essenciais podem ser influenciadas pelas mudanças ambientais, que são capazes de alterar as rotas biossintéticas dos compostos terpênicos. No entanto, as plantas utilizadas neste presente estudo foram submetidas às mesmas condições de ambiente, portanto, diferenciam-se entre si por conta de suas características genéticas.

De acordo com Silva e Pinheiro (2007), a espécie *Eugenia uniflora* possui reprodução sexuada intermediária, onde a reprodução ocorre predominantemente de forma sexuada, podendo ocorrer autogamia (autofecundação), mas também podendo ocorrer alogamia, através de mecanismos que favoreçam a reprodução cruzada, que são influências externas, capazes de promover a variabilidade genética. Por conta disso, a variabilidade no teor e na composição dos óleos essenciais dos genótipos estudados pode estar relacionada à forma de reprodução da espécie.

Silva e Pinheiro (2007) ainda destacam a existência de uma variabilidade de polinizadores, sendo o principal agente polinizador da *Eugenia uniflora*, a *Apis mellifera*, que ajuda a promover a variabilidade genética, pois permite que a planta realize a alogamia, através da polinização cruzada, influenciando na diversidade de composição química dos metabólitos secundários, e consequentemente, dos óleos essenciais.

5 CONCLUSÕES

- O trabalho contribui para o conhecimento da *Eugenia uniflora* e sua ampla utilização.
- No teor e na composição dos óleos essenciais dos 11 genótipos de *Eugenia uniflora*, há presença de variabilidade.
- Três grupos são identificados de acordo com a composição química dos óleos essenciais.
- O germacreno D, 6-etenil-6-metil-3,5-di(prop-1-en-2-il)cicloexen-2-1-ona e biciclogermacreno são os compostos predominantes que influenciam na separação dos grupos identificados.
- A maioria dos compostos dos óleos essenciais do estudo são sesquiterpenos oxigenados.
- Demonstra que a *Eugenia uniflora* é uma espécie medicinal valiosa tanto no uso popular quanto em estudos científicos.

REFERÊNCIAS

ADAMS R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4.1 ed. Carol Stream, Illinois: Allured Publishing Corporation, 2017.

ADORJAN, B.; BUCHBAUER, G. Biological properties of essential oils: an updated review. **Flavour and Fragrance Journal.**, v. 25, n. 6, p. 407-426, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ffj.2024>>. Acesso em: 16 Nov. 2024.

ALI, B.; AL-WABEL, N. A.; SHAMS, S.; AHAMAD, A.; KHAN, S. A.; ANWAR, F. Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. **Asian Pac. J. Trop. Biomed.**, v. 5, n. 8, p. 589-598, 2015.

ASBAHANI A. E.; MILADI, K.; SALA, M.; ADDI, E. H. A.; CASBIANCA, H.; MOUSADIK, A.; HARTMANN, D.; JILALE, J.; RENAUD, F. N. R.; ELAISSARI, A. Essential oil: From extracion to encapsulation. **Int. J. Pharm.**, v. 483, p. 220-243, 2015.

ASSIS, A. L. A. de; CIPRIANO, R. R.; CUQUEL, F. L.; DESCHAMPS, C. Effect of drying method and storage conditions on the essential oil yield and composition of *Eugenia uniflora* L. leaves. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.**, v. 14, n. 2, p. 275-282, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.9281>>. Acesso em: 15 Nov. 2024.

BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., & IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils: a review. **Food Chem Toxicol.**, v. 46, p. 446-475, 2008.

BBC News Brasil. **Metade da população pode ter alergia nos próximos anos, avaliam médicos.** Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-62522186>>. Acesso em: 9 Nov. 2024.

BEZERRA, J. E. F.; LIRA JUNIOR, J. S.; SILVA JUNIOR, J. F. *Eugenia uniflora*. Pitanga. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília: Ed. MMA., p. 1311, 2018.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas do cultivo à produção de óleo essencial**. Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 1ª edição, Curitiba, 2009.

