

Desenvolvimento e caracterização do perfil de compostos voláteis de casquinha de sorvete produzida com farinha da casca e amêndoa de manga Tommy Atkins

Development and characterization of the profile of volatile compounds of ice cream cone produced with Tommy Atkins mango peel and kernel flour

Desarrollo y caracterización del perfil de compuestos volátiles en conos de helado elaborados con harina de cáscara y almendra de mango Tommy Atkins

Recebido: 15/02/2021 | Revisado: 22/02/2021 | Aceito: 01/03/2021 | Publicado: 08/03/2021

Sabrina Alves Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7808-0731>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: sabrinaalvesramos@gmail.com

Mauro Ramalho Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9565-2244>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: mauroramalhosilva@yahoo.com.br

Izabela Oliveira Siuves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2746-3323>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: izabelasiuves@hotmail.com

Maria Luiza Ventura Gonçalves Martins de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0302-4337>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: maria.luiza.ventura99@gmail.com

Cecília Nogueira Dias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3731-5538>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: cecilia.ceciliadias@gmail.com

Rodinei Augusti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9448-9518>
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
E-mail: augusti.rodinei@gmail.com

Júlio Onésio Ferreira Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7483-0942>
Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil
E-mail: onesiomelo@gmail.com

Michely Capobiango

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6016-4969>
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil
E-mail: michely@pucminas.br

Resumo

O objetivo do estudo foi analisar os compostos voláteis presentes na farinha de casca e amêndoa de manga Tommy Atkins e em casquinha de sorvete elaborada com esta farinha. Na elaboração da casquinha substituiu-se 41% da farinha de trigo da receita tradicional pela farinha de coprodutos de manga. Os compostos voláteis foram analisados por meio da microextração em fase sólida no modo *head space* combinada com cromatografia gasosa e espectrometria de massas. Foram identificados 29 compostos voláteis na farinha produzida com coprodutos de manga, sendo constituídos principalmente de terpenos (89,7%), dos quais 22 (75,9%) permaneceram na casquinha de sorvete. A distribuição percentual dos compostos na casquinha de sorvete apresentou-se de forma distinta à da farinha, com diminuição das classes dos aldeídos e sesquiterpenos e aumento dos monoterpênicos. Conclui-se que dos 29 compostos voláteis presentes na farinha elaborada com coprodutos de manga, a maioria (n=22) permaneceu na casquinha de sorvete, mesmo empregando-se elevadas temperaturas no processo de produção, fazendo com que o produto desenvolvido apresente sabor e aroma característico de manga.

Palavras-chave: Compostos voláteis; Farinha de fruta; Sustentabilidade; Coprodutos de frutas; HS-SPME/CG-MS.

Abstract

The aim of this study was to analyze the volatile compounds present in Tommy Atkins mango peel and kernel flour and in an ice cream cone made with this flour. In the preparation of the cone, 41% of the wheat flour of the traditional recipe was replaced by the flour of mango co-products. The volatile compounds were analyzed by solid phase microextraction in head space mode combined with gas chromatography and mass spectrometry. Twenty-nine volatile compounds were identified in flour produced with mango co-products, consisting mainly of terpenes (89.7%), of which 22 (75.9%) remained in the ice cream cone. The percentage distribution of the compounds in the ice cream cone was different from that of flour, with a decrease in the classes of aldehydes and sesquiterpenes and an increase in monoterpenes. It is concluded that of the 29 volatile compounds present in the flour prepared with mango co-products, most (n=22) remained in the ice cream cone, even using high temperatures in the production process, making the developed product present flavor and characteristic aroma of mango.

Keywords: Volatile compounds; Fruit flour; Sustainability; Fruit co-products; HS-SPME/GC-MS.

Resumen

El objetivo del estudio fue analizar los compuestos volátiles presentes en la haría de cáscara y almendra de mango Tommy Atkins y en conos de helado elaborados con esta harina. En la elaboración del cono, el 41% de la haría de trigo de la receta tradicional fue substituida por la harina de subproductos de mango. Los compuestos volátiles fueron analizados mediante microextracción en fase sólida en el modo *headspace* combinado con cromatografía de gases y espectrometría de masas. Fueron identificados 29 compuestos volátiles en la harina elaborada con subproductos del mango, constituida principalmente por terpenos (89,7%), de los cuales 22 (75,9%) permanecieron en el cono de helado. La distribución porcentual de los compuestos en el cono de helado fue diferente a la de la harina, con una disminución de las clases de los aldehídos y sesquiterpenos y un aumento de los monoterpenos. Se concluye que, de los 29 compuestos volátiles presentes en la harina elaborada con subproductos del mango, la mayoría (n=22) permaneció en el cono de helado, incluso empleándose altas temperaturas en el proceso de producción, haciendo con que el producto desarrollado tenga sabor y aroma característico a mango.

