

MOAGEM E AEROCLASSIFICAÇÃO DE MILHETO PÉROLA INTEGRAL, BRUNIDO E GERMINADO: IMPACTO NA SOLUBILIDADE E ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO

Alexander F. BRITO¹; Carlos W. P. CARVALHO²; José L. R. ASCHERI²

¹Doutorando, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

²Pesquisador, Embrapa Agroindústria de Alimentos

*E-mail para correspondência: alexanderferreirabrito@ufrj.br

RESUMO: No presente trabalho, foram produzidas farinhas de milho pérola (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), a partir de grãos integrais e submetidos aos pré-tratamentos de brunimento e germinação, por moagem e posterior aeroclassificação das farinhas, visando sua separação em duas frações de granulometrias selecionadas. Os produtos foram analisados quanto à sua solubilidade (WSI) e capacidades de absorção de água (WAC) e óleo (OAC), para avaliar os impactos do processamento e dos pré-tratamentos nestas características tecnológicas e sua potencial aplicação na formulação de alimentos. A granulometria impactou a solubilidade, com as frações finas e grosseiras tendo maior e menor WSI, respectivamente. A germinação resultou em aumento da WSI em todas as faixas granulométricas. A aeroclassificação melhorou a absorção de água, pois as frações finas e grosseiras tiveram maior WAC em relação à farinha moída. A capacidade de absorção de óleo (OAC) é melhorada pela aeroclassificação e os pré-tratamentos de germinação e brunimento aumentam a OAC nas frações finas e grosseiras, respectivamente. Portanto, as propriedades tecnológicas de solubilidade e absorção de água e óleo podem ser moduladas pelas metodologias propostas para obtenção de ingredientes com características que favoreçam sua aplicação em formulações específicas.

Palavras-chave: milho pérola; aeroclassificação; solubilidade; absorção; pré-tratamento.

INTRODUÇÃO

Formular alimentos a partir de farinhas de cereais impõe desafios relacionados à seleção das matérias-primas e ao uso racional dos recursos durante o processamento, buscando alimentos nutritivos, sensorialmente agradáveis e não alergênicos. Fontes tradicionais como o trigo não atendem a um ou mais desses critérios, abrindo caminho para fontes alternativas como o milho pérola (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), o qual segundo Taylor et al. (2016), é adaptado a condições climáticas adversas, não contém glúten e apresenta baixo índice glicêmico. A aplicação de pré-tratamentos nos grãos antes da moagem pode favorecer suas propriedades tecnológicas. Entre os pré-tratamentos utilizados para cereais, o brunimento é a remoção parcial ou total do pericarpo e do gérmen do grão por abrasão, facilitando a moagem. Outro método relevante é a germinação, que envolve a hidratação e incubação dos grãos sob condições controladas de temperatura e umidade. Obadina et al. (2016) reportaram que, na germinação, enzimas provocam transformações bioquímicas que afetam positivamente as propriedades tecnológicas dos grãos. A investigação do impacto dos pré-tratamentos associados à moagem e aeroclassificação nas propriedades tecnológicas das farinhas, pode auxiliar a sua modulação para finalidades específicas na formulação de produtos como panificados e massas alimentícias. Assim, o presente trabalho se dedicou a avaliar este impacto nas propriedades de solubilidade e absorção de água e óleo das farinhas e frações, bem como suas potenciais aplicações.