BRUNING, M.C.R.; MOSEGUI, G.B.G.; VIANA, C.M.M. A utilização da fitoterapia e de plantas medicinais em unidades básicas de saúde nos municípios de Cascavel e Foz do Iguaçu-Paraná: a visão dos profissionais de saúde. **Ciência e Saúde coletiva.**, v. 17, n. 10, p. 2.675-2.685, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/csc/v17n10/17.pdf>>. Acesso em: 8 Nov. 2024.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 94, p. 223-253, 2004.

CARVALHO, Z. S. Potencial fitoquímico dos óleos essenciais: exploração e aplicações. **Boletim Científico Agrônômico do CCAAB/UFRB.**, v. 1, e2254, 2023. Disponível em: <<https://ufrb.edu.br/ccaab/boletim-cientifico-agronomicodo-ccaab-volume1/2254-2254-pdf>>. Acesso em: 16 Nov. 2024.

CHANG, R. MORAIS, S. A. L.; DUARTE, K. C.; GUZMAN, V. B.; NASCIMENTO, E. A. A new approach for quantifying furanodiene and curzerene. A case study on the essential oils of *Eugenia uniflora* (pitangueira) leaves. **Braz. J. Pharmacogn.**, v. 21, n. 3, p. 392-396, 2011.

COSTA, A. G. V.; GARCIA-DIAZ, D. F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P. I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. **J. Funt. Foods.**, v. 5, p. 539-549, 2013.

COSTA, D. P.; FILHO, E. G. A.; SILVA, L. MA.; SANTOS, S. C. PASSOS, X. S.; SILVA, M. do R. R.; SERAPHIN, J. C.; FERRI, P. H. Influência dos biótipos de frutos na composição química e atividade antifúngica dos óleos essenciais das folhas de *Eugenia uniflora*. J. Braz. Química. Soc., 21 (5), p. 851-858, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-50532010000500012>>. Acesso em: 10 Dez. 2024.

COSTA, J. S.; BARROSO, A. S.; MOURÃO, R. H. V.; SILVA, J. K. R.; MAIA, J. G. S.; FIGUEIREDO, P. L. B. Seasonal and Antioxidant Evaluation of Essential Oil from *Eugenia uniflora* L., Curzerene-Rich, Thermally Produced in Situ. **Biomolecules.**, 10(2), 328, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/biom10020328>>. Acesso em: 16 Nov. 2024.

COSTA, J. S.; CRUZ, E. de N. S. da; SETZER, W. N.; SILVA, J. K. do R. da; MAIA, J. G. S.; FIGUEIREDO, P. L. B. Essentials Oils from Brazilian *Eugenia* and *Syzygium* Species and Their Biological Activities. **Biomolecules.**, 10(8), 1155, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/biom10081155>>. Acesso em: 10 Dez. 2024.

DUTRA, R.C.; TREVIZANI, R.; PITTELLA, F.; BARBOSA, N.R. Antinociceptive Activity of the Essential Oil and Fractions of *Pterodon emarginatus* Vogel Seeds. **Latin American Journal of Pharmacy.**, v. 27, n. 6, p. 865-870, 2008.

FERREIRA, S. B.; DANTAS, I. C.; CATÃO, R. M. R. Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel). **Rev. bras. plantas med.**, 16 (2), 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-05722014000200009>>. Acesso em: 15 Nov. 2024.

FERREIRA, A; LOPES, J. C; FERREIRA, M. F. S; SOARES, T. C. B. Tópicos especiais em produção vegetal VI. **CAUFES.**, p. 553, Ilustrações, 2016.

FLORA DO BRASIL. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 11 Out. 2024.

GALLUCCI, S.; PLACERES NETO, A.; PORTO, C.; BARBIZAN, D.; COSTA, I.; MARQUES, K.; BENEVIDES, P. FIGUEIREDO, R. Essential oil of *Eugenia uniflora* L.: an industrialperfumary approach. **J. Essent. Oil Res.**, v. 22, p. 176-179, 2010.

