



## PROPRIEDADES FUNCIONAIS E FISIOLÓGICAS DA CASCA E POLPA DA BANANA MADURA E VERDE

**Palavras-Chave:** *musa sp.*, compostos bioativos, propriedades fisiológicas

**Autores:** Carra, André Batista; Baptista, Rafaela de Carvalho; Júnior, Mário Roberto

**Maróstica**

**A194061@DAC.UNICAMP.BR [FEA/UNICAMP]**

**CARVALHBAPTISTA@GMAIL.COM [FEA/UNICAMP]**

**Prof. Dr. MMAROSTI@UNICAMP.BR (orientador) [FEA/UNICAMP]**

### 1. INTRODUÇÃO:

Nas últimas décadas, o cenário mundial tem observado a busca por uma alimentação mais saudável e natural, que possa contribuir para a manutenção e/ou melhoria da saúde física e mental do ser humano. Neste sentido, produtos de origem vegetal (ex. frutas, hortaliças e cereais) têm ganhado destaque no cenário mundial como fontes de vitaminas, minerais, fibras e principalmente de compostos fitoquímicos. Fibras dietéticas e compostos fitoquímicos proporcionam benefícios que vão muito além da nutrição básica. Estudos demonstram que as fibras dietéticas são capazes de modular a microbiota intestinal humana; enquanto que os compostos fitoquímicos podem apresentar atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, moduladoras do metabolismo, etc. Tais componentes funcionais apresentam efeitos benéficos à saúde, sendo capazes de prevenir e/ou tratar doenças crônicas, como a obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares, etc. (Sardarodiyani and. Mohamadi, 2016; Caleja et al., 2017).

Fitoquímicos e fibras dietéticas desempenham um papel importante na dieta humana e têm sido objeto de pesquisa quanto às fontes alimentares e seus efeitos na saúde. Deste modo, observa-se a busca crescente por alimentos funcionais, capazes de apresentar ação metabólica e/ou fisiológica no organismo humano. Tais alimentos apresentam elevado potencial econômico e de exploração comercial, seja para o desenvolvimento de ingredientes funcionais e/ou oportunidades emergentes no dinâmico segmento comercial de alimentos funcionais (Silva et al., 2018).

Neste sentido, a banana (*musa sp.*), a fruta mais consumida no mundo e o quarto alimento na lista dos mais produzidos, tem ganhado destaque após estudos revelarem que a fruta pode ser explorada como uma fonte alimentar barata e rica em fibras dietéticas; enquanto o fruto maduro pode ser explorado como fonte de compostos fenólicos biologicamente ativos (Mosa and Khalil, 2015; Adegoke et al., 2016; Barroso et al., 2019; Alvarado-Jasso et al., 2020; Rosado et al., 2019). Para melhor compreensão dos efeitos fisiológicos do consumo da casca e polpa da banana faz-se necessário pesquisas que compilem seus reais efeitos na saúde humana. Deste modo, o presente projeto objetiva realizar uma exaustiva revisão de literatura sobre as propriedades funcionais e fisiológicas da casca e polpa da banana, madura e verde, visando uma melhor compreensão de seus efeitos biológicos e a valorização do fruto para exploração comercial além da polpa madura.

## 2. OBJETIVO:

O objetivo do presente trabalho é fornecer uma revisão robusta e atualizada das propriedades funcionais e fisiológicas da casca e polpa da banana madura e verde como recurso terapêutico à saúde humana.

## 3. METODOLOGIA:

Para a escrita do artigo, um levantamento das principais e recentes publicações científicas com o tema foram realizadas nas seguintes bases de dados: “Scopus”, “Web of Science”, “Pubmed”, “Google Scholar” e “Science Direct”, no período de 2001 até o presente momento, dando subsídio para a base da pesquisa científica. Para a busca eletrônica dos periódicos foram utilizados como palavras-chave os seguintes termos: “*Musa* sp.”, “banana”, “botânica”, “compostos bioativos” e “propriedades fisiológicas”. Resultados apresentados na forma de dissertações, teses, trabalhos de conclusão de curso e páginas de internet foram descartados. Todos os artigos elegíveis foram utilizados para a escrita do artigo. O artigo de revisão foi estruturado conforme os tópicos abaixo.