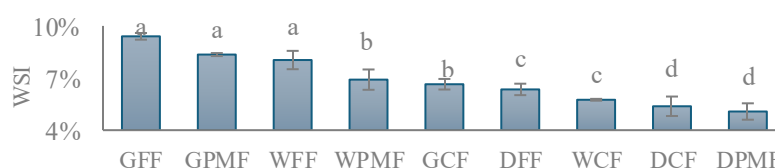
MATERIAL E MÉTODOS

Grãos de milho pérola (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), híbrido ADRg 9070 doados pela empresa Atto Sementes (Rondonópolis, Brasil), foram previamente limpos em separador de sementes a ar Cipper Office Tester (AT Ferrell Company Inc., Bluffton, EUA). Parte dos grãos integrais foi reservado e outra parte seguiu para os pré-tratamentos de brunimento e germinação. O brunimento foi realizado em um equipamento industrial de beneficiamento de arroz MT-97, nº 3788-5, (Suzuki, Santa Cruz do Rio Pardo, Brasil), utilizando somente a seção de rolos abrasivos, com taxa de alimentação de 150 g por 10 min. Para o processo de germinação, os grãos foram imersos previamente em água (1:3 p/v) por 30 min, drenados e dispostos em bandejas de aço inoxidável em uma câmara de fermentação (National Mfg. Co., Lincoln, EUA) com temperatura controlada ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) e umidade relativa (90%) por 8 h. Posteriormente foram secos a 55°C em estufa de circulação de ar. A moagem foi conduzida no equipamento modular Lab Compact Plus (NETZSCH, Pomerode, Brasil), equipado com uma unidade de moagem e classificação integrada CSM 50. Os parâmetros operacionais foram: taxa de alimentação de 6,7 kg/h, velocidade do disco de moagem de 8000 rpm, velocidade do classificador de 5000 rpm e fluxo de ar de $200\text{ m}^3/\text{h}$. Parte das farinhas foi reservada e outra parte seguiu para a aeroclassificação, realizada no mesmo equipamento, configurado com a unidade de classificação a ar CFS 5-HD/S (NETZSCH, Pomerode, Brasil), com taxa de alimentação de 3,4 kg/h, velocidade do classificador de 7000 rpm e fluxo de ar de $200\text{ m}^3/\text{h}$, gerando duas frações, uma grosseira e outra fina, para cada farinha alimentada. As capacidades de absorção de água (WAC) e o índice de solubilidade em água (WSI) foram realizadas conforme método descrito por Anderson et al. (1969). Brevemente, as farinhas e frações foram pesadas (1 g) em tubos selados (50 mL) previamente pesados, adicionadas de 5 mL de água deionizada, homogeneizadas em vórtex Genie 2 (Scientific Industries, Bohemia, EUA) por 10 s, completando o volume em seguida com mais 5 mL de água deionizada e deixando em repouso à temperatura ambiente por 30 min. Em seguida, os tubos foram levados à uma centrífuga Universal 320R (Hettich, Tuttlingen, Alemanha) a 9.000 rpm por 15 min. O sobrenadante foi removido e seco em estufa a 105°C durante a noite para determinar o índice de solubilidade em água (WSI). O sedimento foi pesado e utilizado para determinar a capacidade de absorção de água (WAC) por diferença de peso. Experimento realizado em quadruplicata. Para a análise de absorção de óleo, o mesmo procedimento foi executado até a etapa de centrifugação, substituindo a água por 10 mL de óleo e mudando o tempo de homogeneização em vórtex para 1 min. Após centrifugação, o sobrenadante foi removido e o sedimento foi pesado para determinar a capacidade de absorção de óleo por diferença de peso. Experimento realizado em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores percentuais de índice de solubilidade em água (WSI), são exibidos na Figura 1.

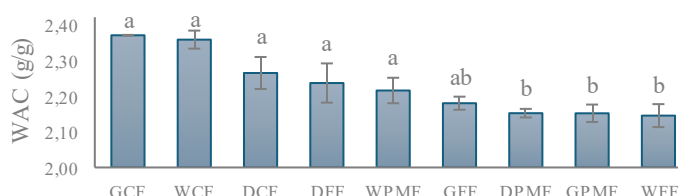
Figura 1: Índice de solubilidade em água (WSI) da farinha e das frações de milho pérola.



GFF: fração fina germinada, GPMF: farinha germinada, WFF: fração fina integral, WPMF: farinha integral, GCF: fração grosseira germinada, DFF: fração fina brunida, WCF: fração grosseira integral, DCF: fração grosseira brunida e DPMF: farinha brunida.

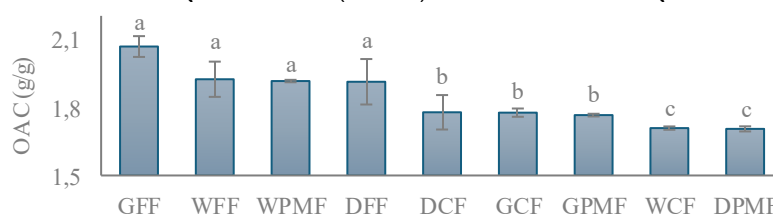
As frações finas tiveram WSI maiores dentro de cada tratamento, comparando às frações grosseiras e farinhas. Seu menor tamanho de partícula e consequente maior área superficial específica favorecem a interação com a água, sendo adequadas para a formulação de produtos instantâneos. As farinhas tiveram WSI intermediários e as frações grosseiras apresentaram menor WSI. Isso sugere que o maior tamanho, menores grau de quebra e área superficial específica resultam em uma estrutura íntegra, menos suscetível à solubilização, adequada a formulações que exijam estabilidade em água ou liberação gradual de nutrientes, como pães e massas que demandem menor solubilidade e maior textura, segundo De Angelis et al. (2024). Em todas as faixas granulométricas, o WSI foi maior para as amostras germinadas, o que pode ser atribuído à ação enzimática, que hidrolisa parcialmente amidos e proteínas, gerando fragmentos menores e mais solúveis em água. Os valores de capacidade de absorção de água (WAC) são exibidos na Figura 2.