Palabras clave: Compuestos volátiles; Harina de frutas; Sustentabilidad; Subproductos de frutas; HS-SPME/CG-MS.

1. Introdução

O Brasil apresenta grande diversidade na produção de frutas tropicais, como banana, abacaxi, coco-da-baía, melancia, mamão e manga (Lima et al., 2019). A manga possui um mercado muito forte para a sua comercialização e sua produção no ano de 2018 foi de aproximadamente 1 milhão e 320 mil toneladas (IBGE, 2018).

Os cultivares mais comuns de manga são as variedades Tommy Atkins, Rosa, Espada, Keitt, Haden e Palmer. Dentre as muitas variedades, a Tommy Atkins, de origem norte-americana, é a mais cultivada e representa 90% das exportações de manga no Brasil, devido principalmente à sua coloração intensa, alta produtividade e resistência ao transporte a longas distâncias (SEBRAE, 2020).

Na indústria, a manga é processada para a obtenção de polpa ou suco concentrado que servirá como matéria-prima para novos produtos, como na fabricação de doces, sucos, polpas, geleias, licores, entre outros. Portanto, no processamento primário ocorre a extração da polpa propriamente dita, gerando resíduos orgânicos, compostos basicamente por cascas, sementes e amêndoas, que compõem aproximadamente 35 a 60% do peso total do fruto (Oliver-Simancas et al., 2020b; Nascimento & Franco, 2015).

O aproveitamento de coprodutos de frutas tem impacto econômico, nutricional e sustentável. No aspecto econômico, para as indústrias há a diminuição dos custos da produção e conseqüentemente reduz o impacto que esses podem causar ao serem descartados no meio ambiente (Nagel et al., 2014). No âmbito nutricional é possível enriquecer nutricionalmente a dieta utilizando essas partes das frutas, proporcionando mais fibras, vitaminas e sais minerais às preparações (Lima et al., 2019; López-Cobo et al., 2017; Marques et al., 2010; Rybka et al., 2018). No aspecto sustentável, a indústria descarta grandes volumes de coprodutos podendo gerar contaminantes para água e vegetações, que provocariam a emissão de gases que auxiliam no efeito estufa. Desta forma, o uso racional destas partes contribui na redução dos impactos ambientais (Coelho et al., 2019; Nascimento & Franco, 2015; Oliver-Simancas et al., 2020b; Sumaya et al., 2019).

A casca de manga Tommy Atkins possui concentrações superiores às encontradas na polpa de proteína, carboidrato, fibra alimentar e de elementos minerais como magnésio, fósforo, sódio, potássio e cálcio (Rojas et al., 2018). A amêndoa deste mesmo cultivar de manga possui consideráveis teores de proteínas, lipídeos, carboidratos e cinzas (Lima et al., 2019).

Segundo a ABIS (Associação Brasileira de Industrias de Sorvete), o Brasil ocupa o 10º lugar no *ranking* mundial de produção de sorvete e o consumo per capita de 5,77 litros coloca o país no 11º lugar no ranking de consumo, o que influencia diretamente na produção e consumo de casquinhas de sorvete, que são fabricadas para acompanhar o produto, agregando valor e sabor ao sorvete (ABIS, 2019).

Os compostos voláteis existentes nas frutas são aromatizantes naturais e estão presentes na casca, amêndoa e polpa, e podem influenciar na qualidade e aceitação do produto pelo consumidor. O aroma é um fator importante e está presente nas frutas principalmente na forma aromática de aldeídos, álcoois, ésteres, lactonas, cetonas, quinonas e terpenos. Os compostos voláteis presentes nos frutos podem variar em virtude da espécie, cultivo, estágio de maturação, condições climáticas e de armazenamento (Bonneau et al., 2016; Liu et al., 2020; Ma et al., 2018; Oliver-Simancas et al., 2020a).

Uma alternativa eficiente para a utilização dos coprodutos de manga é a produção e a utilização de farinhas produzidas a partir da casca e da amêndoa, pois ao serem utilizadas para substituição parcial à farinha de trigo no desenvolvimento de receitas agregam valor nutricional ao produto final (Hallabo et al., 2018; Ramos et al., 2021; Torres-León et al., 2016). Entretanto, não se sabe se os compostos voláteis presentes nas farinhas elaboradas com coprodutos de manga são estáveis após a elaboração da preparação. Deste modo, o objetivo deste estudo foi determinar o perfil de compostos voláteis presentes na farinha de casca e amêndoa de manga Tommy Atkins e em casquinha de sorvete produzida com esta farinha.

2. Metodologia

Material

A fibra SPME Divinilbenzeno/Carboxen/Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) foi adquirida da Sigma Aldrich (São Paulo, SP, Brasil).

Mangas maduras foram adquiridas em supermercado local de Belo Horizonte (MG) e transportadas para o Laboratório de Técnica e Dietética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Preparação da amostra

Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (200 mg/L/15 min) com posterior enxague em água corrente.