1. Introdução: abordando sobre a importância da casca e polpa da banana como um alimento funcional e de prevenção de doenças;
2. Composição química e fitoquímica da fruta madura e verde;
3. Efeitos bioativos na saúde da casca e da polpa: abordando os estudos científicos dos últimos 5 ou 10 anos que avaliou os efeitos da fruta na saúde humana, abordando estudos da polpa *in natura* e do extrato;
4. Conclusões;
5. Referências.

## 4. DISCUSSÃO:

### 4.1. Composição fitoquímica:

Nas últimas décadas, a casca da banana verde despontou no cenário alimentício como um alimento com propriedades funcionais, ou seja, além das suas propriedades nutricionais básicas, a fruta e seus derivados apresentam numerosos compostos biologicamente ativos e benéficos à saúde. Neste sentido, o alimento desponta como uma boa fonte de fibras dietéticas e compostos fenólicos (Kanikowska et al., 2020; Emaga et al., 2007).

Dentre os metabólitos secundários identificados na fruta e seu derivado (casca) podemos citar as catecolaminas (Kanazawa and Sakakibara, 2000), os compostos fenólicos (Verde-Mendez et al., 2003), os carotenoides (ex: trans- $\beta$ -caroteno, trans - $\alpha$ -caroteno e cis- $\beta$ -caroteno) e a piridoxina (vitamin B6) (Van den Berg et al., 2000; Pereira and Maraschin, 2015).

Os maiores valores de compostos fenólicos na fruta são observados na casca em comparação com a polpa, com teores que variam de 4,95 a 47 mg equivalente ácido gálico / g de matéria seca na fruta madura. Na casca são identificados mais de 40 compostos, que podem ser divididos em ácidos hidroxicinâmicos, flavonóides, Flavan-3-óis e catecolaminas (VU; SCARLETT; VUONG, 2018). Destes, os compostos de maior predominância são os flavonóides, dos quais podemos citar: quercetin-3-O-rutinoside (rutin), myricetin deoxyhexose-hexoside, kaempferol-3-O-rutinoside e galocatequina (Someya et al. 2002; TSAMO et al., 2015). Os principais compostos fenólicos identificados na polpa madura foram catequina, epicatequina, lignina, taninos e antocianinas) (SULAIMAN et al., 2011) A diversidade dos compostos fitoquímicos presentes no fruto (casca e polpa) são dependentes de diversos fatores, como a variedade da banana, as condições de cultivo, o local e os métodos de pré-tratamento (Vu, Scarlett e Vuong, 2018).

Na fruta madura (polpa/casca), observa-se uma redução nos teores dos compostos fenólicos ao longo do amadurecimento em comparação com a fruta verde (polpa/casca),

com redução entre 15-52%. Os maiores índices de redução (52%) são observados quando a fruta alcança o estágio de super maturação (casca amarela com pontos pretos) (VU; SCARLETT; VUONG, 2018).

A casca e polpa da banana verde têm sido identificadas como uma rica fonte de prebióticos. Mosa e Khalil (2015) relatam que a casca verde é fonte de uma elevada quantidade de amido resistente (50.25%), apresentando um elevado conteúdo de fibras insolúveis (7–36%) e fibras solúveis (5–13%). Similarmente, a polpa da banana verde é um produto com alto teor de amido resistente, agindo no organismo como fibra alimentar. Segundo Alvarado-Jasso et al., (2020), a farinha de banana verde apresenta um teor de 47.3-54.2% de amido resistente. Deste modo, a fruta e seu derivado podem ser explorados como uma fonte alimentar barata e rica de fibras dietéticas, sendo uma importante alternativa para o enriquecimento da dieta humana.

