

Avaliação dos compostos voláteis majoritários e graxos dos óleos extraídos das farinhas de melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Manf. var. *Crimson Sweet Extra*)

RESUMO

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho

astronomoamadorgoias@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0003-3443-4205>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, Brasil.

Wendel Cruvinel de Sousa

wendelcruvinel@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-0405-1089>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, Brasil.

Carlos Frederico de Souza Castro

carlosfscastro@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-9273-7266>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, Brasil.

O presente estudo teve objetivo avaliar os compostos voláteis majoritários e de ácidos graxos das farinhas de melancia. Foram produzidas farinhas a partir dos resíduos flavedo, albedo e sementes. A extração foi realizada em aparato tipo *Soxhlet*, utilizando solvente hexano. O rendimento do teor lipídico foi determinado em porcentagem. A cor por análise visual, e o perfil químico por cromatografia gasosa com espectrômetro de massas. O teste de *Tukey* (5%) foi utilizado para avaliar os resultados quanto a diferença estatística. O rendimento de extração foi de 0,94%, 0,67% e 1,45% para óleo farinha flavedo melancia (OFFM), óleo farinha albedo melancia (OFAM) e óleo farinha semente melancia (OFSM), respectivamente. A cor visual foi verde para OFFM, amarelo claro para OFAM e alaranjado para OFSM. Os compostos voláteis majoritários foram limoneno com 100% para OFFM, de 59,61% para OFAM, e de 7,56% para OFSM. O composto hepten-1-ol <(4Z)> com área de 40,39%, foi observado apenas para OFAM. Os compostos de ácidos graxos etil-3-metil pentanoato e octadecanóico metil éster com 8,60% foram observados apenas em OFSM. Os óleos das farinhas do fruto de melancia apresentaram importantes resultados, para futuros trabalhos para utilização nas indústrias de alimentos e de cosméticos.

PALAVRAS-CHAVE: perfil químico; melancia; saponificação; limoneno; *Citrullus*; ácidos graxos.

INTRODUÇÃO

A melancia é um dos frutos mais apreciados devido seu sabor adocicado, rico em vitaminas do complexo B, especialmente B1 e B6, minerais, como potássio e magnésio, açúcares e água (ABU-NASSER; ABU-NASER, 2018; GUIMARÃES *et al.*, 2010). A polpa, bem como os resíduos do flavedo (epicarpo), albedo (flavedo) e das sementes apresentam também compostos importantes que são produzidos naturalmente pelos vegetais que podem ser utilizados. As culturas de frutas como a melancia, deve ter atenção sobre estudos físico-químicos destes compostos, visto que, são frutos volumosos na grande maioria das variedades cultivadas. Com isso, gera-se conhecimento científico destes resíduos podendo ser empregados em diversas áreas, como nos alimentos (JADI; CHALESHTORI, 2019; AKAO, 2018).

O Brasil segundo Nascimento *et al.* (2017) e IBGE (2015), é o quarto maior produtor mundial de melancia sendo as maiores variedades plantadas, [*Citrullus lanatus* (Thumb. Mansf.) var. *Crimson Sweet Extra*] (CAVALCANTI *et al.*, 2008) com produção anual de 25 t ha⁻¹ e [*Citrullus lanatus* (Thumb.) var. *Matsum. & Nakai*] produzindo rendimento anual entorno de 22 t ha⁻¹. Para Nascimento *et al.* (2015) e Monção *et al.* (2012) a produção poderia apresentar resultados superiores por estado produtor, se houve-se processos de cultivos mais eficientes, visando a manutenção dos tipos de solos, nutrientes e sistema hídrico das culturas. Esta, dentre outras culturas frutíferas, de hortaliças e leguminosas apresentam grandes perdas durante todo o processo de produção, gerando grandes volumes de resíduos que são descartados ainda na lavoura, ou em aterros sanitários controlados, sem o mínimo de reuso.

O uso dos resíduos na produção de coprodutos ainda é pouco difundido no Brasil, devido principalmente a problemas culturais do reaproveitamento pela população das partes de hortaliças, frutos, verduras e legumes que podem fornecer quantidades expressivas de nutrientes na forma, por exemplo, de farinhas enriquecidas. Já se sabe que produtos farináceos de origem a partir dos resíduos vegetais, apresentam bom conteúdo de importantes grupos químicos envolvidos na manutenção da vida, como compostos com atividade antioxidante, ácidos graxos e compostos voláteis com atividade anti-radicaís livres como o oxigênio singleto, bem como ação biológica anti-inflamatória, no tratamento de doenças degenerativas, como agentes antifúngicos e antibacterianos (MICHAJLUK *et al.*, 2019; DA SILVEIRA *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2015; AGUILAR *et al.*, 2014; MELO *et al.*, 2006).