A casca da manga foi obtida através de descascamento manual, cortadas em cubos, dispostas em tabuleiro forrado com papel toalha. As mesmas foram secas em forno a gás a 180 °C, retirando e mexendo a cada 20 min. O processo foi repetido até que as cascas estivessem totalmente secas, totalizando 123 min. A amêndoa da manga foi retirada do interior da semente com auxílio de faca de alumínio, e lavada em água corrente. Em seguida foi ralada manualmente em ralo grosso, espalhada em tabuleiro de alumínio forrado com papel toalha e levada para secar em forno a gás a 180 °C, retirando e mexendo a cada 20 min, totalizando 58 min. Após esfriar por completo, cascas e amêndoas foram processadas em liquidificador (Philips Walita, modelo RI 2034) e peneiradas (abertura 1mm). Posteriormente foram armazenadas em frasco de vidro com tampa, em local seco e com baixa luminosidade.

O rendimento das farinhas foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{Rendimento (\%)} = \text{PF} \times 100 / \text{PC}$$

Onde: PF = peso da farinha produzida e PC = peso inicial da casca ou amêndoa.

Elaboração da casquinha de sorvete

Para a produção da casquinha de sorvete foram realizados testes preliminares, sendo padronizada a substituição de 41% da farinha de trigo pela farinha elaborada com coprodutos de manga, sendo 61,6% de farinha de casca e 38,4% de amêndoa. Nesta proporção, não foi observado pelos autores sabor residual amargo.

Os ingredientes utilizados na elaboração das duas preparações estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Formulação da casquinha de sorvete tradicional e da casquinha de sorvete com farinha da casca e amêndoa de manga (g/100g).

Ingredientes	Casquinha de sorvete tradicional	Casquinha de sorvete com farinha de casca e amêndoa de manga
Farinha de trigo	36,8	21,7
Clara de ovo	26,4	26,4
Açúcar cristal	21,5	21,5
Manteiga com sal	15,3	15,3
Farinha da casca da manga	-	9,3
Farinha de amêndoa da manga	-	5,8

Fonte: Autores.

Para o preparo das casquinhas a manteiga foi derretida no micro-ondas por 15 s e foi reservada até esfriar. As claras de ovos foram batidas em batedeira até o ponto de neve. Logo após, acrescentou-se cada ingrediente separadamente e homogeneizou-se até uniformizar, na sequência de açúcar, manteiga e farinha. Em frigideira pequena e antiaderente foi espalhada uma colher de sobremesa cheia de massa, distribuída de forma que ficasse fina e o mais liso possível, levado em fogo baixo por um minuto e depois virado e deixado por mais um minuto. Para moldar foi colocado ainda quente sobre o fundo de um copo americano e deixado esfriar por 2 min.

Extração e identificação dos compostos voláteis

A extração dos compostos voláteis foi realizada pelo método da microextração em fase sólida no modo *head space* combinada com cromatografia gasosa e espectrometria de massas, em três repetições, segundo procedimento de Silva et al. (2019). Para tal, 2,0 g da amostra (farinha de casca e amêndoa de manga e casquinha elaborada com farinha de casca e amêndoa de manga) foram transferidos para um frasco com capacidade de 20 mL, o qual foi fechado e transferido para um bloco de alumínio (8,5 x 10 cm). O frasco foi pré-aquecido por 5 min a 75 °C. Em seguida, a fibra DVB/CAR/PDMS foi inserida e mantida por 20 min para a extração dos compostos voláteis da amostra.

Após esse período, a fibra foi inserida, exposta e mantida por 5 min a 200 °C no injetor do cromatógrafo gasoso (Trace GC Ultra) equipado com um espectrômetro de massas (modelo Polaris Q, Thermo Scientific, San Jose, CA, EUA) com analisador do tipo *ion-trap* equipado com um injetor *split/splitless* no modo *splitless*. Utilizou-se o hélio como gás de arraste a um fluxo de 1 mL/min e uma coluna capilar modelo HP-MS (5% fenil e 95% metilpolisiloxano) com dimensões de 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm da marca Agilent Technologies INC (Munique, Alemanha). As temperaturas do forno foram: 40 °C (2

min), aquecimento posterior para 100 °C (8 °C/min, 2 min), depois para 120 °C (10 °C/min, 2 min) e 245 °C (15 °C/min) durante 2 min. As condições experimentais empregadas foram faixa de massas de 35 a 300 m/z , modo de ionização com impacto de elétrons de 70 eV, temperatura da linha de transferência e da fonte de íons de 275 e 200 °C, respectivamente.

