

COMO A CULTIVAR E O TEMPO DE GERMINAÇÃO INFLUENCIAM OS PERFIS DE AMINOÁCIDOS DE ARROZES?

Maria Eugenia Araujo Silva Oliveira¹; Priscila Zaczuck Bassinello²; José Manoel Colombari Filho³; Carlos Wanderlei Piler de Carvalho⁴; Cristina Yoshie Takeiti^{1,4}

1 – Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN-UNIRIO)

2 – Embrapa Alimentos e Territórios

3 – Embrapa Arroz e Feijão

4 – Embrapa Agroindústria de Alimentos

Apoio Financeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq; Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro-FAPERJ

RESUMO: O arroz (*Oryza sativa* L.) é alimento básico além de ser fonte de energia, vitaminas, minerais e compostos bioativos. Existem diferentes cultivares de arroz pertencentes às subespécies *Indica* e *Japonica*. A germinação é uma tecnologia simples capaz de melhorar a qualidade nutricional e tecnológica dos cereais. Os objetivos do trabalho foram avaliar o teor de amilose, o efeito da germinação e do polimento no teor de aminoácidos totais e livres em duas cultivares de arroz. A germinação aumentou perfil dos aminoácidos totais e livres, especialmente GABA e o polimento reduziu os teores desses compostos, mas esta redução foi mais pronunciada nos arroz não germinados. Os resultados indicaram diferença do teor de amilose entre as cultivares e que a germinação foi eficaz no incremento destes compostos especialmente GABA na cultivar Mochi (amido ceroso).

Palavras-chave: Germinação; arroz; aminoácidos, ácido γ -amino butírico .

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais consumidos e produzidos no mundo. No Brasil, a safra 2023/24 de arroz será 5,6% maior que a safra 2022/23, sendo projetada em 10,6 milhões de toneladas (CONAB, 2024). Uma das estratégias da indústria para agregar valor a um produto já amplamente consumido e saturado como é o caso do arroz, é inovar e construir um marketing centrado na composição nutricional (contendo grãos, sendo orgânicos e ou integrais, germinados, enriquecidos com vitaminas e minerais), ou em opções práticas de consumo (individuais e em pequenas porções), do tipo prontas ou express (que levam apenas alguns minutos para estar pronta e que podem ser utilizadas no micro-ondas), e produtos da linha “gourmet” (feitos com grãos ou ingredientes selecionados e nobres) (EUROMONITOR, 2019).

A germinação é um método de processamento muito comum e eficaz usado para melhorar a qualidade nutricional dos cereais. Durante o processo de germinação, a atividade enzimática e os compostos bioativos aumentam dentro das sementes. Isso se dá porque algumas reservas dos grãos são degradadas e utilizadas para a respiração e síntese de novos constituintes celulares para desenvolvimento do embrião causando mudanças bioquímicas, nutricionais e sensoriais significativas no cereal (Lee *et al.*, 2007).

A síntese de aminoácidos durante o processo ocorre devido à degradação proteica pelas proteases, que ajudam a liberar esses compostos. Dentre esses compostos pode-se destacar o ácido γ -amino butírico (GABA), um aminoácido não-proteico, que está amplamente presente em bactérias, plantas e vertebrados. O GABA é formado principalmente pela reação irreversível de α -descarboxilação do ácido L-glutâmico ou

seus sais, catalisados pela enzima ácido glutâmico descarboxilase (GAD) (Narayan & Nair, 1990). Estudos dos efeitos do GABA em alimentos tem se intensificado nos últimos anos, demonstrando seus benefícios em muitos distúrbios fisiológicos (Diana, 2014; Cho & Lim, 2016). Um dos principais efeitos à saúde é a atividade hipotensiva do GABA, demonstrada em animais (Zhou *et al.*, 2019), em humanos (Nishimura *et al.*, 2014) e também no efeito do prolongamento do sono (Gottesmann, 2002; Ehiri, 2020) e na redução da insônia (Yu *et al.*, 2020).

OBJETIVOS

Avaliar o teor de amilose e o efeito de diferentes tempos de germinação (16 h e 24 h) em duas cultivares de arroz (*Indica* e *Japonica*) no índice de absorção de água, taxa de germinação e perfil de aminoácidos totais e livres.