Quantidades expressivas de óleos fixos podem ser encontradas em produtos farináceos, advindos de resíduos. Vários óleos são extraídos de inúmeros vegetais como babaçu, melancia, maracujá, dentre outras, possuindo amplo espectro de uso, como na culinária, produção de alimentos oleaginosos, na fabricação de detergentes e na indústria de cosméticos, bem como na produção de biodiesel (MEDEIROS *et al.*, 2013).

Os óleos fixos podem ser extraídos de qualquer parte do vegetal, com diferentes porcentagens de rendimento, apresentando também uma variada composição de ácidos graxos saturados e insaturados. Quantitativos superiores de ácidos graxos são observados principalmente em sementes, que apresentam tegumento rico em lipídios, sendo fontes importantes de ácidos graxos essenciais como o ω -3 e ω -6 (GALVÃO *et al.*, 2008).

Alguns métodos de extração da fração lipídica são utilizados tanto na escala laboratorial como industrial, utilizando solventes como hexano, éter de petróleo e éter etílico, bem como por sistema de fluido supercrítico e por prensagem. Métodos estes que diferem da extração de compostos voláteis *in natura* que usam o sistema de hidrodestilação ou por arraste a vapor. O novo sistema de fluido supercrítico vem sendo empregado atualmente na extração de óleos essenciais e fixos. Em ambos os óleos, o fixo possui grandes cadeias carbônicas não sendo possível a extração pelos métodos citados para óleos voláteis que possuem como característica, cadeias carbônicas menores (CUNHA *et al.*, 2020; BRUM *et al.*, 2009).

Os estudos de compostos voláteis majoritários em óleos fixos são ainda pouco conhecidos, necessitando de estudos para que se conheçam melhor os constituintes destas classes de compostos, que muitas das vezes apenas apresentam uma análise detalhada do perfil químico de compostos de ácidos graxos. O mesmo já é bem visto nos estudos com óleos essenciais que apresentam frações de ácidos graxos em sua composição (YI *et al.*, 2015).

Contudo, este estudo teve por objetivo avaliar o perfil químico dos compostos voláteis majoritários e de ácidos graxos dos óleos extraídos a partir das farinhas de *Citrullus lanatus* Thumb. Mansf. var. *Crimson Sweet Extra* por cromatografia gasosa com espectrômetro de massas (CG-EM).

MATERIAIS E MÉTODOS

COLETA DOS RESÍDUOS E PROCESSAMENTO

Os resíduos contendo (flavedo, albedo com sementes) de melancia foram coletados em mercados e frutarias no município de Rio Verde, Goiás, Brasil. O material foi coletado junto formando apenas um resíduo. O município de Rio Verde é abastecido com a espécie *C. lanatus* var. *Crimson Sweet Extra*, produzidas no distrito da Lagoa do Bauzinho, município de Rio Verde. Características da casca (flavedo) como coloração e estrias das manchas, tornando-se de fácil identificação.

Os comerciantes foram convidados para participarem do projeto de coleta de resíduos, e os mesmos, aconselhados a manter o material do estudo, armazenados sob refrigeração. O material advindo de perdas por queda acidental entre o manuseio e após degustação pelos consumidores. As coletas eram realizadas a cada três dias, e o material enviado em caixa hermética (Nautika, Mod. FG238) até o laboratório de Química Tecnológica no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, para processamento.

PREPARO DAS FARINHAS

Os resíduos foram inicialmente lavados em água corrente para remoção de sujidades. Em seguida, os resíduos foram separados com auxílio de uma faca inox, em casca (flavedo), entrecasca (albedo) e as sementes. Cada material foi imerso em solução de hipoclorito de sódio concentração de 1% (v/v) por 15 min. e em seguida, lavados em água corrente. As três frações foram processadas separadamente em processador para alimentos (Philco, Mod. PH900), com 100 mL de água destilada por 3 minutos. Após o processamento, o material com

consistência de massa úmida, foi filtrado utilizando tecido de nylon fino para remoção do excesso de água.

A massa após filtração foi homogeneizada uniformemente formando uma fina camada com 2,5 cm de espessura em formas de polietileno de alta densidade (-PEAD) (Marfimetal, Mod. BD1022/BR), e transferidas para secagem em estufa com circulação de ar forçada (Ethik, Mod. 40 L) a 50 °C por 26 horas. Após secagem, as massas foram trituradas em moinho tipo ciclone (Fortinox, Star, Mod. FT 48) com peneira interna de 32 mesh granulométrica, conforme descrito por Menezes *et al.* (2019). O pó produzido recebeu as seguintes denominações: Farinha Flavedo Melancia (FFM), Farinha Albedo Melancia (FAM), e Farinha Semente Melancia (FSM), sendo mantidas em embalagem a vácuo (Cetro) (aparência: transparente, espessura: 12 micras, material: Nylon Poli).

EXTRAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS

O conteúdo de ácidos graxos foi extraído conforme descrito por IAL (2008) adaptado. Alíquota contendo 5,0 g de farinha, foi submetido à extração dos ácidos graxos utilizando aparato tipo Soxhlet (Mylabor) sob refluxo por 6 h. utilizando hexano (Neon, P.A – ACS, pureza 99,9%) como solvente. Após extração, o solvente foi recuperado em evaporador rotativo com pressão negativa (Fisatom, Mod. 2953). O rendimento de extração para o óleo foi determinado pela diferença de massas, e o resultado expresso em percentagem (%).

PREPARO DA AMOSTRA DE ÓLEO

A derivação (saponificação) dos ácidos graxos seguiu como descrito por Milinsk *et al.* (2008) adaptado. Uma alíquota de 1,0 g de óleo foi pesada em balança analítica digital (Marte, Mod. AW 220), e em seguida, humedecido com 10 mL de hexano (Neon, P.A – ACS, pureza 99,9%). A solução foi homogeneizada por 5 minutos em mesa agitadora orbital (Solab, Mod. SL 180/A) a 170 rpm. Após este período, foram adicionados 0,50 mL de uma solução metanólica de NaOH concentração 2,0 Mol L⁻¹. A solução foi novamente homogeneizada por 5 min. Após este tempo, a amostra foi transferida para tubo de ensaios, e deixada em repouso até a formação de duas fases. A fase orgânica foi coletada e armazenada em *Ependorff* (Gene) de 3 mL e armazenada em freezer a -10 °C até análise.

ANÁLISE VISUAL

A característica organoléptica cor, foi realizada visualmente utilizando tubo de ensaios com fundo branco e luz artificial de vapor de mercúrio (branca) conforme descrito por De Sousa *et al.* (2019), e Murillo *et al.* (2015) adaptado.

PERFIL QUÍMICO POR CG-EM

O perfil químico dos óleos foi realizado em sistema de cromatógrafo gasoso com espectrômetro de massas (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 (MSTQ 8030 Shimadzu), com

detector por ionização por impacto eletrônico (IE) (70 e.V). A temperatura inicial foi mantida a 60 °C por 3 min., seguido de um acréscimo de 3 °C min.⁻¹ até atingir 200 °C, e posteriormente foi programada para um aumento de temperatura de 15 °C min.⁻¹ até 280 °C, permanecendo nessa temperatura por mais 1 min.

As temperaturas do injetor e do detector foram de 230 °C e 300 °C. A análise foi realizada utilizando gás He como carreador com pressão de injeção de 57,4 Kpa, razão de Splitless: 150, com faixa de detecção do espectrômetro de massas: 43-550 m/z, start time (cut time do solvente): 3 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-7 a C-40) (Sigma-Aldrich) e no padrão de fragmentação observado nos espectros de massas de íons totais, por comparação destes com a literatura (ADAMS, 2007) e da espectroteca Nist do CG-EM.

PADRÃO DE *N*-ALCANOS

Utilizou-se um concentrado de metil ésteres (FAME, Sigma-Aldrich). Uma ampola contendo 10 mg mL⁻¹ de FAME foi utilizado como padrão de referência com misturas em cloreto de metileno. A mistura foi adquirida pela Supelco™ 37 component FAME Mix, com as seguintes especificações: Coluna SPTM - 2560–100 m x 0,25 mm DI, 0,20 µm de filme; Cat. Nº 24056; Forno 140 °C (5 min.) a 240 °C a 4 °C min.⁻¹; gás de arraste He, 20 cm seg.; Det. FID, 260 °C; Inj. 1 µL, 260 °C, Split 100:1.

ÍNDICE DE KOVATS

O índice de Kovats foi calculado conforme descrito por Costa *et al.* (2008) adaptado. A equação 1 descreve o cálculo para determinação do IK.

$$I = 100 \times [n + (N - n) t'_{r}(\text{desconhecido}) - t'_{r}(n) / t'_{r}(N) - t'_{r}(n)] \quad (\text{Equação 1})$$

Onde I = índice de Kovats; n = número de átomos de carbono do *n*-alcanos de cadeia inferior; N = número de átomos do carbono do *n*-alcanos de cadeia superior; t'_{r} (desconhecido) = tempo de retenção dos compostos a serem identificados; $t'_{r}(n)$ = tempo de retenção dos compostos com o menor número de carbonos, e $t'_{r}(N)$ = tempo de retenção dos compostos com o maior número de carbonos.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os ensaios foram realizados em triplicata, exceto o perfil químico, seguido de \pm desvio padrão, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para comparação, e avaliados pelo teste de Tukey com diferença significativa ($p \leq 0,05$). O programa estatístico utilizado foi PAST 3 (versão livre 3.21, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, está descrito os resultados para determinação do rendimento e análise organoléptica da cor dos óleos fixos obtidos a partir da farinha do flavedo, albedo e sementes de melancia (*C. lanatus*, var. *Crimson Sweet Extra*).