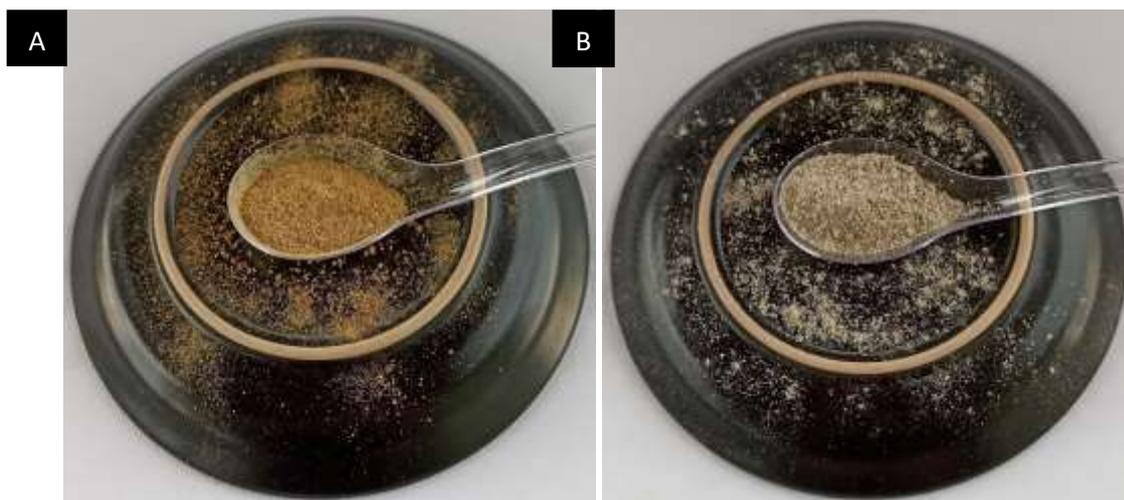
A identificação dos compostos voláteis das amostras foi realizada utilizando a Biblioteca NIST (*National Institute of Standards and Technology Research Library*).

3. Resultados e Discussão

Caracterização das farinhas e das casquinhas

O rendimento da farinha de casca de manga foi de 15%, apresentando cor amarelada, odor característico de manga e sem sabor amargo. A farinha de amêndoa de manga apresentou rendimento de 24%, cor acinzentada, inodora e sabor amargo (Figura 1). Uma possível explicação para os valores de rendimentos inferiores da farinha da casca comparados aos da amêndoa, seria a perda de água durante o processo de secagem para a obtenção das farinhas, já que a casca possui valores de umidade superiores a amêndoa da manga (Lima et al., 2019; Marques et al., 2010).

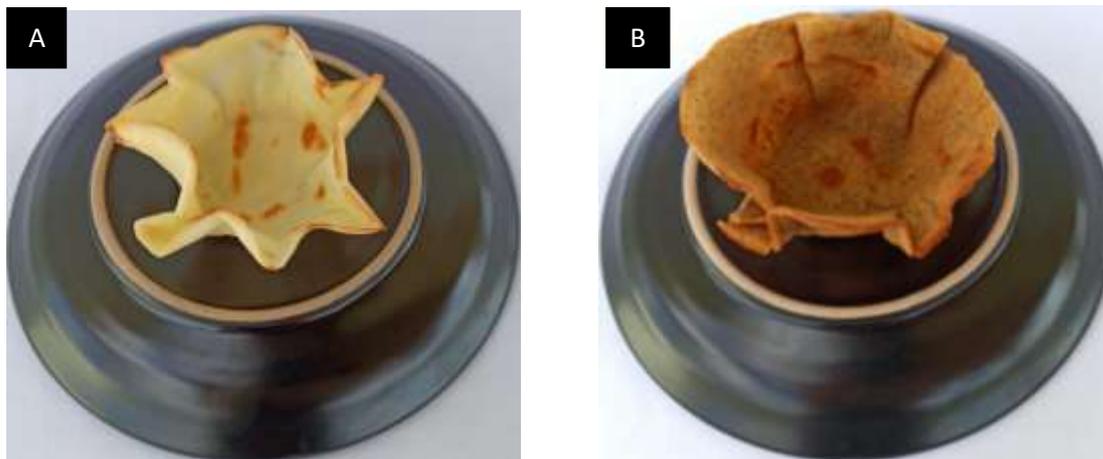
Figura 1. Farinhas obtidas a partir de coprodutos de manga Tommy Atkins.



(A) Farinha de casca de manga. (B) Farinha de amêndoa de manga. Fonte: Autores.

A casquinha de sorvete tradicional apresentou coloração amarelada e sem odor característico. Já a casquinha de sorvete elaborada com a farinha da casca e amêndoa de manga apresentou coloração marrom, odor leve e característico de manga (Figura 2).

Figura 2. Casquinha de sorvete tradicional e casquinha de sorvete elaborada com farinha de coprodutos de manga Tommy Atkins.