#### **4.2. Efeitos bioativos na saúde:**

Os fitoquímicos e as fibras dietéticas presentes na casca e polpa da banana a tornam uma alternativa interessante para a saúde humana. Estudos demonstram que a casca e polpa da banana podem ajudar na prevenção e tratamento de algumas doenças, seja através da utilização dos extratos ricos em compostos bioativos ou pela utilização direta do produto, dentre os efeitos benéficos à saúde destacam-se: a redução de doenças cardiovasculares, potencial efeito hepatoprotetivo contra esteatose hepática (Mosa and Khalil, 2015), potencial efeito protetivo contra colite (Adegoke et al., 2016), efeito anticâncer (Barroso et al., 2019), efeitos antiobesogênicos (Alvarado-Jasso et al., 2020; Rosado et al., 2019), aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta (Rosado et al., 2019), controle da diabete (Reddy et al., 2017), além de apresentar propriedades antioxidantes e antimicrobianas (Mokbel e Hashinaga, 2005).

Em um estudo randomizado com camundongos C57BL/6 machos e induzidos à obesidade, uma intervenção dietética com farinha da banana verde foi capaz de reduzir o peso corporal e melhorar os biomarcadores da obesidade (Alvarado-Jasso et al., 2020). A farinha da banana verde (FBV) se mostrou efetiva em aumentar a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), os quais foram associados com a redução da ingestão energética e do peso corporal. Dentre os AGCC, o acetato está associado com a regulação do apetite através da estimulação da secreção de leptina pelos adipócitos.

No estudo de Rosado et al., (2019), a intervenção dietética com FBV em camundongos obesos obteve efeitos relevantes na mitigação da esteatose hepática, com redução de 93% dos triglicerídeos no fígado. Os resultados benéficos foram associados, novamente, ao aumento da produção de AGCC. Os AGCC estão associados à capacidade de regular o metabolismo de lipídeos e da glicose no fígado, através da modulação de proteínas no órgão. A análise de blotting mostrou uma redução nas proteínas AMPK $\alpha$ /AMPK, HMGCoA-r e FAZ; enquanto houve um aumento das proteínas ABCG8 e ABCG5. As vias AMPK apresentam grande impacto na gliconeogênese e lipogênese; o FAZ está associado com a síntese de ácidos graxos; enquanto que as proteínas ABCG8 e ABCG5 contribuem para a redução de esteróis na dieta.

O efeito anticâncer da casca da banana verde também tem sido relatado por Barroso et al., (2019). Um estudo *in vitro* com o extrato hidroalcoólico da casca da banana verde (EHCBV), preparado com 70% de etanol, demonstrou que o EHCBV apresentou efeito antiproliferativo contra diferentes células cancerígenas (carcinoma hepatocelular - HepG2, melanoma maligno A-375, carcinoma de mama - MCF-7 e adenocarcinoma de colorretal Caco-2). A administração de 100  $\mu$ g/mL do extrato apresentou diferentes efeitos nas linhas celulares, tais como: necrose e apoptose, morte das células ou mudanças na morfologia celular. Os efeitos benéficos observados foram atribuídos ao elevado conteúdo de compostos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonóides agliconas, flavonóides glicosídeos, polifenóis) e catecolaminas. Sabe-se que os polifenóis têm potencial para inibir a

progressão do tumor, bem como sensibilizar as células de câncer a rádio e quimioterapia. Os autores sugerem que o EHCBV pode ser investigado como uma possível droga medicinal contra células cancerígenas.

Potenciais efeitos protetivos contra a colite foram investigados por Adegoke et al., (2016), utilizando o extrato da casca da banana madura. Os autores demonstraram que 50 mg / kg do extrato metanólico ou de frações de acetato de etila foram capazes de normalizar a consistência das fezes e reduzir significativamente o dano macroscópico e a lesão histológica do tecido do cólon em ratos. Os efeitos benéficos foram associados a componentes protetores presentes nos extratos. Kongkachuichai et al., (2010) cita que os extrato da casca da banana apresentam flavonóides (ex: serotonina e noradrenalina) que podem conferir atividade antidiarreica e antioxidante, através da vasoconstrição e eliminação de radicais livres. A literatura também cita que o extrato da casca da banana é capaz de inibir autacoides e prostaglandinas, reduzindo assim a motilidade e contribuindo para o aumento na absorção de eletrólitos e água.

