

EFEITOS DA GERMINAÇÃO INDUZIDA SOBRE PARÂMETROS DE COCÇÃO DO ARROZ INTEGRAL¹

Lucas Ávila Nascimento²; Juciano Gabriel da Silva³; Paulo Alberto Azevedo⁴; Ezequiel Helbig Pasa⁴; Moisés Botelho Fabião⁴; Rosana Colussi⁵; Moacir Cardoso Elias⁶

Palavras-chave: enzima, amido, gravimétrico, volumétrico, cocção.

INTRODUÇÃO

O arroz apresenta alto conteúdo de amido, proteínas, minerais e vitaminas do complexo B, tornando-se a principal fonte de nutrientes para países em desenvolvimento (KORRES et al., 2017).

Entretanto, os nutrientes não estão distribuídos de maneira uniforme por todo o grão. A casca é constituída por celulose, hemicelulose e lignina além de uma grande quantidade de silício (FERNANDES, SABINO E ROSSETTO, 2014). No pericarpo, logo abaixo da casca, juntamente da camada de aleurona e de testa estão localizadas as proteínas, fibras, os minerais e pigmentos em cultivares com diferentes colorações (LANG et al., 2019). No endosperma se concentram as reservas de energia da semente, composta basicamente por amido e frações proteicas (XIA et al., 2017). Já no gérmen armazena grande quantidade de lipídios e enzimas importantes para seu desenvolvimento (MOONGNGARM, DAOMUKDA E KHUMPIKA, 2012).

As enzimas são fundamentais para que o processo de germinação possa ocorrer (FINNIE, BROVELLI & NELSON, 2019). Esse processo tem sido utilizado como uma alternativa para obter grãos com características específicas, sendo estas nutricionais e/ou tecnológicas (CÁCERES et al., 2017).

Durante os processos metabólicos há o rompimento das interações entre amido e proteínas, o que pode facilitar a digestão destes nutrientes, e simultaneamente ocorre a formação de novos tecidos com altos teores de fibras (CHALERMCHAIWAT et al., 2015). No entanto, quando a planta, durante a germinação, percebe que há uma perturbação causada por fatores externos, como ataque de insetos, mudanças climáticas, escassez ou abundância de água, presença em quantidade anormal ou não, de compostos químicos que são estranhos ao meio ambiente e causam estresse, compostos secundários são usados como autodefesa (KUMAR et al., 2013).

A germinação altera a estrutura dos grãos e com isso novas características são observadas. Ainda, os estresses abióticos induzem a ativação de rotas metabólicas secundárias que podem alterar ainda mais estas características. Assim, este estudo tem por objetivo avaliar a influência da germinação induzida nos parâmetros de cocção de grãos de arroz integral.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz da cultivar BRS Pampeira, descascados em engenho de provas Zaccaria (PAZ 1-DTA) para obtenção do arroz integral (AI). Para a obtenção dos grãos de arroz integral germinado (AIG) foi seguido o método proposto por Ng et al. (2013), com modificações. Inicialmente, os grãos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio 2,5% (v/v)

¹Trabalho realizado no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas

²Químico de Alimentos, Doutorando PPGCTA-FAEM-UFPEL. E-mail: lucas_an13@hotmail.com

³Acadêmico de Agronomia da FAEM-UFPEL, bolsista IC do CNPQ. E-mail: jucianogabriel@gmail.com

⁴Acadêmico de Agronomia da FAEM-UFPEL, estagiário do LABGRÃOS. E-mail: ezequelpasa@gmail.com; moisesbf668@gmail.com

⁵Engenheira de Alimentos, Dra. Professora do PPGCTA. E-mail: rosana_colussi@yahoo.com.br.

⁶Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor do PPGCTA. E-mail: eliasmc@uol.com.br

durante 20 minutos, em seguida lavados com água destilada até pH 7,0 e macerados a 40°C até os grãos atingirem 32% de umidade. Após os grãos foram acondicionados em câmaras do tipo BOD a 30°C e 80% de umidade relativa por um período de 36 horas intercalando 12 horas na presença e 12 horas na ausência de luz (simulando as condições de germinação que ocorrem no campo), e em seguida foram estressados em solução salina (NaCl) 5% (m/v) para obter os grãos de arroz integral germinado e estressados pelo sal (AIG/S), em baixa temperatura (4°C) para obter os grãos de arroz integral germinado e estressados pelo frio (AIG/F), e solução salina (NaCl) 5% (m/v) à 4°C, para obter os grãos de arroz integral germinado e estressados pelo sal e frio combinados (AIG/C), durante as últimas 4 horas do processo. Os grãos germinados foram secos à 40°C em estufa com circulação de ar forçada até 13% de umidade.

O tempo de cocção foi determinado de acordo com o teste de Ranghino com as adaptações realizadas por Mohapatra & Bal (2006).