Figura 2: Capacidade de absorção de água (WAC) das farinhas e frações de milho pérola.



A WAC é maior para as frações grosseiras do que para as finas, que é maior do que a das farinhas. Consiste na capacidade de ligação das moléculas ao excesso de água após um processo de aquecimento e depende do tamanho da partícula e da proporção de grupos hidrofílicos na amostra, segundo Solaesa et al. (2020). Comparando os pré-tratamentos, a WAC varia entre as faixas granulométricas. Nas frações grosseiras, a WAC é maior nas germinadas, seguidas pelas integrais e por fim as brunidas. Tal prevalência pode ser devida à grande afinidade pela água dos sacarídeos gerados na hidrólise enzimática do amido durante a germinação. A prevalência da WCF sobre DCF pode estar relacionada à alta afinidade por água dos componentes da camada do pericarpo. Nas frações finas, as brunidas têm maior WAC do que as integrais e por fim as germinadas. Entre as farinhas, a sequência é integral maior do que brunido, que é maior do que germinado. Tais diferenças podem estar relacionadas à presença de componentes com maior ou menor afinidade pela água na composição química. A WAC é uma propriedade crítica na formulação de alimentos, como massas alimentícias e panificados, impactando na viscosidade e na retenção de umidade da massa. Maior WAC é tecnicamente interessante para essas aplicações, enquanto um menor WAC pode ser útil em produtos com menor teor de umidade, conforme reportado por De Angelis et al. (2024). Na Figura 3, apresenta-se o gráfico da capacidade de absorção de óleo.

Figura 3: Capacidade de absorção de óleo (OAC) das farinhas e frações de milho pérola.



A OAC das frações finas é maior do que a das grosseiras, que é maior que a das farinhas. Logo, a aeroclassificação parece melhorar a propriedade de OAC. A granulometria é um dos fatores de influência na OAC, pois partículas finas com maior área superficial tendem a absorver mais óleo. Cada pré-tratamento prevalece em uma faixa granulométrica diferente. O brunimento aumenta a OAC das frações grosseiras, já a germinação, das frações finas. A habilidade da farinha em reter lipídeos está diretamente relacionado à estrutura física (porosidade, área superficial), composição química e grau de modificação estrutural da matéria-prima. No aspecto tecnológico, a OAC impacta na maciez e durabilidade dos produtos de panificação. Amostras com alta OAC podem ser aplicadas na produção de bolos, muffins e cookies, de acordo com Vogelsang-Odwyer et al. (2020).

CONCLUSÃO

Conclui-se que a associação dos processamentos por moagem e aeroclassificação é uma estratégia eficaz na modulação de propriedades tecnológicas das farinhas e frações produzidas a partir de milho pérola, especialmente quando associadas aos pré-tratamentos de brunimento e germinação, que influenciam a solubilidade em água e as capacidades de absorção de água e óleo, o que permite customizar ingredientes alimentícios para aplicação em formulações específicas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da FAPERJ E-26/204.070/2024, e os autores são gratos pelas bolsas recebidas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do CNPq.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R.A. et al. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**, [s.l.], v.14, n. 1, p. 4–12, 1969.
- BERNARDO, C.O et al. Ultrasound Assisted Extraction of Yam (*Dioscorea bulbifera*) Starch: Effect on Morphology and Functional Properties. **Starch Stärke**, [s.l.], v. 70, 1700185, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/star.201700185>
- DE ANGELIS, D. et al. Techno-functional properties of dry-fractionated plant-based proteins and application in food product development: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 104, p. 1884–1896, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.13168>
- OBADINA, A. et al. Nutritional and physico-chemical properties of flour from native and roasted whole grain pearl millet (*Pennisetum glaucum* [L.]R. Br.). **Journal of Cereal Science**, [s.l.], v. 70, p. 247–252, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.06.005>
- SOLAESA, Á. G. et al. Protein and lipid enrichment of quinoa (cv.Titicaca) by dry fractionation. Techno-functional, thermal and rheological properties of milling fractions. **Food Hydrocolloids**, [s.l.], v. 105, p. 105770–105770, 1 ago. 2020.
- TAYLOR, J.R.N.. Millet Pearl: Overview. **Encyclopedia of Food Grains**. [s.l.]: Elsevier, 2016 p. 190–198. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00011-5>
- VOGELSANG-O'DWYER, M. et al. Comparison of Faba Bean Protein Ingredients Produced Using Dry Fractionation and Isoelectric Precipitation: Techno-Functional, Nutritional and Environmental Performance. **Foods**, [s.l.], v. 9, n. 3, 11 mar. 2020.