Tabela 1. Ensaio de rendimento e cor visual dos óleos fixos extraídos das farinhas do flavedo, albedo e sementes de *Citrullus lanatus* var. *Crimson Sweet Extra*.

Ensaio	OFFM	OFAM	OFSM
Rendimento (%)	0,94 ± 0,02b	0,67 ± 0,12c	1,45 ± 0,13a
Cor*	Verde	Amarelo claro	Alaranjado
CV (%)**	0,02	0,16	0,05

NOTA: *Análise organoléptica visual. **Coeficiente de variação referente à análise de rendimento. OFFM = óleo farinha flavedo melancia. OFAM = Óleo farinha albedo melancia. OFSM = Óleo farinha semente melancia. As médias seguidas de ± desvio padrão apresentando letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa conforme teste de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

Destaca-se nestes resultados o OFSM, que apresentou maior rendimento com 1,45%. Inúmeros estudos discutem sobre os rendimentos de lipídios serem superiores em sementes isso devido às reservas de nutrientes presentes no tegumento para suprir a necessidade durante o processo de germinação e do embrião vegetativo (TAKEMOTO *et al.*, 2001). Em segundo lugar está descrito o rendimento de OFFM com 0,94%, seguido de OFAM com 0,67%. Todas as três amostras apresentaram diferença significativa conforme teste de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

Comparando estes com outros estudos avaliando farinhas de melancia, Cristo *et al.* (2018), encontraram para a farinha da casca de melancia rendimento lipídico igual a 0,77%, sendo inferior ao observado neste estudo. Oliveira *et al.* (2018), avaliando a farinha da entrecasca de melancia var. *Schrad*, encontraram rendimento de 1,49% de óleo. Serbai *et al.* (2015), avaliaram a farinha da entrecasca de melancia *C. vulgaris* var. *Sobral* onde encontraram conteúdo de lipídios de 7,70 por g 100 g⁻¹. Guimarães *et al.* (2010), encontraram para a farinha da entrecasca de *Citrullus vulgaris* var. *Sobral*, rendimento lipídico de 0,79%. Já Pereira *et al.* (2010), obtiveram resultado para a farinha da entrecasca, rendimento de lipídios de 0,1% para *C. lanatus*, entretanto, o estudo realizado, não apresenta a variedade dos frutos de melancia avaliados para comparação. Os resultados deste estudo estão próximos aos dos demais trabalhos avaliando farinhas dos frutos de melancia.

Comparando com outros estudos avaliando farinhas de frutos, Santos *et al.* (2017), encontraram para as cascas de abacaxi teor lipídico igual a 2,14%, nos estudos de Costa *et al.* (2017), os pesquisadores obtiveram para os resíduos do fruto de tucumã rendimento de 12,66% de lipídeos. Murillo *et al.* (2015), encontraram rendimento de lipídios de 7,9% e 9,9% para o pó dos frutos de *Ptychosperma elegans* e *Livistona chinensis* coletados em Cuba. Chaves *et al.* (2013), encontraram para a farinha da polpa de abacate var. *Margarida*, conteúdo lipídico de 37,50%. Já Ariffin *et al.* (2009), obtiveram rendimentos de 29,5% e 32,0% para a farinha das sementes secas de *Hylocereus polyrhizus* e *H. undatus*, respectivamente. Os conteúdos de lipídios são variáveis para as inúmeras

matérias-primas de farinhas advindas de frutos. Tornando-se assim, avaliar qual resíduo deve ser utilizado para determinado tipo de alimento funcional.

Quanto à cor visual, os óleos apresentaram para OFFM cor verde, para OFAM amarelo claro e para OFSM cor com tonalidade alaranjada. No estudo de Jorge (2009), a pesquisadora, discuti sobre a cor visual de óleos vegetais, como da palma (azeite de dendê) que possui coloração avermelhada, isto devido à presença de corantes naturais promovidos por α - e β -caroteno, e para o azeite de oliva apresentando coloração esverdeada devido à presença de clorofilas. Já nos estudos de Guinazi *et al.* (2009), os pesquisadores discutem sobre a coloração em tons de amarelo a amarelo-esverdeado dos óleos de girassol, algodão, palma, canola, amendoim, oliva, milho, soja e coco, devido a teores variáveis de tocoferóis e alguns tocotrienóis.