Os rendimentos gravimétrico e volumétrico foram determinados segundo a metodologia proposta por Mohapatra & Bal (2006) e calculados pelas fórmulas:

$$R_g = (P_f/P_i) \cdot 100 \quad (1)$$

$$R_v = (V_f/V_i) \cdot 100 \quad (2)$$

Onde:

R_g = rendimento gravimétrico (%);

P_f = peso do arroz cozido (g);

P_i = peso do arroz cru (g);

R_v = rendimento volumétrico (%);

V_f = volume da massa de grãos cozidos (cm³);

V_i = volume da massa de grãos crus (cm³).

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey, com nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de cocção caracteriza-se pelo tempo que este necessita para tornar-se apto para o consumo, ou seja, apresentar todo seu amido gelatinizado. Nos dias atuais há uma incessante busca por alimentos com maior praticidade aliada à elevada qualidade nutricional devido aos novos hábitos da sociedade moderna (BATISTA et al., 2019), assim, o arroz que apresenta menor tempo de cocção é preferido pelo consumidor. As amostras AI, AIG e AIG/S não diferiram entre si, apresentando valor reduzido no tempo de cocção quando comparado aos tratamentos AIG/C e AIG/F, variando de 22:45 à 24:20 (Figura 1).

A germinação, por sua vez, altera a conformação dos grânulos de amido e suas propriedades de pasta devido à atividade da enzima alfa-amilase (WANG et al., 2019). Essa enzima atua rompendo interações entre os monômeros de glicose e com isso promove a abertura da estrutura do amido, entretanto, o frio aplicado como estresse abiótico pode dificultar a ação dessa enzima bem como propiciar a formação de zonas cristalinas pela aproximação das cadeias de polissacarídeos e demais estruturas internas, o que justificaria o maior tempo de cocção do AIG/F (KEETELS, VAN VLIET & WALSTRA, 1996).

Assim como o tempo de cocção dos grãos, a maneira como ele se comporta durante e depois de preparado são de extrema importância para o consumidor (PARAGINSKI et al., 2014). À vista disso, os resultados obtidos para o rendimento gravimétrico (Tabela 1) demonstram uma queda abrupta nos valores após a germinação, sendo mais evidenciado no AIG/F. Da mesma maneira, o rendimento volumétrico foi menor para o tratamento com uso exclusivo do frio.

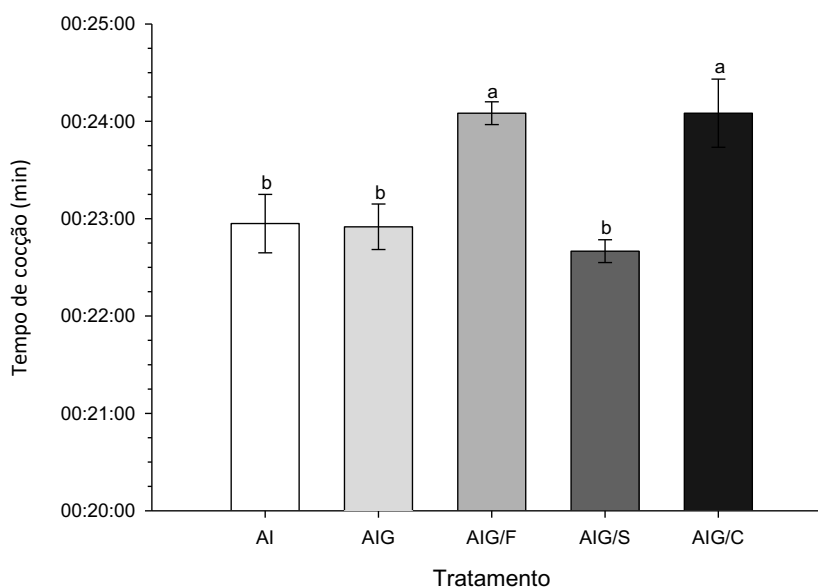


Figura 1. Tempo de cocção dos grãos de arroz integral (AI) e germinado sob diferentes condições. AIG: Arroz integral germinado; AIG/F: Arroz integral germinado e estressado pelo frio; AIG/S: Arroz integral germinado e estressado pelo sal; AIG/C: Arroz integral minado e estressado com a combinação do frio e sal.

Tabela 1. Rendimento gravimétrico e volumétrico dos grãos de arroz integral e germinados sob diferentes condições

Rendimento (%)	Tratamento				
	AI	AIG	AIG/F	AIG/S	AIG/C
Gravimétrico	329,1±1,84 ^a	246,02±0,25 ^b	240,6±1,27 ^c	247,15±0,64 ^b	248,65±1,77 ^b
Volumétrico	245,09±1,58 ^a	248,38±1,51 ^a	208,86±1,22 ^b	254,57±12,3 ^a	247,51±6,22 ^a

*Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). AI: Arroz integral; AIG: Arroz integral germinado; AIG/F: Arroz integral germinado e estressado pelo frio; AIG/S: Arroz integral germinado e estressado pelo sal; AIG/C: Arroz integral germinado e estressado com a combinação do frio e sal.