METODOLOGIA

Os arrozes (*Oryza sativa* L.) BRS Formoso (F) e Mochi (M) foram selecionados do Banco Ativo de Germoplasma do Arroz (BAG) e multiplicados na safra 2018/2019 na Fazenda Experimental da Embrapa Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás-GO, Brasil). Os teores de amilose aparente foram determinados segundo o método ISO 664 (ISO, 2007). A germinação foi realizada segundo a metodologia de Zhang *et al.* (2014) com modificações (4 h de imersão e 16 h de germinação para o processo curto e 24 h de imersão e 24 h de germinação para o processo longo). O Índice de absorção de água e Taxa de germinação foram medidos de acordo com as fórmulas 1 e 2 (Zagarchi; Saremnezhad, 2019).

$$\text{Índice de Absorção} = [(massa\ final - massa\ inicial) / massa\ inicial] \times 100 \quad \text{fórmula (1)}$$

$$\text{Taxa de germinação} = (massa\ de\ sementes\ germinadas / massa\ inicial) \times 100 \quad \text{fórmula (2)}$$

Após a germinação, os arrozes foram secos em uma estufa de circulação de ar a 50 °C *overnight*, descascados e polidos por 2 min com auxílio de um brunidor de arroz Suzuki (Santa Cruz do Rio Pardo-SP, Brazil) e moídos em moinho de martelo M 3100 (Perten Instruments AB, Huddinge, Suécia) com 8 mm de abertura de malha. Os teores de aminoácidos totais (AAT) e livres (AAL) foram obtidos de acordo com a metodologia descrita por Oliveira *et al.* (2022). Todas as análises foram realizadas em duplicata e os dados são apresentados como média \pm desvio padrão. O teste de Tukey ($p < 0,05$), a Análise de Componentes Principais (ACP) e Mapa de Calor (Heat Map) foram realizados utilizando o software XLSTAT versão 2024.1 (Addinsoft, Paris, França).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os arrozes apresentaram diferentes teores de amilose o que pode ser explicado devido à escolha do cultivar (Tabela 1). Arrozes de subespécie *japonica* possuem menor teor de amilose do que as de subespécie *indica* (Takeda, Hizukuri, & Juliano, 1987). O arroz é composto basicamente por amido e pode ser dividido com relação ao teor de amilose em: (i) ceroso (0-2 %); (ii) muito baixo (5-12%); (iii) baixo (12-20%); (iv) intermediário (20-25%) e (v) alto (25-33%) (Juliano, 1992). A cultivar BRS Formoso pode ser classificada como de alto teor de amilose e Mochi como arroz ceroso (Tabela 1).

Tabela 1. Informações sobre os arrozes e teor de amilose aparente.

Cultivar	Número de acesso BAG	Subespécie	Teor de amilose aparente (%)
----------	----------------------	------------	------------------------------

BRS Formoso	BRA 00006250-5	<i>Indica</i>	25,60±0,02
Mochi	BRA 00011224-3	<i>Japonica</i>	1,86±0,04

O tempo de germinação teve maior influência na absorção de água e taxa de germinação do que a escolha do cultivar (Figura 1A). A cultivar Mochi apresentou maior índice de absorção de água em 24 h do que 16 h de processo, entretanto a cultivar BRS Formoso não apresentou diferença entre os tempos de imersão ($p > 0,05$). O mesmo comportamento ocorreu na taxa de germinação. A cultivar BRS Formoso apresentou menor taxa de germinação em 16 h do que em 24 h de germinação (Figura 1A). A taxa de germinação é influenciada por vários fatores, como a quantidade de água adicionada, o tempo de imersão, a cultivar ou variedade do arroz, as condições de armazenamento, o pH e a presença de oxigênio (Cho & Lim, 2016). Mudanças significativas nos índices de absorção e taxa de germinação são notadas quando há processos adjuvantes à germinação como tratamento de plasma de baixa pressão. Durante este tratamento existe a formação de fissuras na superfície dos grãos favorecendo à migração da água para o interior impactando no índice de absorção e, conseqüentemente, na taxa de germinação (Chen *et al.*, 2016).

