



CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO MINERAL DE NOZES DE MACADÂMIA (*MACADAMIA INTEGRIFOLIA*) PRODUZIDAS NO BRASIL

Kaylane P. L. Oliveira¹; Richard Ketounou¹; Renata C. F. Bonomo¹; Danilo J. Leão¹

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

E-mail: kaylims19@gmail.com

Palavras-Chave

Macadamia integrifolia, macrominerais, microminerais

Introdução

As nozes comestíveis desempenham papel relevante na alimentação humana em razão de sua elevada densidade nutricional, fornecendo lipídios de alta qualidade, proteínas, fibras dietéticas, vitaminas e minerais essenciais à manutenção da saúde (ALASALVAR; SALVADÓ, 2020; ROS, 2023). Evidências científicas recentes indicam que o consumo regular de oleaginosas está associado à melhora do perfil lipídico, à redução do risco cardiovascular e à presença de efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios (GUASCH-FERRÉ et al., 2018; ROS, 2023).

Dentre as oleaginosas, a noz de macadâmia (*Macadamia integrifolia*) destaca-se pelo elevado teor de ácidos graxos monoinsaturados, especialmente ácido oleico e palmitoleico, além de apresentar alta estabilidade oxidativa e propriedades sensoriais amplamente valorizadas pela indústria alimentícia (GARG et al., 2022; OLIVEIRA et al., 2021). Embora o perfil lipídico da macadâmia seja amplamente explorado na literatura, sua composição mineral também contribui de forma significativa para seu valor nutricional, sendo fundamental para diversas funções metabólicas no organismo humano (GARG et al., 2022; SILVA et al., 2023).

Os minerais são nutrientes essenciais que atuam como componentes estruturais, reguladores do equilíbrio eletrolítico e cofatores de inúmeras reações enzimáticas. A ingestão adequada desses elementos está diretamente relacionada à manutenção da saúde óssea, da função neuromuscular, do metabolismo energético e dos mecanismos de defesa antioxidante (FAO/WHO, 2019; EFSA, 2017). No contexto da noz de macadâmia, destacam-se macrominerais como potássio,



magnésio e fósforo, bem como microminerais como ferro, zinco, manganês e cobre, os quais desempenham papéis fisiológicos fundamentais no metabolismo humano (USDA, 2024; GARG et al., 2022).

Estudos recentes demonstram que a composição mineral das nozes apresenta variações nos teores de macro e microminerais, evidenciando a importância de sua caracterização nutricional. No caso da noz de macadâmia, pesquisas internacionais relatam diferenças nos perfis minerais entre amostras, indicando variações nos teores de elementos como potássio, magnésio, ferro, zinco e manganês, o que reforça a necessidade de estudos específicos para ampliar o conhecimento sobre sua composição mineral e fornecer subsídios para a avaliação de seu valor nutricional e potencial aplicação na alimentação humana (WOŹNIAK et al., 2022; MARKIEWICZ-ŻUKOWSKA et al., 2022; GARG et al., 2022; SILVA et al., 2023).

No Brasil, a produção de macadâmia tem se expandido principalmente nos estados de São Paulo, Espírito Santo e Bahia, acompanhada por crescente interesse científico e econômico. Entretanto, ainda são limitados os estudos que abordam de forma sistemática a composição mineral das nozes de macadâmia produzidas no país, o que restringe a consolidação de informações atualizadas sobre seu valor nutricional e dificulta comparações com dados internacionais (OLIVEIRA et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2021).

Dessa forma, a caracterização da composição mineral das nozes de macadâmia brasileiras torna-se fundamental para ampliar o conhecimento científico sobre sua qualidade nutricional e fortalecer sua aplicação em dietas balanceadas e no desenvolvimento de alimentos funcionais, contribuindo para a valorização da macadâmia produzida no Brasil.

Material e Métodos

Matéria-prima

Foram utilizadas 10 amostras de *Macadamia integrifolia*, coletadas em junho de 2022 na Bahia, São Paulo e Espírito Santo. As amêndoas foram armazenadas sob vácuo, protegidas da luz e congeladas entre -1 °C e -4 °C.

Preparo das amostras e análise mineral

Para a realização das análises minerais, as amostras de nozes de macadâmia foram inicialmente trituradas em micro moinho de bolas pulverizador (Marconi, modelo MA 350/70/NYL), até a obtenção de material homogêneo. Em seguida, aproximadamente 0,5 g de cada amostra foi pesada em copos apropriados para digestão, sendo preparados também brancos analíticos nas mesmas condições.

Posteriormente, foram adicionados 6 mL de ácido nítrico concentrado (HNO₃) e 2 mL de peróxido de hidrogênio 30 % (v v⁻¹) (H₂O₂) a cada amostra. A decomposição ácida foi realizada



em sistema fechado, a 200 °C, por aproximadamente 45 minutos, procedimento que assegura maior eficiência na solubilização da matriz orgânica e minimiza possíveis perdas ou contaminações dos elementos minerais.