Na Tabela 2, estão apresentadas a composição do perfil químico dos compostos voláteis e de ácidos graxos dos óleos fixos extraídos das farinhas de *C. lanatus var. Crimson Sweet Extra*.

Tabela 2. Composição química dos voláteis e ácidos graxos dos óleos extraídos das farinhas de melancia (*Citrullus lanatus var. Crimson Sweet Extra*).

Composição	TR (min.)	IR _{exp.}	IR _{lit.}	OFFM (*)	OFAM (*)	OSFM (*)
Etil-3-metil pentanoato	5,721	934	949	-	-	5,20
Hepten-1-ol <(4Z)>	6,202	953	959	-	40,39	-
Limoneno	8,022	1016	1016	100	59,61	7,56
Ác. octadecanóico metil éster	48,075	2096	-	-	-	8,60

NOTA: *%AR = Área de retenção no pico. TR = Tempo de retenção (min.). IR_{exp.} = Índice de retenção em relação ao *n*-alcanos (C8 – C31). IR_{lit.} = Índice de retenção literário (ADAMS, 2007; SZPUMAR; LOBINSKI, 2007).

Foram observados apenas dois compostos de ácidos graxos, etil-3-metil pentanoato (C₈H₁₆O₂) apenas no OSFM com 5,20%, e O ácido octadecanóico metil éster apenas no OSFM com 8,60%. Para compostos voláteis, foi identificado também apenas dois compostos, o hepten-1-ol <(4Z)> (C₇H₁₄O) em OFAM com 40,39%, e o limoneno observado nas três amostras de óleo com 100% para OFFM, 59,61% para OFAM, e de 7,56% para OSFM. Este composto pertence à classe dos terpenóides, sendo observado em inúmeros estudos de caracterização de óleos essenciais (RODRIGUES *et al.*, 2017). Nos estudos de Souza *et al.* (2019), os pesquisadores avaliaram o perfil químico do óleo fixo da semente de melancia *C. lanatus* por ressonância magnética nuclear (RMN), onde encontraram os ácidos graxos insaturados oléico com 19,4%, linoléico 89,9%, e ácidos graxos saturados como palmítico e esteárico com 23,3%. As gorduras e óleos são nutrientes essenciais na dieta humana e animal, além de serem importantes fontes de energia (SOUZA *et al.*, 2019; MARTIN *et al.*, 2006).

Compostos voláteis apresentam cadeias estruturais carbônicas menores que os observados em compostos de óleos fixos. O limoneno é frequentemente encontrado em óleos essenciais extraídos por hidrodestilação sendo observado em diversas partes da planta comumente em frutos cítricos, dentre outras espécies frutíferas como descrito por Navickiene *et al.* (2006), que encontraram nos óleos essenciais dos frutos de *Piper aduncum* com teor de 2,5%, para *Piper arboreum* com 6,3% e em *Piper tuberculatum* com 2,4%. Entretanto, não são todos os perfis

químicos de óleos extraídos de frutos que apresentam o limoneno, como descrito por Mandal e Mandal (2015), e por Raal *et al.* (2004), onde avaliaram o óleo essencial da semente de *Coriandrum sativum*, onde não encontraram esse composto. Este é o primeiro relato de voláteis em óleo fixo extraído a partir de farinhas processadas de melancia. Nota-se que ambos os compostos voláteis apresentam persistência mesmo durante o processo de extração a quente.

Em estudos avaliando óleo essencial, Yi *et al.* (2015), avaliaram os diferentes estádios de maturação de tangerinas, bem como os perfis químicos da casca dos frutos para cada período de maturação. Os pesquisadores relataram na composição, a presença de ácidos graxos como hexanodiólico, metil éster; octadecadienóico, metil éster e eicosatrienóico, metil éster. Inexistem na literatura, trabalhos que citam a presença de compostos voláteis em óleo fixo, carecendo de mais informações. Visto que, vários voláteis, apresentam importantes ações biológicas como antifúngica, antibacteriana, antioxidante, biodegradável, anti-inflamatória e como agentes biológicos no controle de insetos, moluscos, antifúngicos, dentre outros (DOS SANTOS *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2017; RIBEIRO-SANTOS *et al.*, 2017).

CONCLUSÕES

Os óleos fixos extraídos das farinhas de melancia *var. Crimson Sweet Extra*, apresentaram rendimento baixo, entretanto, foram observados compostos voláteis como limoneno e hepten-1-ol <(4Z)>. E de óleo fixo ácido octadecanóico metil éster, e etil-3-metil pentanoato correspondentes a ácidos graxos de cadeias longas, sendo apenas observados na farinha da semente de melancia.