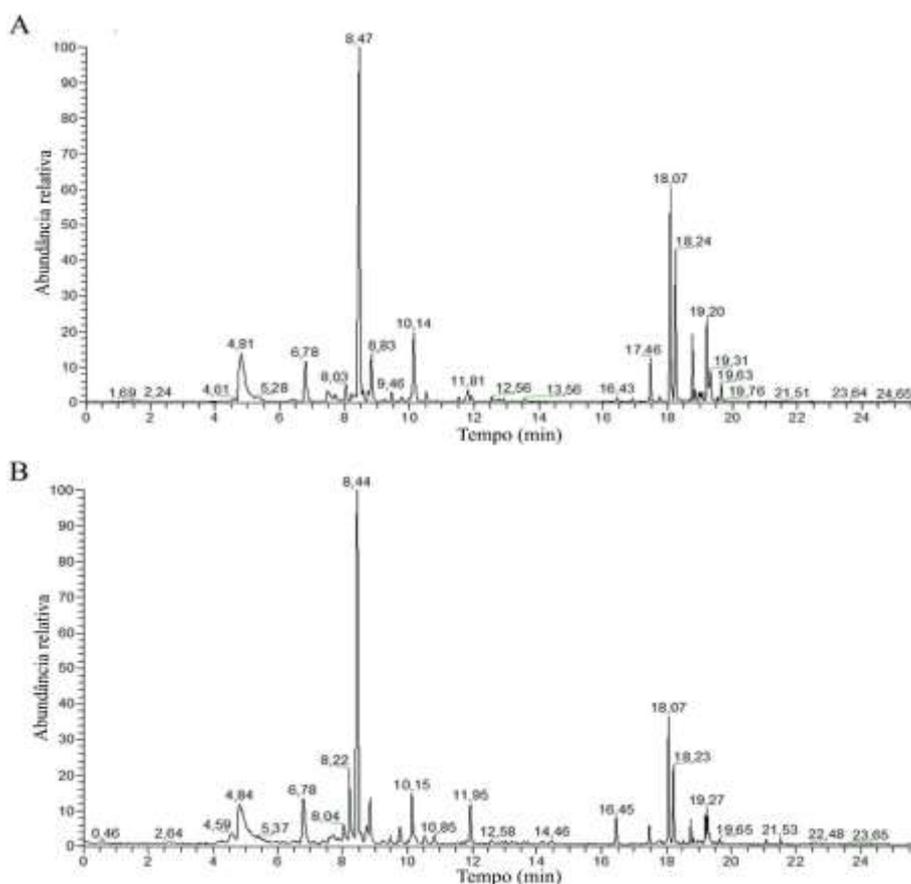


(A) Casquinha de sorvete tradicional. (B) Casquinha de sorvete elaborada com farinha da casca e amêndoa de manga. Fonte: Autores.

Compostos voláteis

Os compostos voláteis detectados nas amostras de farinha da casca e amêndoa de manga e na casquinha de sorvete estão apresentados na Figura 3 e na Tabela 2.

Figura 3. Perfis cromatográficos da farinha da casca e amêndoa de manga Tommy Atkins e da casquinha de sorvete elaborada com esta farinha.



(A) Farinha da casca e amêndoa de manga. (B) Casquinha de sorvete elaborada com farinha da casca e amêndoa de manga. Fonte: Autores.

Tabela 2. Compostos voláteis identificados na farinha da casca e amêndoa de manga e na casquinha de sorvete.

Nº	Nome	Nº CAS	Farinha de casca e amêndoa de manga	Casquinha elaborada com farinha de casca e amêndoa de manga
Aldeídos				
1	Furfural	98-01-1	+	+
2	5-Metil-furfural	620-02-0	+	nd
3	Decanal	124-19-6	+	+
Terpenos				
Monoterpenos				
4	α -Pinenos	80-56-8	+	+
5	3-Careno	13466-78-9	+	+
6	α -Terpineno	99-86-5	+	+
7	Ocimeno	29714-87-2	+	nd
8	ρ -Cimeno	99-87-6	+	nd
9	Silvestreno	1461-27-4	+	+
10	γ -Terpineno	99-854	+	+
11	γ -Terpineol	586-81-2	+	+
Sesquiterpenos				
12	Óxido de cariofileno	1139-30-6	+	+
13	δ -Elemeno	20307-84-0	+	+
14	α -Copaeno	3856-25-5	+	+
15	Aromadendreno	489-39-4	+	nd
16	α -Gurjuneno	489-40-7	+	+
17	α -Guaieno	3691-12-1	+	+
18	γ -Gurjuneno	22567-17-5	+	nd
19	α -Cariofileno	6753-98-6	+	+
20	β -Selineno	17066-67-0	+	+
21	α -Selineno	473-13-2	+	+
22	δ -Cadineno	483-76-1	+	+
23	γ -Muuroleno	30021-74-0	+	+
24	Valenceno	4630-07-3	+	+
25	Viridifloreno	21747-46-6	+	+
26	α -Muuroleno	31983-22-9	+	+
27	α -Cadineno	82468-90-4	+	+
28	α -Cubebeno	17699-14-8	+	nd
29	γ -Cadineno	39029-41-9	+	nd

Nd = não detectado. Fonte: Autores.