Após a etapa de decomposição, as soluções obtidas foram transferidas quantitativamente para balões volumétricos de 15 mL, sendo o volume ajustado com água ultrapura. As amostras foram armazenadas sob refrigeração até o momento das análises.

Para a quantificação dos minerais, uma alíquota de 3 mL da solução digerida foi pipetada e diluída com água ultrapura até o volume final de 10 mL. A determinação dos elementos minerais foi realizada por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Induzido por Micro-ondas (MIP OES), sob condições instrumentais previamente otimizadas, incluindo potência do plasma, fluxo de gás argônio e comprimentos de onda específicos para cada elemento analisado.

A calibração do equipamento foi realizada por meio de curvas analíticas externas, construídas a partir de soluções padrão multielementares, preparadas em meio ácido semelhante ao das amostras. As curvas apresentaram coeficientes de correlação (R^2) superiores a 0,99, assegurando a linearidade e a confiabilidade das determinações. Os resultados foram expressos em mg/kg, considerando as diluições realizadas durante o preparo das amostras.

Resultados e Discussão

Tabela1: A tabela1 apresenta os conteúdos minerais das nozes de macadâmias analisadas

Teor médio de minerais mg/kg presentes nas nozes								
Amostras	Zn	Fe	Cu	K	Mg	Mn	Na	P
1	30,98±0,9	19,20±2,1	3,22±0,2	2942,73±9,4	936,06±7,4	3,19±0,1	392,19±6,6	2258,31±6,4
2	34,11±3,2	17,25±0,2	4,47±0,9	2446,04±5,9	719,20±1,8	3,90±1,4	371,84±6,5	2432,23±1,2
3	42,04±0,7	17,99±0,7	3,54±0,1	2602,53±3,2	760,87±1,2	2,18±0,6	367,48±4,1	2416,52±2,9
4	41,80±4,2	12,86±0,5	2,98±0,7	2477,88±6,6	681,99±2,1	1,06±0,6	357,12±5,4	2503,29±1,5
5	29,09±0,5	19,74±2,1	5,62±0,3	2813,68±1,3	741,90±1,7	5,18±0,7	384,77±3,1	2305,03±9,3
6	25,32±0,1	18,30±4,6	6,73±2,0	2853,57±7,0	750,98±4,1	35,23±1,6	416,97±3,3	2168,70±1,7
7	24,77±1,3	14,89±0,3	7,28±1,6	3407,77±5,9	829,85±8,2	49,39±1,9	441,11±4,4	2167,21±1,1
8	25,75±2,5	18,22±2,7	5,82±0,4	2868,86±3,9	743,00±6,6	25,21±0,8	400,42±4,9	2071,51±1,3
9	24,81±1,1	18,37±2,2	5,91±0,5	2930,77±3,4	673,84±3,1	26,96±2,8	426,64±2,6	2063,98±3,9
10	32,37±3,6	22,91±5,8	5,64±1,5	3510,09±1,5	810,30±2,7	10,35±1,1	112,66±2,7	2273,30±2,1

Os resultados obtidos evidenciam que as nozes de macadâmia analisadas apresentam um perfil mineral característico, com predominância de macrominerais, especialmente potássio (K), fósforo (P) e magnésio (Mg), seguidos por teores moderados de microminerais como zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu) e manganês (Mn). Esse padrão está de acordo com o descrito para oleaginosas comestíveis, que são reconhecidas como alimentos de elevada densidade mineral e



importantes fontes de nutrientes essenciais na dieta humana (ALASALVAR; SALVADÓ, 2020; SILVA et al., 2023).

O potássio foi o mineral presente em maior concentração em todas as amostras, com valores variando de 2.446,04 a 3.510,09 mg/kg. Resultados semelhantes são reportados na literatura para nozes e sementes oleaginosas, destacando o papel da macadâmia como fonte relevante desse macromineral, essencial para a manutenção do equilíbrio eletrolítico, função neuromuscular e regulação da pressão arterial (USDA, 2024; GARG et al., 2022). A variação observada entre as amostras indica diferenças quantitativas, porém sem alterar o padrão geral de predominância do potássio.

O fósforo apresentou teores elevados, variando de 2.063,98 a 2.503,29 mg/kg, sendo o segundo macromineral mais abundante nas amostras analisadas. Esse mineral desempenha papel fundamental na formação óssea, no metabolismo energético e na constituição de fosfolipídios e ácidos nucleicos. Os valores obtidos são compatíveis com os reportados para nozes comestíveis e confirmam a contribuição nutricional da macadâmia como fonte de fósforo (FAO/WHO, 2019; GARG et al., 2022).

O magnésio foi o terceiro macromineral mais abundante, com concentrações entre 673,84 e 936,06 mg/kg. Esse mineral atua como cofator em diversas reações enzimáticas, além de estar associado à função muscular, ao metabolismo energético e à homeostase celular. Estudos anteriores indicam que oleaginosas, incluindo a macadâmia, contribuem de forma significativa para a ingestão dietética de magnésio, corroborando os resultados observados neste estudo (EFSA, 2017; SILVA et al., 2023).