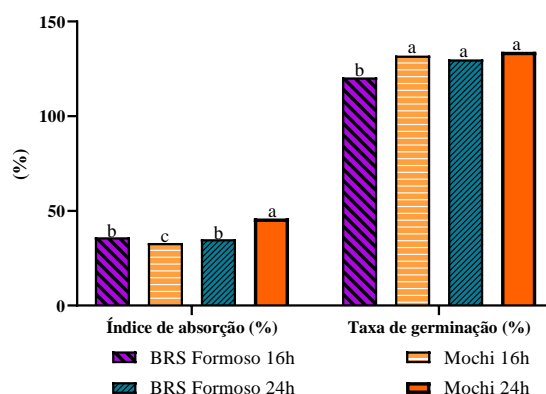


Figura 1. Índice de absorção de água e taxa de germinação dos diferentes tempos de germinação (A); Análise de Componentes Principais (ACP) das amostras de arroz. Onde: FNGBR= BRS Formoso não germinado integral; FNGPR= BRS Formoso não germinado polido; MNGBR= Mochi não germinado integral; MNGPR= Mochi não germinado polido; FGBR16= BRS Formoso germinado integral 16 h; FGPR16= BRS Formoso germinado polido 16 h; MGBR16= Mochi germinado integral 16 h; MGBPR16= Mochi germinado polido 16 h; FGBR24= BRS Formoso germinado integral 24 h; FGPR24= BRS Formoso polido 24 h; MGBR24= Mochi germinado integral 24 h e MGPR24= Mochi germinado polido 24 h.

Com relação aos aminoácidos totais, os dois processos de germinação aumentaram ligeiramente todos os aminoácidos independente da escolha do cultivar. As amostras MNGBR16 e MNGPR16 foram as únicas que apresentaram redução de Asp (Figura 2A). O polimento reduziu os teores de aminoácidos livres das amostras não germinadas mas o mesmo não aconteceu com as amostras germinadas, demonstrando que a germinação é uma alternativa para o incremento destes compostos nos dois cultivares inclusive nas amostras após o polimento.

A síntese de aminoácidos nos arrozes envolve diferentes mecanismos e diversos fatores podem influenciar, sendo os principais: (i) condições edafoclimáticas, (ii) escolha do cultivar e (iii) tempo de germinação (Liyanarachchi *et al.*, 2021). O teor de aminoácidos livres teve um grande aumento após os dois processos de germinação (16 e 24 h) na cultivar BRS Formoso, sendo o mais notado nos teores de His

(268 %) na amostra FGBR16h e Val (531 %) FGBR16h. A cultivar Mochi demonstrou maior teor Ser (40 mg/100g), Glu (47 mg/100g), Ala (24 mg/100g) nas amostras com 16 h de germinação. O tempo de 24 h obteve teores menores para estes aminoácidos livres. O polimento reduziu drasticamente todos os aminoácidos livres independente do cultivar e tempo de processo (Figura 2B). Os teores de GABA aumentaram nos dois cultivares, sendo maior após 24 h de processo BRS Formoso (0,26-14,21 mg/100 g) e Mochi (3,99-28,4 mg/100 g).