Na mistura de farinha da casca e amêndoa da manga foram detectados 29 compostos voláteis pertencentes as classes químicas dos terpenos e aldeídos. Dentre eles, notou-se predomínio de terpenos, os quais corresponderam a 89,7% (n=26) dos compostos, destes sendo 30,8% (n=8) monoterpenos e 69,2% (n=18) sesquiterpenos (Tabela 2).

A distribuição percentual das classes químicas dos compostos voláteis está representada na Figura 4. Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com a literatura, uma vez que o aroma de mangas é constituído principalmente por compostos das classes dos mono e sesquiterpenos, porém outras classes podem estar presentes como álcoois, aldeídos e cetonas (Canuto et al., 2009; Bonneau et al., 2016; Oliver-Simancas et al., 2020a; Pino et al., 2005). Sabe-se que os principais compostos voláteis encontrados na manga Tommy Atkins são α e β -pineno, β -mirceno, d -3-careno, α -terpineno, p -cimeno, d -limoneno, β -ocimeno, γ -terpineno, α -terpinoleno, α -copaeno, α -gurjuneno, $trans$ - β -cariofileno, α -cariofileno e β -selineno (Canuto et al., 2009). Desses 15 compostos, 9 foram identificados no presente estudo (Tabela 2) sendo eles α -pineno, 3-careno, α -terpineno, r -cimeno, γ -terpineno, α -copaeno, α -gurjuneno, α -cariofileno e β -selineno.

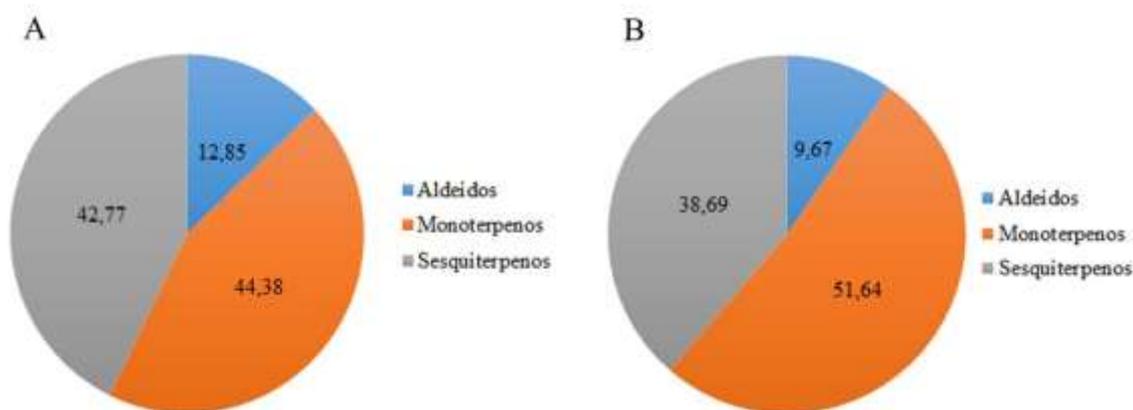
Observou-se que no processo de elaboração das casquinhas ocorreu diminuição da composição relativa das classes de aldeídos (23,7%) e sesquiterpenos (9,5%). Dentre os 29 compostos encontrados na farinha de casca e amêndoa de manga, sete (24%) não foram identificados na casquinha do sorvete, sendo eles: 5-metil-furfural, ocimeno, *p*-cimeno, aromadendreno, γ -gurjuneno, α -cubebeno e γ -cadineno.

As condições de processamento podem influenciar a estabilidade dos compostos voláteis. Em amostras submetidas a temperaturas acima de 60°C foram observadas perdas de 35,5% a 59,7% destes compostos (Janzanti et al., 2003; Oliver-Simancas et al., 2020b). Por outro lado, neste estudo observou-se que 24,1% dos compostos voláteis da farinha elaborada com coprodutos de manga foram perdidos ao produzir a casquinha de sorvete, ou seja, um percentual de perda menor do que o relatado em outros estudos.

Estudos têm demonstrado que temperaturas entre 104 °C e 190 °C propiciam a perda de alguns compostos voláteis, mas também a formação de novos compostos (Diaconeasa et al., 2019; Kuşçu & Bulantekin, 2016; Rojas et al., 2020). Alguns autores relatam que a perda de compostos voláteis pode ocorrer pela evaporação ou degradação durante o processo de obtenção em altas temperaturas (Bonneau et al., 2016; Oliver-Simancas et al., 2020b). Isto pode explicar os resultados obtidos no presente estudo já que a temperatura média empregada na produção da casquinha de sorvete foi superior a 100 °C.