A germinação por curto tempo pode atuar auxiliando na absorção de água pela abertura da estrutura nas regiões cristalinas, porém períodos mais longos podem promover o desligamento das moléculas de glicose presentes nas cadeias de amilose e amilopectina, assim como das cadeias peptídicas (SHARMA & GUJRAL, 2019). O que dificultaria a retenção do líquido no seu interior após a cocção. Da mesma maneira, a aproximação das estruturas internas dos grãos causados pelo frio, citados na sessão 4.3, podem ser relacionadas aos menores rendimentos, tanto gravimétrico quanto volumétrico.

CONCLUSÃO

A germinação implica na alteração das características de cocção dos grãos de arroz integral. Porém, os estresses alteram o comportamento da germinação e, conseqüentemente, os resultados. O estresse pelo frio proporciona maior atração das moléculas e, com isso, menor rendimento gravimétrico e volumétrico, além de aumentar o tempo de cocção.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à FAPERGS, ao CNPQ e à CAPES pelo apoio financeiro e pelas bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, C. S.; SANTOS, J. P.; DITTGEN, C. L.; COLUSSI, R.; BASSINELLO, P. Z.; ELIAS, M. C.; VANIER, N. L. Impact of cooking temperature on the quality of quick cooking brown rice. **Food Chemistry**, v. 286, p. 98-105, 2019.
- CÁCERES, P. J.; PEÑAS, E.; MARTINEZ-VILLALUENGA, C.; AMIGO, L.; FRIAS, J. Enhancement of biologically active compounds in germinated brown rice and the effect of sun-drying. **Journal of Cereal Science**, v. 73, p. 1-9, 2017.
- CHALERMCHAIWAT, P.; JANGCHUD, K.; JANGCHUD, A.; CHARUNUCH, C.; PRINYAWIWATKUL, W. Antioxidant activity, free gamma-aminobutyric acid content, selected physical properties and consumer acceptance of germinated brown rice extrudates as affected by extrusion process. **LWT - Food Science and Technology**, v. 64, p. 490–496, 2015.
- FERNANDES, L.; SABINO, M. G.; ROSSETO, H. L. Método de extração de sílica da casca do arroz. **Cerâmica**, v. 60, p. 160–163, 2014.
- FINNIE, S.; BROVELLI, V.; NELSON, D. Sprouted grains as a food ingredient. **Sprouted Grains**, p. 113–142, 2019.
- KEETELS, C. J. A. M.; VAN VLIET, T.; WALSTRA, P. Gelation and retrogradation of concentrated starch systems: 1 Gelation. **Food Hydrocolloids**, v. 10, p. 343-353, 1996.
- KORRES, N. E.; NORSWORTHY, N. R.; BURGIS, N. R.; OOSTHERUIS, D. M. Temperature and drought impacts on rice production: An agronomic perspective regarding short- and long-term adaptation measures. **Water Resources and Rural Development**, v. 9, p. 12-27, 2017.
- KUMAR, V.; NADDA, G.; KUMAR, S.; YADAV, S. K. Transgenic Tobacco Overexpressing Tea cDNA Encoding Dihydroflavonol 4-Reductase and Anthocyanidin Reductase Induces Early Flowering and Provides Biotic Stress Tolerance. **PLOS One**, v. 8, p. e65535, 2013.
- LANG, G. H.; LINDEMANN, I. S.; FERREIRA, C. D.; HOFFMANN, J. F.; VANIER, N. L.; OLIVEIRA, M. Effects of drying temperature and long-term storage conditions on black rice phenolic compounds. **Food Chemistry**, v. 287, p. 197-204, 2019.
- MOHAPATRA, D.; BAL, S. Cooking quality and instrumental textural attributes of cooked rice for different milling fractions. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 253–259, 2006.
- MOONGNARM, A.; DAOMUKDA, N.; KHUMPIKA, S. Chemical composition, phytochemical and antioxidant capacity of rice bran, rice bran layer, and rice germ. **APCBEE Procedia**, v. 2, p. 73-79, 2012.
- NG, L-T.; HUANG, S-H.; CHEN, Y-T.; SU, C-H. Changes of Tocopherols, Tocotrienols, γ Oryzanol, and γ Aminobutyric Acid Levels in the Germinated Brown Rice of Pigmented and Nonpigmented Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 12604-12611, 2013.
- PARAGINSKI, R. T.; ZIEGLER, V.; TALHAMENTO, A.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. Technological properties and cooking of rice grains conditioned at different temperatures before parboiling. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 146-153, 2014b.
- SHARMA, B.; GUJRAL, H. S. Modifying the dough mixing behavior, protein & starch digestibility and antinutritional profile of minor millets by sprouting. **International Journal of Biological Macromolecules**, in press, 2019.
- WANG, H.; XIAO, N.; DING, J.; ZHANG, Y.; LIU, X.; ZHANG, H. Effect of germination temperature on hierarchical structures of starch from brown rice and their relation to pasting properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, in press, 2019.
- XIA, Q.; WANG, L.; XU, C.; MEI, J.; LI, J. Effects of germination and high hydrostatic pressure processing on mineral elements, amino acids and antioxidants in vitro bioaccessibility, as well as starch digestibility in brown rice (*Oryza sativa* L.). **Food Chemistry**, v. 214, p. 533-542, 2017.