Os compostos voláteis e de ácidos graxos avaliados neste estudo, são inéditos na literatura, visto que, os óleos fixos ainda apresentam compostos voláteis mais facilmente encontrados em produtos *in natura* onde o processo de extração é diferente do aplicado neste estudo. A partir destes resultados, a variedade *Crimson Sweet Extra*, após novos estudos de caracterização dos óleos fixos, poderá ser indicada para uso nas indústrias de alimentos e farmacêutica, visto que, os óleos extraídos das farinhas a partir dos resíduos, apresentaram compostos de grande importância econômica.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde; a Universidade Federal de Jataí, Campus Jatobá; a Universidade Federal de São Carlos; aos órgãos de fomento em pesquisa, CAPES, CNPq, FINEP e FAPEG pelas bolsas de mestrado em Agroquímica para o primeiro e segundo autores (Antonio e Wendel).

Evaluation of the major volatile and fatty compounds the oils extracted from watermelon flour (*Citrullus lanatus* Thumb Mansf. var. *Crimson Sweet Extra*)

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the major volatile compounds and fatty acids in watermelon flours. Flours were produced from flavedo, albedo and seed residues. The extraction was performed in a *Soxhlet* apparatus, using hexane solvent. The yield of the lipid content was determined in percentage. The color by visual analysis, and the chemical profile by gas chromatography with mass spectrometer. *Tukey's* test (p minor and less 0.05) was used to assess the results for statistical difference. The extraction yield was 0.94%, 0.67% and 1.45% for flavedo watermelon flour oil (*OFFM*), watermelon albedo flour oil (*OFAM*) and watermelon seed oil (*OFSM*), respectively. The visual color was green for *OFFM*, light yellow for *OFAM* and orange for *OFSM*. The major volatile compounds were limonene with 100% for *OFFM*, 59.61% for *OFAM*, and 7.56% for *OFSM*. The compound hepten-1-ol <(4Z)> with an area of 40.39%, was observed only for *OFAM*. The compounds of ethyl-3-methyl pentanoate and octadecanoic methyl ester with 8.60% were observed only in *OFSM*. The oils from the watermelon fruit flours showed important results for future work for use in the food and cosmetics industries.

KEYWORDS: chemical profile; watermelon; saponification; limonene; *Citrullus*; fatty acids.

REFERÊNCIAS

ABU-NASSER, B. S.; ABU-NASER, S. S. Cognitive system for helping farmers in diagnosing watermelon diseases. **International Journal of Academic Information Systems Research**, v. 2, n. 7, p. 1-7, 2018.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4th, Ed. Carol Stream: Allured Publ., 2007. P. 804.

AGUILAR, C. M. R.; LADINO, O. J. P.; GONZÁLEZ, E. A. P.; NIETO, M. E. B.; TORRES, G. R.; HEGEDUS, M. P. Estudio químico preliminar y evaluación de la actividad antioxidante, antialimentaria y tóxica, de la especie *Pernettya prostrata* (Ericaceae). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 19, n. 2, 2014.

ARIFFIN, A. A.; BAKAR, J.; TAN, C. P.; RAHMAN, R. A.; KARIM, R.; LOI, C. C. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. **Food Chemistry**, v. 114, p. 561-564, 2009.

AKAO, S. Nitrogen, phosphorus, and antioxidant contents in crop residues for potential cascade utilization. **Waste Biomass Valor**, v. 9, p. 1535-1542, 2018.

BRUM, A. A. S.; DE ARRUDA, L. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 849-854, 2009.

CHAVES, M.; MENDONÇA, C. R. B.; BORGES, C. D.; PORCU, O. M. Elaboração de biscoito integral utilizando óleo e farinha da polpa de abacate. **Boletim CEPPA**, v. 31, n. 2, p. 215-226, 2013.

COSTA, A. P. G. C.; CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; FEIJÓ, J. C.; MELO, R. D. Economical viability of tucumã meal in diets for broilers. **Agrotec, Journal Technical Agriculture**, v. 38, n. 4, p. 225-233, 2017.

COSTA, V. C. O.; TAVARES, J. F.; AGRA, M. F.; FALCÃO-SILVA, V. S.; FACANALI, R.; VIEIRA, M. A. R.; MARQUES, M. O. M.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J. P.; SILVA, M. S. Chemical composition and modulation of bacterial drug resistance of the essential oils from the leaves of *Rollinia leptopetala* R. E. Fries. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 18, n. 2, p. 245-248, 2008.

CRISTO, T. W.; SANTOS, M. M. R.; CANDIDO, C. J.; SANTOS, E. F.; NOVELLO, D. Cupcake with addition of watermelon rind flour (*Citrullus lanatus*): physicochemical and sensory characterization. **Ambiência Journal**, v. 14, n. 2, p. 331-342, 2018.