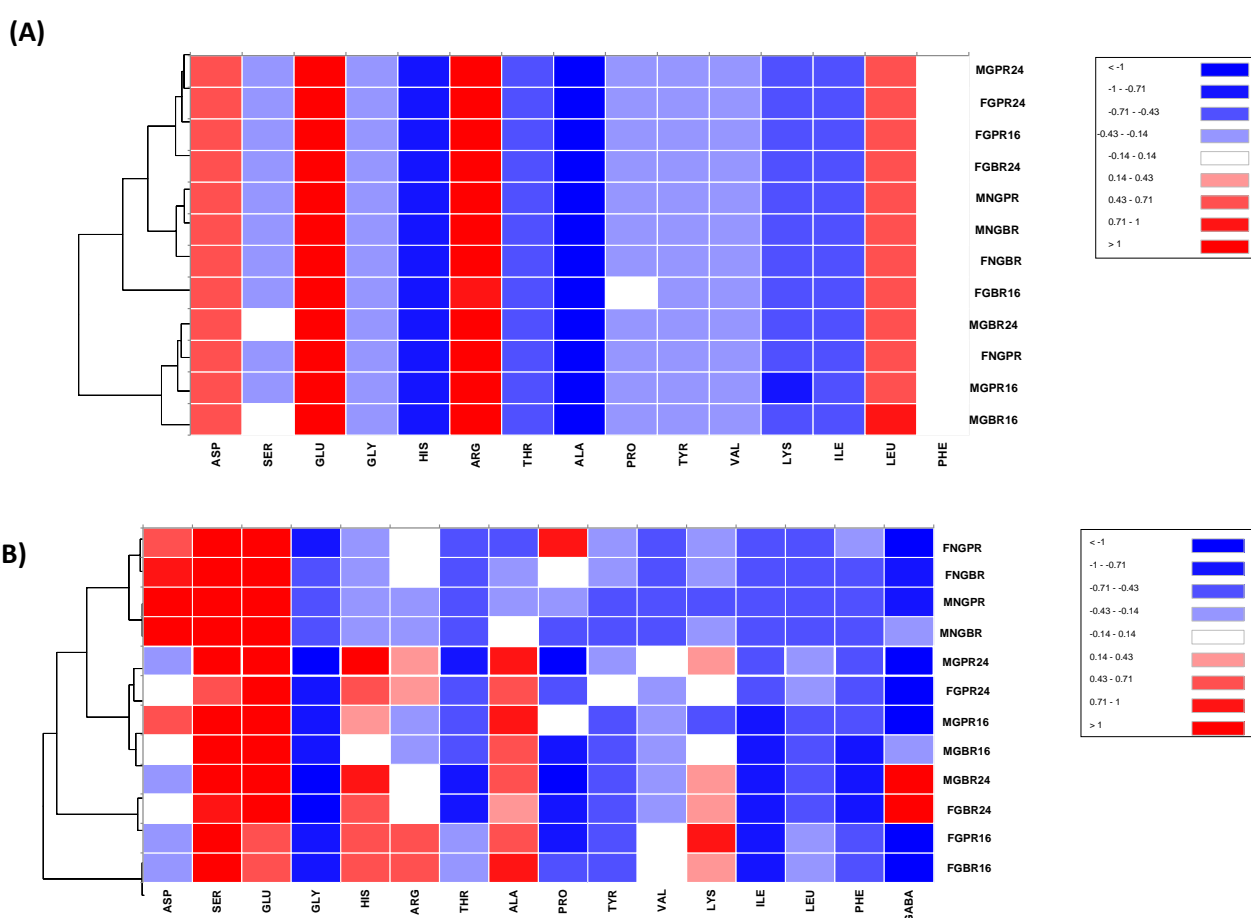


Figura 2. Mapa de calor agrupando os grupos de aminoácidos (A) totais (g/100 g) e (B) livres (mg/100 g) das amostras.

CONCLUSÕES

Houve diferença no teor de amilose dos cultivares de arroz, sendo BRS Formoso classificado como arroz com alto teor de amilose e Mochi baixo ou arroz ceroso. A germinação melhorou o perfil de aminoácidos totais e livres, principalmente GABA na cultivar Mochi (24 h). Apesar do polimento causar a redução desses compostos, isto foi mais acentuado nas amostras não germinadas do que nas germinadas. Estes resultados podem ajudar à indústria na elaboração de arroz com alto teor de GABA.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 11 décimo primeiro levantamento, agosto 2024. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.

Chen, H. H., Chang, H. C., Chen, Y. K., Hung, C. L., Lin, S. Y., & Chen, Y. S. (2016). An improved process for high nutrition of germinated brown rice production: Low-pressure plasma. *Food chemistry*, 191, 120-127.

Cho, D. H., & Lim, S. T. (2016). Germinated brown rice and its bio-functional compounds. *Food Chemistry*, 196, 259-271.

EUROMONITOR. Rice, Pasta and Noodles in Brazil. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/rice--pasta-and-noodles-in-brazil/report>.

Juliano, B. O. (1992). Structure, chemistry, and function of the rice grain and its fractions. *Cereal foods world*, 37, 772-779.

Lee, Y. R., Kim, J. Y., Woo, K. S., Hwang, I. G., Kim, K. H., Kim, K. J., ... & Jeong, H. S. (2007). Changes in the chemical and functional components of Korean rough rice before and after germination. *Food Science and Biotechnology*, 16(6), 1006-1010.

Liyanaarachchi, G. V. V., Mahanama, K. R. R., Somasiri, H. P. P. S., Punyasiri, P. A. N., Wijesena, K. A. K., & Kottawa-Arachchi, J. D. (2021). Profiling of amino acids in traditional and improved rice (*Oryza sativa* L.) varieties of Sri Lanka and their health promoting aspects. *Cereal Research Communications*, 1-8.

Oliveira, M. E. A. S., Antoniassi, R., Wilhelm, A. E., de Araujo Santiago, M. C. P., Pacheco, S., Bassinello, P. Z., ... & Takeiti, C. Y. (2022). Short germination and debranning affect bioactive compounds and pasting properties of rice genotypes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11), e17018.

Takeda, Y., Hizukuri, S., & Juliano, B. O. (1987). Structures of rice amylopectins with low and high affinities for iodine. *Carbohydrate Research*, 168(1), 79-88.

Zargarchi, S., & Saremnezhad, S. (2019). Gamma-aminobutyric acid, phenolics and antioxidant capacity of germinated indica paddy rice as affected by low-pressure plasma treatment. *Lwt*, 102, 291-294.

Zhang, Q., Xiang, J., Zhang, L., Zhu, X., Evers, J., van der Werf, W., & Duan, L. (2014). Optimizing soaking and germination conditions to improve gamma-aminobutyric acid content in japonica and indica germinated brown rice. *Journal of functional foods*, 10, 283-291.