

## DETERMINAÇÃO DA FRAÇÃO BIOACESSÍVEL DE Ca, K, Mg e Si EM FRUTAS TROPICAIS

JOÃO VITOR A. S. DE PAULO<sup>1</sup>; JÉSSICA DA R. PORTO<sup>2</sup>;  
ANDERSON. S. RIBEIRO<sup>3</sup>; MARIANA A. VIEIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – Joaovaspaulo@outlook.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – jporto8.jp@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – andersonsch@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – maryanavieira@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

O consumo regular de frutas é reconhecido por seu desempenho fundamental para saúde e bem-estar da população. Sua composição se destaca em ser fonte de nutrientes essenciais, fibras e compostos bioativos que ajudam a prevenir diversos tipos doenças, melhorando a digestão e fortalecendo o sistema imunológico (DEVIRGILIIS, 2024).

As frutas tropicais se destacam no Brasil e a produção elevada é favorecida pelo território extenso, clima e solo adequados. Dentre as frutas mais cultivadas, pode se citar a laranja, banana, açaí, abacaxi e manga, as quais trazem uma diversidade de benefícios para a saúde. O cultivo das frutas promove o crescimento econômico, desenvolvimento regional e incentiva a implementação de práticas agrícolas sustentáveis (ABRA, 2023). A banana uma das frutas mais abundantes e de grande relevância econômica e nutricional, possuindo ampla variedade de cultivares e formas de consumo. Na sua composição destacam-se as vitaminas A, C e do complexo B, carboidratos de fácil digestão e minerais essenciais à saúde como P, Fe K e Mg (SINGH, 2016).

A manga se destaca pelo sabor adocicado e aroma característico, sendo fonte importante de vitaminas A e C, fibras alimentares e minerais como Ca, K e Mg, além de conter compostos bioativos, com ação antioxidante (MALDONADO-CELIS, 2019).

Embora seja um conhecimento popular que frutas como a banana e a manga sejam benéficas para a saúde, é importante que haja um monitoramento para a compreensão do quanto o consumo desta fruta pode estar contribuindo para a ingestão de nutrientes. Neste contexto, apesar de estudos de concentração total sejam informativos quanto a sua composição, estudos de simulação da digestão *in vitro* trazem informações mais relevantes quanto a ingestão de alimentos, indicando quanto dos analitos de fato são liberados no trato gastrointestinal para posterior absorção (LOUZADA, 2022; PEREIRA, 2025).

Isto posto, o objetivo deste trabalho é avaliar a fração bioacessível de Ca, K, Mg e Si em bananas e mangas pela técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Induzido por Micro-ondas (MIP OES).

### 2. METODOLOGIA

As amostras de banana (caturra e prata) e manga (Palmer e Tommy) foram adquiridas em comércio local de Pelotas. Em laboratório, as mesmas foram

descascadas, colocadas em um processador de alimentos e a polpa obtida foi colocada em frascos de polipropileno (PP) à -16 °C até a realização das análises.

Para o preparo das amostras, a decomposição ácida com sistema de refluxo foi empregada. Foram pesados diretamente em tubo de decomposição, aproximadamente 500 mg de massa seca de amostra (variando de 1,7 a 3,9 g de amostra *in natura*), seguido da adição de 2,0 mL de água deionizada e 3,0 mL de HNO<sub>3</sub> 65% (m/v). O sistema de refluxo foi acoplado aos tubos de decomposição e no bloco digestor aquecido à 135 °C, os tubos permaneceram pelo período de 3h. Após, as soluções resultantes foram deixadas resfriar até temperatura ambiente, e então, adicionaram-se 2,0 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% v/v. Em seguida, os tubos foram lavados novamente ao bloco digestor e reaquecidos por mais 1 hora à 120 °C. Ao fim da decomposição, as soluções resultantes foram transferidas para frascos de PP e o volume aferido a 25 mL com água deionizada.

Para o ensaio de bioacessibilidade, o método de digestão *in vitro* que simula as etapas da digestão gastrointestinal, descrito por MINEKUS et al. (2014) foi aplicado. Após o final deste método, o sobrenadante foi retirado para a determinação da fração bioacessível e o sólido resultante (fração não bioacessível) foi decomposto pelo método descrito anteriormente para a concentração total.

Ao fim dos processos, todas as soluções foram diluídas para determinação dos analitos pela técnica de MIP OES.

Cabe salientar que a quantificação, a etapa de simulação do processo digestivo e as decomposições, foram todas realizadas em triplicatas para cada amostra, bem como a realização de brancos durante os processos para descontar e avaliar possíveis contaminações presentes nos processos e reagentes utilizados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A exatidão do método de bioacessibilidade foi avaliada através do balanço de massas, onde foi evidenciada uma boa exatidão, obtendo valores de recuperação dentro da faixa de 80 a 120%, considerada aceitável.

Comprovada a exatidão, as amostras foram preparadas pelo método de decomposição ácida com sistema de refluxo para a determinação da concentração total e pelo método de digestão *in vitro* para a determinação da concentração bioacessível. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Dentre os analitos investigados, o K nas amostras de banana apresentou concentração total e fração bioacessível alta, seguido por Mg. Nas amostras de manga, o Mg apresentou a maior fração bioacessível.

Para os analitos Si e Ca, as menores frações bioacessíveis observadas para todas as amostras, tanto bananas como mangas, indicam que menos de 26% destes nutrientes são liberados para absorção pelo organismo humano. Ainda, é possível identificar que para as mangas, o Si tem maior bioacessibilidade que Ca, enquanto para as bananas, é observado o inverso.