Mokbel e Hashinaga (2005) citam elevada atividade antimicrobiana e antioxidante no extrato da casca da banana verde. Dentre os diferentes extratos avaliados, o extrato de acetona apresentou elevadas atividades antimicrobiana contra cepas de bactérias Gram-negativas (*Salmonella enteritidis* e *Escherichia coli*) e Gram-positivas (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*), cujo efeito foi atribuído à ação dos compostos como o  $\beta$ -sitosterol, o ácido málico e o ácido succínico, com atividades variáveis entre 140-750 ppm, respectivamente. Deste modo, o ácido succínico foi o composto com maior efeito antibacteriano. Enquanto que a atividade antioxidante foi atribuída ao extrato de etil acetato e as frações solúveis em água da casca da banana, madura e verde. O efeito antioxidante foi mais pronunciado no extrato de etil acetato obtido da casca da banana verde. Diferentes ácidos e compostos fenólicos isolados do extrato podem estar associados aos resultados, tais como:  $\beta$ -sitosterol, ácido málico, ácido succínico, ácido palmítico, ácido 12-hidroxistrárico, glicosídeo e 12-hidroxistrárico (Mokbel e Hashinaga, 2005).

A redução na resistência hepática à insulina pode ser alcançada pelo tratamento de ratos diabéticos e hipercolesterolêmico com amido resistente modificado da casca da banana verde (Reddy et al., 2017). Inúmeros efeitos benéficos à saúde foram relatados pelos autores: melhora no estado de defesa antioxidativa através da elevação dos níveis de SOD, catalase e GSH; redução do estresse oxidativo, através da redução dos níveis de TBARs (peroxidação lipídica) no fígado; regulação do metabolismo dos carboidratos, através da melhora da tolerância oral à glicose e da resposta insulinêmica; e ação antilipidêmica, pela redução dos níveis de colesterol total sérico, níveis de TG, LDL, VLDL e aumento dos níveis de HDL. Deste modo, os amidos modificados (RS3) da banana verde apresentam atividade antidiabética e anti-hiperlipidemia.

## 5. CONCLUSÕES:

O potencial bioativo da banana, rica em compostos fenólicos e fibras dietéticas, demonstra que a fruta e seus derivados são uma alternativa promissora na redução dos riscos de doenças crônicas, tais como a obesidade, esteatose hepática e o câncer. Deste modo, a fruta pode ser explorada pela indústria alimentícia como ingrediente/suplemento alimentar, com fins para enriquecimento da dieta humana.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ADEGOKE, G.A.; ONASANWO, S.A.; EYAREFE, O.D.; OLALEYE, S.B. Ameliorative effects of *Musa sapientum* peel extract on acetic acid-induced colitis in rats. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, V. 77, 2016, p. 49-55.

ALVARADO-JASSO, G.M.; CAMACHO-DÍAZ, B.H.; OCAMPO, M.L.A.; JIMÉNEZ-FERRER, J.E.; MORA-ESCOBEDO, R.; OSORIO-DÍAZ, P. **Prebiotic effects of a mixture of agavins and green banana flour in a mouse model of obesity**, *Journal of Functional Foods*, V. 64, 2020.

BARROSO, W.A.; ABREU, I.C.; RIBEIRO, L.S.; DA ROCHA, C.Q.; DE SOUZA, H.P.; DE LIMA, T.M. **Chemical composition and cytotoxic screening of Musa cavendish green peels extract: Antiproliferative activity by activation of different cellular death types**. *Toxicol In Vitro*. 2019 v. 59, p. 179-186. doi: 10.1016/j.tiv.2019.04.020.