GEROMINI, K. V. N.; RORATTO, F. B.; FERREIRA, F. G.; POLIDO, P. B.; SOUZA, S. G. H. de; VALLE, J. S. do; COLAUTO, N. B.; LINDE, G. A. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas medicinais. **Arquivos de Ciência Veterinárias e Zoologia**. UNIPAR, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 127-13, jul./dez 2012.

KÖPPEN, W. **Grundriss Der Klimakunde**. Berlin: W. Guyter, 1931. 390p.

LÓPEZ, C.A.A. **Considerações gerais sobre plantas medicinais**. Ambiente: Gestão e Desenvolvimento, v. 1, n. 1, p. 19-27, 2006.

MAFFEI, M. E. Sites of synthesis, biochemistry and functional role of plant volatiles. **S. Afr. J. Bot.**, v. 76, p. 612-631, 2010.

MAIA, T. F. DONATO, A. De. FRAGA, M. E. Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.17, n.1, p.105-116, 2015.

MARAL, L. de P. **Caracterização química e avaliação biológica do óleo essencial de *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez**. Santa Maria: Universidade Federal Santa Maria, 2014.

MAZINE, F. F.; BUNGER, M.; FARIA, J. E. Q.; FERNANDES, T.; GIARETTA, A.; VALDEMARIN, K. S.; SANTANA, K. C.; SOUZA, M. A. D.; SOBRAL, M. **Eugenia in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB10560>>. Acesso em: 20 Nov. 2024.

MESQUITA, P. R. R.; NUNES, E. C.; SANTOS, F. N. dos; BASTOS, L. P.; COSTA, M. A. P. C.; RODRIGUES, F. de M.; ANDRADE, J. B. de. Discrimination of *Eugenia uniflora* L. biotypes based on volatile compounds in leaves using HS-SPME/GC–MS and chemometric analysis. **Microchemical Journal**., v. 130, p. 79-87, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.08.005>>. Acesso em: 10 Dez. 2024.

MOURA, G. S.; OLIVEIRA, I. J.; BONOMEL, L. T.; FRANZENER, G. *Eugenia uniflora* L.: potential uses as a bioactive plant. **Arq. Inst. Biol.**, v. 85, p. 1-9, 2018.

OKADA, H.; KUHN, C.; FEILLET, H.; BACH J.F. The 'hygiene hypothesis' for autoimmune and allergic diseases: an update. **Clinical and Experimental Immunology**, v. 160, p. 1-9, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2249.2010.04139.x>>. Acesso em: 10 Nov. 2024.

OLIVEIRA, J. AC.; FERNANDES, L. A.; FIGUEIREDO, K. G.; CORRÊA, E. JA.; LIMA, L. HF.; ALVES, D. S.; BERTOUCCI, S. KV.; CARVALHO, G. A. Efeitos dos óleos essenciais nas características biológicas e potenciais alvos moleculares em *Spodoptera frugiperda*. **Plantas**, 13 (13), 1801, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/plants13131801>>. Acesso em: 11 Dez. 2024.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014.

REISCHE, D. W.; LILLARD, D. A.; E EITENMILLER, R. R. Antioxidants in food lipids. In: Ahoh, C. C. e Min, B. D. (Eds.), **Chemistry, nutrition and biotechnology**. New York: Marcel Dekker. 1998.

RODRIGUES, K. A. F.; AMORIM, L. V.; OLIVEIRA, J. M. G.; DIAS, C. N.; MORAES, D. F. C.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S.; CARNEIRO, S. M. P.; CARVALHO, F. A. A. *Eugenia uniflora* L. Essential Oil as a potential anti-Leishmania agent: effects on *Leishmania amazonenses* and possible mechanisms of action. **Evid. Based Complement. Alternat. Med.**, p. 1-10, 2013.

