

VALORIZAÇÃO SUSTENTÁVEL E DESAFIOS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO COM CASCA DO CACAU (*Theobroma cacao* L.)

Thaíza Rodrigues de Sousa¹, Isabela da Mota Leal Lemos¹, Jorge Pinho da Silva Júnior², Carolina Pinto de Carvalho Martins¹, Anderson Junger Teodoro¹

¹Centro Integrado de Alimentos e Nutrição, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil; ²Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

Contato/email: thaizars@id.uff.br

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18764069>



A incorporação da casca de cacau em pães pode favorecer a sustentabilidade da cadeia produtiva e promover enriquecimento nutricional e funcional desses produtos, apesar dos desafios tecnológicos.

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do cacau (*Theobroma cacao* L.) é reconhecida como uma das mais relevantes globalmente. Entretanto, apenas cerca de 10 a 20% do cacau, correspondente aos grãos, é comercializado, gerando resíduos que representam a fração majoritária do fruto, mas que ainda são desprezados e isentos de valor comercial (Salcedo-Puerto; Mendoza-Martinez; Vakkilainen, 2025).

Dentre os resíduos gerados, a casca do cacau (CC) se destaca como principal biorresíduo do processamento dos frutos. Após a extração dos grãos, grandes volumes de CC são descartados sem tratamento na plantação cacauíra, o que pode resultar simultaneamente em impactos ambiental, social e econômico significativos (Barrios-Rodríguez *et al.*, 2022). Nesse contexto, estratégias que visem a otimização da sustentabilidade agroindustrial na cadeia produtiva do cacau se mostram extremamente pertinentes.

A CC apresenta elevado teor de fibras (celulose, hemicelulose, lignina e pectina), além de compostos bioativos, proteínas e minerais (Barrios-Rodríguez *et al.*, 2022), sugerindo potencial uso desse resíduo como ingrediente funcional no desenvolvimento tecnológico de alimentos, apesar da sua ainda incipiente exploração para fins alimentícios. Considerando a versatilidade de incorporação de ingredientes, a conveniência e o elevado apelo sensorial e comercial de produtos panificáveis (Scheibenzuber *et al.*, 2025), o aproveitamento da CC nessa classe de produtos pode se mostrar particularmente promissor sob a perspectiva funcional e no contexto da sustentabilidade, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em especial, este artigo abordará a substituição de ingredientes pela CC em formulações de pães e massas de pão e suas implicações tecnológicas.

INCORPORAÇÃO EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO

Em relação à incorporação da CC em produtos panificáveis, a literatura científica tem explorado a substituição parcial de ingredientes convencionais como estratégia para o desenvolvimento de produtos com maior valor nutricional e funcional agregado.

Nesse sentido, Amir, Hanan e Ismail (2013) avaliaram a substituição de 5 a 20% da farinha de trigo por CC em pães integrais. Os autores observaram que o aumento da proporção de CC promoveu redução do volume e do volume específico dos pães e aumento da dureza, efeitos associados à elevada capacidade de retenção de água, aumentando o teor de umidade desses produtos, e restrição da capacidade de expansão da estrutura alveolar promovidos pelas fibras presentes na CC. Alterações de cor também foram observadas, com escurecimento do miolo e da crosta.

Com ênfase na otimização tecnológica, Bickel Haase *et al.* (2024) investigaram o efeito da fermentação da CC por *Pleurotus salmoneo-stramineus* e seu impacto nutricional e tecnológico em massa crua de pão. Foi observado que a fermentação promoveu aumento do teor proteico bruto e modificações no perfil e na estrutura das fibras da CC. A CC fermentada também apresentou maior capacidade de retenção de óleo, maior teor de fibra alimentar total, predominantemente fibra insolúvel, e menor tamanho médio de partículas em comparação à CC não fermentada, fatores que influenciam o comportamento da massa durante os processos de mistura e cocção e aceitação sensorial dos produtos desenvolvidos. Quanto à incorporação em massas cruas, a CC fermentada resultou em produtos com maior dureza, especialmente em massas com maiores concentrações, além de alterações na elasticidade e no comportamento viscoelástico da massa em comparação à CC não fermentada *in natura*, a qual interfere de forma mais branda na formação da rede de glúten, além de ter sido observado escurecimento da massa, em convergência ao relatado no estudo anterior. Em geral, os resultados

indicam que a fermentação do resíduo pode ampliar seu potencial de uso do ponto de vista nutricional, embora apresente limitações quanto às propriedades reológicas.

A Figura 1 apresenta os principais desafios tecnológicos observados, refletindo pontos de ajustes necessários para uma incorporação da CC mais assertiva em panificáveis, e os potenciais benefícios associados à incorporação em pão integral e massa crua de pão.

Figura 1 - Benefícios e entraves tecnológicos da incorporação da casca de cacau (*Theobroma cacao L.*) em pão e massa crua de pão.



Fonte: Autoria própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação da CC em produtos de panificação pode ser considerada uma estratégia promissora para promover a sustentabilidade da cadeia cacauícola, gerando sistemas alimentares mais resilientes, reduzindo o impacto ambiental, promovendo a valorização comercial do resíduo e contribuindo para o enriquecimento nutricional e funcional desses produtos. Embora a investigação atual ainda seja limitada, os entraves tecnológicos observados na literatura científica indicam oportunidades relevantes de inovação em P&D, especialmente voltadas à otimização tecnológica e

reológica das formulações de pães e outros produtos panificáveis utilizando a CC, abrindo portas para novas possibilidades de uso de materiais desprezados pela indústria.

REFERÊNCIAS

- AMIR, I. Z.; HANIDA, H. S.; SYAFIQ, A. Development and physical analysis of high fiber bread incorporated with cocoa (*Theobroma cacao* sp.) pod husk powder. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 3, p. 1301–1305, 2013. Disponível em: [ifrj.upm.edu.my/20%20\(03\)%202013/39%20IFRJ%202020%20\(03\)%202013%20Amir%20\(344\).pdf](http://ifrj.upm.edu.my/20%20(03)%202013/39%20IFRJ%202020%20(03)%202013%20Amir%20(344).pdf). Acesso em: 25 nov. 2025.
- BARRIOS-RODRÍGUEZ, Y. F.; SALAS-CALDERON, K. T.; OROZCO-BLANCO, D. A.; GENTILE, P.; GIRÓN-HERNÁNDEZ, J. Cocoa pod husk: a high-pectin source with applications in the food and biomedical fields. **ChemBioEng Reviews**, v. 9, n. 5, p. 462–474, 2022.
- BICKEL HAASE, A.; SCHMIDT, M.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Fermentation of cocoa pod husks with *Pleurotus salmoneo-stramineus* for protein enrichment and application in bread dough systems. **Food Science & Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 1–14, 2024.
- SALCEDO-PUERTO, O.; MENDOZA-MARTÍNEZ, C.; VAKKILAINEN, E. Solid residues from cocoa production chain: assessment of thermochemical valorization routes. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 208, p. 115048, 2025.
- SCHEIBENZUBER, S.; PUCCI, E.; PRESENTINI, O.; SERAFINI, G.; NOBILI, C.; ZOANI, C.; DUTA, D. E.; MIHAI, A. L.; CRIVEANU-STAMATIE, G. D.; BELC, N.; FALCH, E.; RUSTAD, T.; RYCHLIK, M. Consumers acceptance of new food ingredients from the food industry's by-products: a focus group study. **Frontiers in Nutrition**, v. 12, 2025.