CALEJA, C.; RIBEIRO, A.; BARREIRO, M.F.; FERREIRA, I.C.F.R. **Phenolic compounds as nutraceuticals or functional food ingredients**, *Curr. Pharm. Des.* 23 (2017) 2787–2806.

EMAGA, T. H. et al. **Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties**. *Bioresource Technology*, v. 99, n. 10, p. 4346–4354, jul. 2008.

KANAZAWA, K.; SAKAKIBARA H. **High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2000), pp. 844-848.

Kongkachuichai, R., Charoensiri, R., Sungpuag, P., 2010. Carotenoid, flavonoid profiles and dietary fiber contents of fruits commonly consumed in Thailand. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 61 (5), 536–548.

Mokbel, M.S.; Hashinaga, F. **Antibacterial and Antioxidant Activities of Banana (Musa, AAA cv. Cavendish) Fruits Peel**. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology* 1 (3): 125-131, 2005

MOSA, Z.M.; KHALIL, A.F. **The effect of banana peels supplemented diet on acute liver failure rats**. *Annals of Agricultural Sciences*, V. 60, Issue 2, 2015, p. 373-379.

REDDY, C.K.; SURIYA, M.; VIDYA, P.V., HARIPRIYA, S. **Synthesis and physico-chemical characterization of modified starches from banana (Musa AAB) and its biological activities in diabetic rats**. *International Journal of Biological Macromolecules* 94 (2017) 500–507

ROSADO, C.P.; ROSA, V.H.C.; MARTINS, B.C.; SOARES, A.C.; SANTOS, I.B.; MONTEIRO, E.B.; MOURA-NUNES, N.; DA COSTA, C.A.; MULDER, A.R.P.; DALEPRANE, J.B. **Resistant starch from green banana (*Musa sp.*) attenuates non-alcoholic fat liver accumulation and increases short-chain fatty acids production in high-fat diet-induced obesity in mice**, *International Journal of Biological Macromolecules* (2019), v. 145, p. 1066-1072 doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.09.199>

SARDARODIYAN, M.; MOHAMADI SANI, A. **Natural antioxidants: sources, extraction and application in food systems**, *Nutr. Food Sci.* 46 (2016) 363–373. <https://doi.org/10.1108/NFS-01-2016-0005>.

SILVA, E.K.; MARTELLI-TOSI, M.; VARDANEGA, R.; NOGUEIRA, G.C.; ZABOT, G.L.; MEIRELES, M.A.A. **Technological characterization of biomass obtained from the turmeric and annatto processing by using green technologies**, *J. Clean. Prod.* 189 (2018) 231–239. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.04.101>.

SOMEYA, S., YOSHIKI, Y., & OKUBO, K. (2002). **Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish)**. *Food Chemistry*, 79, 351–354.

SULAIMAN, S. F. et al. **Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (Musa sp.)**. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 24, n. 1, p. 1–10, fev. 2011.

TSAMO, C. V. P. et al. **Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars (Musa sp.)**. *Food Chemistry*, v. 167, p. 197–204, 15 jan. 2015.

VAN DEN BERG, H.; FAULKS, R.; GRANADO, H.F.; HIRSCHBERG, J.; OLMEDILLA, B.; SANDMANN, G. SOUTHON, S.; STAHL, W. **The potential for the improvement of carotenoid levels in foods and the likely systemic effects**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (2000), pp. 880-912

VERDE-MENDEZ, C.D.M.; FORSTER, M.P.; RODRÍGUEZ-DELGADO, M.A.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, E.M.; ROMER, C.D. **Contento f free phenolic compounds in bananas from Tenerife (Canary Island) and Ecuador**. *European Food Research and Technology*, 217 (2003), pp. 287-290

VU, H. T.; SCARLETT, C. J.; VUONG, Q. V. **Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review**. *Journal of Functional Foods*, v. 40, p. 238-248, jan. 2018.