Observou-se que a distribuição percentual dos compostos na casquinha de sorvete apresentou-se de forma distinta à da farinha, com diminuição das classes dos aldeídos e sesquiterpenos e aumento dos monoterpenos (Figura 4). Oliver-Simancas et al. (2020b) observaram que após a secagem de casca de manga em estufa também houve a degradação de sesquiterpenos.

Figura 4. Distribuição percentual das classes químicas dos compostos voláteis da farinha de casca e amêndoa de manga e da casquinha de sorvete.



(A) Farinha da casca e amêndoa de manga. (B) Casquinha de sorvete elaborada com farinha da casca e amêndoa de manga. Fonte: Autores.

No presente estudo verificou-se perda de aldeídos, mas na literatura foi possível observar que ao serem utilizadas altas temperaturas houve aumento devido a reações enzimáticas e oxidativas (Belitz et al., 2009; Oliver-Simancas et al., 2020b). No entanto, sabe-se que a classe química dos aldeídos é muito volátil, o que justifica os resultados observados neste trabalho.

4. Conclusões Finais

No presente estudo a farinha elaborada com coprodutos de manga apresentou 29 compostos voláteis e a maioria destes (n=22) permaneceu na casquinha de sorvete elaborada com esta farinha.

Conclui-se a importância de acrescentar as farinhas elaboradas com coprodutos de manga em preparações, pois possuem valor nutricional agregado, podendo contribuir com as características sensoriais dos produtos, uma vez que os

compostos voláteis podem influenciar na qualidade e na aceitação pelo consumidor. Além disso, são uma alternativa para diminuir a quantidade de resíduos descartadas no meio ambiente e os custos de produção nas agroindústrias.

Devido a sua importância são necessárias novas pesquisas para ampliar o entendimento das perdas e transformações dos compostos durante a elaboração de novos produtos, como também futuras análises da composição nutricional, de macro e micronutrientes que podem estar presentes no produto final.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas, incluindo a PROPPG pelo Fundo de Apoio à Pesquisa (FIP), à concessão de bolsas de iniciação científica da CAPES e CNPq.

Referências

- ABIS. Associação Brasileira de Indústrias de Sorvete. (2019). *Produção e Consumo de Sorvete no Brasil*. <http://www.abis.com.br/mercado>.
- Belitz, H. D., Grosh, W., & Shieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Springer.
- Bonneau, A., Boulanger, R., Lebrun, M., Maraval, I., & Gunata, Z. (2016). Aroma compounds in fresh and dried mango fruit (*Mangifera indica* L. cv. Kent): impact of drying on volatile composition. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 789-800.
- Canuto, K., Souza, M., & Garruti, D. (2009). Composição química volátil, em diferentes estádios de maturação, de manga 'Tommy Atkins' produzida no Vale do São Francisco. *Química Nova*, 32(9), 2377-2381.
- Coelho, E. M., Souza, M. E. A. O., Corrêa, L. C., Viana, A. C., Azevêdo, L. C., & Lima, M. S. (2019). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Mango Peel Liqueurs (*Mangifera indica* L.) Produced by Different Methods of Maceration. *Antioxidants*, 8(4), (102). <https://doi.org/10.3390/antiox8040102>
- Diaconeasa, Z., Luhas, C. I., Ayvaz, H., Rugina, D., Stanila, A., Dulf, F., Bunea, A., Socaci, A., Socaciu, C., & Pinteau, A. (2019). Phytochemical characterization of commercial processed blueberry, blackberry, blackcurrant, cranberry, and raspberry and their antioxidant activity. *Antioxidants*, 8(11), 540. <https://doi.org/10.3390/antiox8110540>
- Hallabo, S. A. S., Helmy, S. A., Elhassaneen, Y., & Shaaban, M. (2018). Utilization of mango, onion and potato peels as sources of bioactive compounds in biscuits processing. *Bioscience Research*, 15(4), 3647-3657.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Produção Agrícola Municipal – PAM*. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>.
- Janzantti, N. S., Franco, M. R. B., & Wosiacki, G. (2003). Efeito do processamento na composição de voláteis de suco clarificado de maçã Fuji. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, 23(3), 523-528. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000300037>
- Kuşçu, A., & Bulantekin, O. (2016). The effects of production methods and storage on the chemical constituents of apple pekmez. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 3083-3092. <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs13197-016-2281-1>.
- Lima, J. R., Rybka, A. C. P., Souza, A. C. R., Pinto, C. O., Magalhães, H. C. R., Araujo, I. M. S., Wurlitzer, N. J., & Parente, P. V. C. (2019). Amêndoas dos Endocarpos de Manga Keitt, Kent, Palmer e Tommy Atkins: Rendimento na Obtenção, Composição Centesimal e da Fração Lipídica. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 186, 1-17.
- Liu, H., An, K., Su, S., Yu, Y., Wu, J., Xiao, G., & Xu, Y. (2020). Aromatic Characterization of Mangoes (*Mangifera indica* L.) Using solid phase extraction coupled with gas chromatography–mass spectrometry and olfactometry and Sensory Analyses. *Foods*, 9(1), 75. <https://doi.org/10.3390/foods9010075>.
- Lópes-Cobo, A., Verardo, V., Diaz-de-Cerio, E., Segura-Garretero, A., Fernández- Gutiérrez, A., & Gómez- Caravana, A. (2017). Use of HPLC- and GC-QTOF to determine hydrophilic and lipophilic phenols in mango fruit (*Mangifera indica* L.) and its byproducts. *Food Research International*, 100(3), 423-434. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.02.008>.
- Ma, X. W., Su, M. Q., Wu, H. X., Zhou, Y. G., & Wang, S. B. (2018). Analysis of the Volatile Profile of Core Chinese Mango Germplasm by Headspace Solid-Phase Microextraction Coupled with Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Molecules*, 23(6), 1480. <https://doi.org/10.3390/molecules23061480>.
- Marques, A., Chicaybam, G., Taranto, A., Trajano, L. R., & Sabaa-Srur, A. U. O. (2010). Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. *Revista Brasileira de fruticultura*, 4, 1206-1210.
- Nagel, A., Neidhart, S., Anders, T., Elstner, P., Korhummel, S., Sulbzer, T., Wulfkühler, S., Winkler, C., Qadri, S., Rentschler, C., Pholpipattanapongc, N., Wuthisomboonc, J., Undress, H.-U., Sruamsiri, P., & Carle, R. (2014). Improved processes for the conversion of mango peel into storable starting material for the recovery of functional co-products. *Industrial Crops and Products*, 61, 92-105. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.06.034>.
- Nascimento, W., & Franco, C. R. (2015). Avaliação do potencial dos resíduos obtidos através do processamento agroindustrial no Brasil. *Revista Virtual de Química*, 7(6), 1968-1987. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150116>.