Entre os microminerais, o zinco apresentou concentrações variando de 24,77 a 42,04 mg/kg, valores comparáveis aos reportados para outras nozes comestíveis. O zinco desempenha papel essencial na função imunológica, na síntese proteica e na atividade de inúmeras enzimas, sendo considerado um micronutriente de elevada importância nutricional (WOŹNIAK et al., 2022; MARKIEWICZ-ŻUKOWSKA et al., 2022).

O ferro foi detectado em concentrações moderadas, variando de 12,86 a 22,91 mg/kg. Embora a macadâmia não seja considerada uma fonte primária desse mineral, sua contribuição dietética pode ser relevante quando associada a outros alimentos, especialmente considerando o papel do ferro no transporte de oxigênio e no metabolismo energético (FAO/WHO, 2019; SILVA et al., 2023).

Os teores de cobre variaram de 2,98 a 7,28 mg/kg, valores condizentes com aqueles relatados para oleaginosas. O cobre participa da formação de enzimas antioxidantes, do metabolismo do ferro e da síntese de tecido conjuntivo, e sua presença em níveis adequados reforça o valor nutricional da macadâmia (GARG et al., 2022; WOŹNIAK et al., 2022).

O manganês apresentou ampla variação entre as amostras, com valores entre 1,06 e 49,39 mg/kg, sendo o elemento que exibiu maior variabilidade relativa. Esse mineral está envolvido em processos antioxidantes e no metabolismo de carboidratos e lipídios. A variabilidade observada entre as amostras está de acordo com estudos que relatam diferenças nos teores de



manganês em nozes e sementes, sem comprometer sua segurança ou valor nutricional (MARKIEWICZ-ŻUKOWSKA et al., 2022; SILVA et al., 2023).

O sódio apresentou baixos teores na maioria das amostras, variando de 112,66 a 441,11 mg/kg, característica nutricionalmente favorável, uma vez que dietas com baixo teor de sódio são recomendadas para a prevenção de doenças cardiovasculares. Resultados semelhantes são reportados na literatura para nozes comestíveis, reforçando o potencial da macadâmia para consumo em dietas equilibradas (ALASALVAR; SALVADÓ, 2020; USDA, 2024).

Conclusões

Este estudo demonstrou que as nozes de macadâmia produzidas no Brasil apresentam um perfil mineral relevante, com predominância de potássio, fósforo e magnésio, além de microminerais essenciais como zinco, ferro, cobre e manganês em concentrações adequadas. O método de decomposição ácida em sistema fechado, aliado à determinação por MIP OES, mostrou-se eficiente e confiável para a quantificação dos minerais. Os resultados reforçam o valor nutricional da macadâmia brasileira e seu potencial como alimento de elevada densidade mineral, contribuindo para dietas balanceadas e para a valorização do produto nacional.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro. Agradecem também à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento desta pesquisa. Em especial, agradecem ao doutorando Tankpinou Richard Ketounou, idealizador deste trabalho, e à sua orientadora, Profa. Dra. Renata Cristina Ferreira Bonomo, agradecem ainda ao Prof. Dr. Danilo Junqueira Leão pela orientação, apoio e participação no desenvolvimento das atividades de pesquisa.

Referências

- ALASALVAR, C.; SALVADÓ, J. Nutritional and health aspects of nuts. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, v. 124, n. 9, p. 977–1000, 2020.
- EFSA. European Food Safety Authority. Dietary reference values for minerals. *EFSA Journal*, Parma, v. 15, n. 8, p. 1–68, 2017.
- FAO/WHO. Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization. *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. 2. ed. Rome: FAO, 2019.
- GARG, M. et al. Nutritional composition and health benefits of macadamia nuts. *Food Chemistry*, Oxford, v. 373, p. 131494, 2022.



GUASCH-FERRÉ, M. et al. Nut consumption and cardiovascular disease. *Journal of the American College of Cardiology*, New York, v. 72, n. 8, p. 1038–1049, 2018.

MARKIEWICZ-ŻUKOWSKA, R. et al. Nuts as a dietary enrichment with selected minerals. *Foods*, Basel, v. 11, n. 20, p. 3152, 2022.

OLIVEIRA, D.; SANTOS, A.; FERREIRA, G.; GOMES, C. Bioactive compounds and mineral composition of macadamia nuts. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, p. 145–156, 2019.

OLIVEIRA, M.; RODRIGUES, P.; SILVA, W. Macadamia nut: chemical composition and nutritional importance. *Food Chemistry Advances*, v. 2, p. 70–82, 2021.

ROS, E. Nuts and health: latest evidence. *Nutrients*, Basel, v. 15, n. 2, p. 1–20, 2023.

SILVA, R. S. et al. Mineral composition and nutritional quality of edible nuts. *Foods*, Basel, v. 12, n. 6, p. 1154, 2023.

USDA. United States Department of Agriculture. *FoodData Central: macadamia nuts*. Washington, DC, 2024.

WOŹNIAK, M. et al. The content of phenolic compounds and mineral elements in nuts. *Nutrients*, Basel, v. 14, n. 9, p. 1–18, 2022.