CUNHA, L. M. S.; PIRES, R. F.; DOS SANTOS, K. G.; DANTAS, S. C.; Comparação do rendimento por diferentes métodos de extração de óleo da polpa de pequi. **Research, Society and Development**, v. 9, 7, p. e342973876, 2020.

DA SILVEIRA, M. R. S.; PEREIRA, R. C. A.; DA SILVA, L. R.; BEZERRA, M. G. A. Composição físico-química e bioativa dos frutos de *Passiflora tenuifila* Killip (maracujá-alho). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 1, 2019.

DE SOUSA, T. S. B.; SILVA LIMA, A. D.; DA SILVA, E. K.; DE LIMA, E. N. Análise dos parâmetros físico-químicos e organolépticos de sabonetes líquidos íntimos. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 2, n. 3, p. 115-122, 2019.

DOS SANTOS, J. F. S. et al. Chemical composition, antifungal activity and potential anti-virulence evaluation of the *Eugenia uniflora* essential oil against *Candida* spp. **Food Chemistry**, v. 261, p. 233-239, 2018.

GALVÃO, E. L.; SILVA, D. C. F.; SILVA, J. O.; MOREIRA, A. V. B.; SOUSA, E. M. B. D. Evaluation of the antioxidant potential and sub-critical extraction of linseed oil. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 2, p. 551-557, 2008.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J.; SILVA, V. L. M. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, *Sobral*): avaliação química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 354-363, 2010.

GUINAZI, M.; MILAGRES, R. C. R. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P. Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2098-2103, 2009.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. IV Edição, 1ª Ed., digital, São Paulo, Brasil, 2008. 1020 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Produção agrícola municipal. Brasília: IBGE, 2015. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>. Acesso 26 Jun. 2020.

JADI, Z.; CHALESHTORI, R. S. Daily intake of pesticide residues in melon and watermelon samples in Kashan, Iran. **Journal Mazandaran University of Medical Sciences**, v. 29, n. 172, p. 135-139, 2019.

JORGE, N. Química e tecnologia de óleos vegetais. Ed. Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, São Paulo, 2009. 165 p.

LIMA, J. P.; PORTELA, J. V. F.; MARQUES, L-R.; ALCÂNTARA, M. A.; EL-AOUAR, Â. A. Farinha da entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. **Ciência Rural**, v. 45, n. 9, p. 1688-1694, 2015.

MANDAL, S.; MANDAL, M. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: Chemistry and biological activity. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, p. 1-8, 2015.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MEDEIROS, E. J. L.; QUEIROGA, R. C.; DE SOUZA, A. G.; CORDEIRO, A. M.; DE MEDEIROS, A. N.; DE SOUZA, D. L.; MADRUGA, M. S. Thermal and quality evaluation of vegetable oils used in ruminant feed. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 112, n. 3, p. 1515-1521, 2013.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Antioxidant capacity of vegetables commonly consumed. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MENEZES, A. C. P. F.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; DEMINSKI, G. O.; JESUS, A. P.; ANDRADE, M. S. B.; CASTRO, C. F. S. Avaliação colorimétrica e caracterização morfológica por microscopia óptica de alta resolução das farinhas dos frutos do jatobá, jambolão e siriguela. **Multi-Science Journal**, v. 2, n. 16, 2019.

MICHAJLUK, J.; BAZÁN, D.; MERELES, L.; DEGEN, R.; ALVARENGA, N. Caracterización física, análisis fitoquímico, huella digital cromatográfica, capacidad antioxidante y actividad antimicrobiana de los frutos de *Vitex megapotamica*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 1, 2019.

MILINSK, M. C.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V.; DE OLIVEIRA, C. C.; SOUZA, N. E. Comparative analysis of eight esterification methods in the quantitative determination of vegetable oil fatty acid methyl esters (FAME). **Journal Brazilian Chemistry Society**, v. 19, n. 8, p. 1475-1483, 2008.

MONÇÃO, O. P.; RIBEIRO, J. J.; MOSCON, E. S.; OLIVEIRA, D. N. S.; NASCIMENTO NETO, J. G. Produtividade da cultura de melancia sob diferentes doses de potássio no município de Santa Rita de Cássia – BA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1423-1224, 2012.

MURILLO, R. V.; LEYES, E. A. R.; CANAVACIOLO, V. L. G.; PÉREZ, R. C. S.; DELANGE, D. M.; SÁNCHEZ, D. M.; SÁNCHEZ, Á. T. L. Composición de ácidos grasos en frutos de *Ptychosperma elegans* y *Livistona chinensis* recolectados en Cuba. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 20, n. 1, 2015.

NASCIMENTO, J. A. M.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, S. A. S.; PEREIRA, W. E. Watermelon production in soil with cattle manure and potassium levels. **Agrárias, Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 2, p. 122-127, 2017.