Oliver-Simancas, R., Muñoz, R., Díaz-Maroto, C., Pérez-Coelho, S., & Alañón, M. E. (2020a). Mango by-products as natural source of valuable odoractive compounds. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 100(3), 4688-4695. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10524>.

Oliver-Simancas, R., Díaz-Maroto, M. C., Pérez-Coelho, M. S., & Alañón, M. E. (2020b). Viability of pre-treatment drying methods on mango peel by-products to preserve flavouring active compounds for its revalorization. *Journal of Food Engineering*, 279, 109953. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109953>.

Pino, J. A., Mesa, J., Muñoz, Y., Martia, P., & Marbot, R. (2005). Volatile components from mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53, 2213- 2223. <https://doi.org/10.1021/jf0402633>.

Ramos, S. A., Silva, M. R., Jacobino, A. R., Damasceno, I. A. N., Rodrigues, S. M., Carlos, G. A., Rocha, V. N., Augusti, R., Melo, J. O. F., & Capobiango, M. (2021). Caracterização físico – química, microbiológica e da atividade antioxidante de farinhas de casca e amêndoa de manga (*Mangifera indica*) e sua aplicação em brownie. *Research, Society and Development*, 10(2), e22310212436. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12436>.

Rojas, M., Chejne, F., Ciro, H., & Montoya, J. (2020). Roasting impact on the chemical and physical structure of Criollo cocoa variety (*Theobroma cacao* L). *Journal of Food Process Engineering*, 43(6), e13400. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13400>.

Rojas, R., Alvarez-Pérez, O. B., Contretas-Esquivel, J. C., Vicente, A., Flores, A., Sandoval, J., & Aguilar, C. N. (2018). Valorisation of mango peels: Extraction of pectin and antioxidant and antifungal polyphenols. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 89-98. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0433-4>.

Rybka, A. P., Lima, A. S., & Nassur, R. (2018). Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. *Centro Científico Conhecer*, 15(27), 12-21.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. 2020. <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-manga,90f5438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>.

Silva, M. R., Bueno, G. H., Araujo, R. L.B., Lacerda, I. C. A., Freitas, L. G., Morais, H. A., Augusti, R., & Melo, J. O. F. (2019). Evaluation of the influence of extraction conditions on the isolation and identification of volatile compounds from cagaita (*Eugenia dysenterica*) using HS-SPME/GC-MS. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 30(2), 379-387. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20180187>.

Sumaya-Martínez, M. T., Medina-Carrillo, R., González-Ocegeda, E., Jiménez-Ruiz, E., Bolois-Morales, R., Sánchez-Herrera, L. M., & López-Nahuatt. (2019). Mango (*Mangifera indica* L.) pulping byproducts: Antioxidant activity and bioactive compounds of three mango cultivars. *Revista Bio Ciências*, 6, e560. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.01.27>.

Torres-Leon, C., Rojas, R., Contreras-Esquivel, C. J., Serna-Cock, L., Belmares-Cerda, R. E., & Aguilar, P. C. N. (2016). Mango seed: Functional and nutritional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 55, 109-117.