O analito Mg apresentou alta bioacessibilidade para ambas as mangas, evidenciando que grande parte de sua concentração se encontra disponível para absorção do organismo. Por outro lado, para as amostras de banana, o analito teve bioacessibilidade moderada de 50 e 58%. Entretanto mesmo sendo menos bioacessível, a fruta ainda contribui com concentrações próximas ao dobro que as amostras de manga.

Para K, ambas as amostras de banana e manga apresentaram bioacessibilidade moderada a alta com fração bioacessível maior que 59%,

entretanto as variedades de banana por possuírem maiores concentrações do analito, levam a uma maior concentração disponível para a absorção no organismo em relação as variedades de manga.

**Tabela 1.** Valores de concentração total (CT), concentração bioacessível (CB) e fração bioacessível (FB). Valores em mg/kg. (média ± desvio padrão, n=3).

| <b>Banana Caturra (BC)</b> |                    |                 |           |
|----------------------------|--------------------|-----------------|-----------|
| <b>Analito</b>             | <b>CT</b>          | <b>CB</b>       | <b>FB</b> |
| <b>Si</b>                  | 37,37 ± 2,11       | 6,69 ± 0,22     | 17,9      |
| <b>Ca</b>                  | 73,01 ± 4,05       | 14,79 ± 0,77    | 20,3      |
| <b>K</b>                   | 4990,0 ± 423,9     | 3716,5 ± 1379,1 | 74,5      |
| <b>Mg</b>                  | 292,7 ± 3,1        | 138,0 ± 4,2     | 47,1      |
| <b>Banana Prata (BP)</b>   |                    |                 |           |
| <b>Si</b>                  | 67,45 ± 3,08       | 3,29 ± 0,06     | 4,9       |
| <b>Ca</b>                  | 88,11 ± 6,33       | 12,11 ± 0,65    | 13,7      |
| <b>K</b>                   | 3556,924 ± 173,696 | 2117,6 ± 170,1  | 59,5      |
| <b>Mg</b>                  | 301,5 ± 23,1       | 166,4 ± 12,9    | 55,2      |
| <b>Manga Palmer (MP)</b>   |                    |                 |           |
| <b>Si</b>                  | 18,93 ± 0,14       | 4,78 ± 0,30     | 25,3      |
| <b>Ca</b>                  | 79,83 ± 4,92       | 9,06 ± 0,11     | 11,4      |
| <b>K</b>                   | 1580,7 ± 8,5       | 1086,8 ± 400,4  | 68,8      |
| <b>Mg</b>                  | 54,88 ± 1,77       | 50,55 ± 4,88    | 92,1      |
| <b>Manga Tommy (MT)</b>    |                    |                 |           |
| <b>Si</b>                  | 22,72 ± 2,09       | 4,29 ± 0,32     | 18,9      |
| <b>Ca</b>                  | 96,79 ± 4,48       | 13,91 ± 1,37    | 14,4      |
| <b>K</b>                   | 2057,8 ± 30,8      | 1301,5 ± 128,3  | 63,2      |
| <b>Mg</b>                  | 96,78 ± 5,12       | 97,39 ± 7,62    | 100,6     |

FB: Fração bioacessível em porcentagem.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos é evidente como o ensaio de bioacessibilidade traz informações significativas para a compreensão da ingestão dos minerais através das frutas, podendo compreender a real concentração dos analitos disponíveis para absorção pelo organismo humano.

Os analitos K e Mg apresentaram as maiores contribuições para todas as variedades de frutas investigadas, enquanto Si e Ca, apesar de apresentar as menores concentrações também podem contribuir, necessitando de outros alimentos que complementem melhor com a ingestão dos mesmos. Por fim, também foi possível distinguir as diferenças de composição e contribuição de todos analitos entre bananas e mangas e suas variedades mais comuns.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAFRUTAS – Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. **Painéis de produção**. Acessado em: 19 ago. 2025. Disponível em: <https://abrafrutas.org/paineis-de-producao/>.

PEREIRA, C. C.; SOUZA, A. O.; BONEMANN, D.H.; ORESTE, E. Q.; ANTUNES, L. E. C.; CADORE, S.; RIBEIRO, A. S.; VIEIRA, M. A. Evaluation of Total Concentration and Bioaccessible Fraction of Metals in Berry Fruits from Different Cultivars. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 36, p. 1-10, 2025.

DEVIRGILIIS, C.; GUBERTI, E.; MISTURA, L.; RAFFO, A. Effect of Fruit and Vegetable Consumption on Human Health: An Update of the Literature. **Foods**, v. 13, p. 3149, 2024.

LOUZADA, A. R. R.; OLIZ, L. O.; GOMES, C. G.; BONEMANN, D.; SCHERDIEN, S. H.; RIBEIRO, A. S.; VIEIRA, M. A. Assessment of total concentration and bioaccessible fraction of minerals in peaches from different cultivars by MIP OES. **Food Chemistry**, v. 391, p. 1-10, 2022.

MINEKUS, M.; et al. A standardized static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. **Food Function**, v. 5, p. 1113-1124, 2014.

SINGH, B.; SINGH, J. P.; KAUR, A.; SINGH, N.; Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review. **Food Chemistry**, v. 206, p. 1-11, 2016.

MALDONADO-CELIS M. E.; YAHIA E. M.; BEDOYA R.; LANDÁZURI P.; LOANGO N.; AGUILÓN J.; RESTREPO B.; OSPINA J. C. G.; Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1073, 2019.