ROJAS, Y. E. C. de; LUCENA, M. E.; BUSTAMANTE, M. Y. G.; GUERRERO, K. Y. R.; ZAMBRANO, R. L. A.; GONZÁLEZ, C. D. de; FAJARDO, F. J. U.; BAPTISTA, L. M. A.; CHACÓN, M. R. I. Composición química y actividad antifúngica del aceite esencial de hojas de *Eugenia uniflora* L (Myrtaceae). **Revista Cubana de Farmacia**, 55(3), 2022. Disponível em: <<https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/796/0>>. Acesso em: 11 Dez. 2024.

SACHIN, A. J.; BAHALERAIO, P. P.; PATIL, S. J.; DESAI, B. S. Essential oils beyond aroma - a review. **Curr. Hortic.**, v. 4, n. 2, p. 3-6, 2016.

SANTOS, F. R.; BRAZ-FILHO, R.; CASTRO, R. N. Influência da idade das folhas de *Eugenia uniflora* L. na composição química do óleo essencial. **Quím. Nova**, v. 38, n. 6, p. 762-768, 2015.

SCHAPOVAL, E.E.; SILVEIRA, S.M.; MIRANDA, M.L.; ALICE, C.B.; HENRIQUES, A.T. Evaluation of some pharmacological activities of *Eugenia uniflora* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 44, n. 3, p. 137-142, 1994.

SCIARRONE, D.; SCHEPIS, A.; GRAZIA GEMA, ROTONDO, A. ALIBRANDO, F.; CIPRIANO, R. R.; BIZZO, H.; DESCHAMPS, C.; SIDISKY, L. M.; MONDELLO, L. Collection and identification of an unknown component from *Eugenia uniflora*

essential oil exploiting a multidimensional preparative three-GC system employing apolar, mid-polar and ionic liquid stationary phases. **Faraday Discuss.**, v. 218, p. 101-114, 2019.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Bot. Bras.**, v. 21, p. 235-247, 2007.

SILVA, F. A. Z.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, V. P.; ALVES, C. C. F.; MIRANDA, M. L. D.; BRETANHA, L. C.; BALLESTE, M. P.; MICKE, G. A.; SILVEIRA, E. V.; MARTINS, C. H. G.; AMBROSIO, M. A. L.; SILVA, T. S.; TAVARES, D. C.; MAGALHÃES, L. G.; SILVA, F. G.; EGEA, M. B. Chemical composition and in vitro leishmanicidal, antibacterial and cytotoxic activities of essential oils of the Myrtaceae family occurring in the Cerrado biome. **Ind. Crops Prod.**, v. 123, p. 638-645, 2018.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.A.; PETROVICK, P.R.; **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Florianópolis: UFSC/UFRGS, 2003.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. A generalisation of the retention index system including linear temperature programmed gasliquid chromatography. **J. Chromatogr.**, v. 11, p. 463-471, 1963.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. Plantas medicinais: cura segura?. **Química Nova.**, n. 3, v. 28, p. 519-528, 2005.

VERNA, N.; SHUKLA, S. Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. **J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants.**, v. 2, p. 105-136, 2015.

VICTORIA, F. N.; LENARDÃO, E. J.; SAVEGNAGO, L.; PERIN, G.; JACOB, R. G.; ALVES, D.; SILVA, W. P.; MOTTA, A. S.; NASCENTE, P. S. Essential oil of the leaves of *Eugenia uniflora* L.: Antioxidant and antimicrobial properties. **Food Chem. Toxicol.**, v. 50, p. 2668–2674, 2012.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J.E.U.; MÜLLER, C.H.; DIAZ S., C.; ALMANZA, M. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia. Lima: **Tratado de Cooperación Amazonica.**, p.227-231, 1996.

ZUZARTE, M.; SALGUEIRO, L. Essential oils chemistry. In: DE SOUSA, D. P. **Bioactive Essential Oils and Cancer**, Switzerland: Ed.Springer International Publishing., p. 19-61, 2015.