NASCIMENTO, J. A. M.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. T.; MENDONÇA, V.; JÚNIOR, A. M. A.; MEDEIROS, S. A. S. Macronutrients in watermelon plants grown in soil with levels of cattle manure. **Agrárias, Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 10, n. 2, p. 224-229, 2015.

NAVICKIENE, H. M. D.; MORANDIM, A. de A.; ALÉCIO, A. C.; REGASINI, L. O.; BERGAMO, D. C. B.; TELASCREA, M.; CAVALHEIRO, A. J.; LOPES, M. N.; BOLZANI, V. da S.; FURLAN, M.; MARQUES, M. C. M.; YOUNG, M. C. M.; KATO, M. J. Composition and antifungal activity of essential oils from *Piper aduncum*, *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum*. **New Chemical Journal**, v. 29, n. 3, p. 467-470, 2006.

OLIVEIRA, D. de S.; RODRIGUES, J. C. F.; PERES, D. S.; MESQUISATA, A. A.; CAVALCANTE, M. D.; SANTOS, P. A dos. Physicochemical evaluation from the flour of watermelon inner skin. **Journal of Agricultural Technology & Science**, v. 12, n. 3, p. 63-64, 2018.

OLIVEIRA, F. C de.; CAMELO, A. L. M.; SILVA, F. F. M da.; SOUZA, F. T. C de.; LONGHINOTTI, E.; BARBOSA, F. G.; NASCIMENTO, R. F. Method validation by GC-MS for analysis of carvacrol and trans- β -caryophyllene in comercial samples containg essential oils. **Virtual Chemistry Journal**, v. 9, n. 3, p. 924-933, 2017.

PEREIRA, A. S.; MIGUEL, D. P.; CARVALHO, E. E. N. Caracterização de farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus lanatus*) produzida na região Sul do Tocantins. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, v. 1, 2010.

RAAL, A.; ARAK, E.; ORAV, A. Koriandriviljade eeterliku õli keemiline koostis já vastavus euroopa farmakopöa nõuetele. **Agraarteadus**, v. 15, n. 4, p. 234-239, 2004.

RIBEIRO-SANTOS, R.; ANDRADE, M.; DE MELO, N. R.; DOS SANTOS, F. R.; NEVES, I. A.; DE CARVALHO, M. G.; SANCHES-SILVA, A. Biological activities and major components determination in essential oils intended for a biodegradable food packaging. **Industrial Crops and Products**, v. 97, p. 201-210, 2017.

RODRIGUES, L. S.; SILVA, A. R. A.; MACÊDO, A. A. M. Noni (*Morinda citrifolia* Linn.): Phytochemical determination and antioxidant potential by DPPH method. **CONNECTIONS Science and Technology**, v. 11, n. 4, p. 47-54, 2017.

SANTOS, C. C. S.; GUIMARÃES, P. B.; RAMOS, S. A.; CAPOBIANGO, M. Determination of centesimal composition of flour obtained from the bark of pineapple. **Sinapse Multiple Journal**, v. 6, n. 2, p. 341-344, 2017.

SERBAI, D.; SANTOS, K. A.; DOS SANTOS, E. F.; CANDIDO, C. J.; NOVELLO, D. Adição de farinha de entrecasca de melancia em "cookies": Análise físico-química e sensorial entre crianças. **Revista Uniabeu**, v. 8, p. 223-234, 2015.

SOUZA, A. V. C.; OLIVEIRA, B. S.; HEY, G. B. S.; WITT, S. H.; BALBI, M. E.; CAMPOS, F. R. Análises química e bromatológica de sementes e de óleo fixo de melancia (*Citrullus lanatus*, Cucurbitaceae). *Visão Acadêmica*, v. 20, n. 1, p. 18-28, 2019.

SZPUMAR, J.; LOBINSKI, R. RSC – Chromatography Monographs – Hyphenated Techniques in Speciation Analysis. **Royal Society of Chemistry**, 2007, p. 234.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

YI, L.; DONG, N.; LIU, S.; YI, S.; ZHANG, Y. Chemical features of *Pericarpium citri Reticulatae* and *Pericarpium citri Reticulatae Viride* revealed by GC-MS metabolomics analysis. **Food Chemistry**, p. 192-199, 2015.

Recebido: 22 dez. 2018.

Aprovado: 03 jul. 2020.

DOI: 10.3895/rebrapa.v10n3.9241

Como citar:

MENEZES FILHO, A. C. P.; SOUSA, W. C.; CASTRO, C. F. S. Avaliação dos compostos voláteis majoritários e graxos dos óleos extraídos das farinhas de melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Manf. var. Crimson Sweet Extra). **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 10, n. 3, p. 1-14, jul./set. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rua Três, 10, Conj. Vila Verde, Rio Verde, Goiás, CEP 75909-120, Brasil.

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

