



FARELO DE ARROZ FERMENTADO: FONTE DE MINERAIS

A. Christ-Ribeiro¹, W.V. Nogueira², J.B. Alves³, E. Badiale-Furlong⁴, L.A. de Souza-Soares⁵

- 1- Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos - CEP: 96203-000 - Rio Grande - RS - Brasil, Telefone: +55 (53) 32336796 - e-mail: (anelise.christ@hotmail.com)
- 2- Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos - CEP: 96203-000 - Rio Grande - RS - Brasil, Telefone: +55 (53) 32336796 - e-mail: (wesclenvilar@gmail.com)
- 3- Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos - CEP: 96203-000 - Rio Grande - RS - Brasil, Telefone: +55 (53) 32336796 - e-mail: (ninajbalves@gmail.com)
- 4 - Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos - CEP: 96203-000 - Rio Grande - RS - Brasil, Telefone: +55 (53) 32336796 - e-mail: (dqmebf@furg.com)
- 5 - Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos - CEP: 96203-000 - Rio Grande - RS - Brasil, Telefone: +55 (53) 32336796, e-mail: (leonor.souzasoares@gmail.com)

RESUMO – O farelo de arroz é um subproduto nutricionalmente valioso da moagem do arroz que contém diversos nutrientes importantes à saúde, dentre eles os minerais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da disponibilização de minerais: Alumínio (Al), Cálcio (Ca), Ferro (Fe), Potássio (K), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Fósforo (P), Enxofre (S), Bário (Ba), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Estrôncio (Sr), Vanádio (V) e Zinco (Zn) na fermentação do farelo de arroz por *Saccharomyces cerevisiae*. O farelo foi fermentado com a levedura liofilizada e analisada nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8h. O perfil de minerais foi realizado através de espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). Os resultados mostraram que Ca e S aumentaram em 8% e 6,4%, respectivamente, em comparação com o FI em 8 h de fermentação. Fe, Na e Cu aumentaram em 7%, 42,5 e 6,4%, respectivamente, em 6h. O processo de fermentação em estado sólido do farelo de arroz integral resultou em efeitos favoráveis como fonte de minerais.

ABSTRACT – Rice bran is a nutritionally valuable by-product of rice milling that contains several nutrients important to health, including minerals. The objective of this work was to evaluate the effect of the availability of minerals: Aluminum (Al), Calcium (Ca), Iron (Fe), Potassium (K), Magnesium (Mg), Sodium (Na), Phosphorus (P), Sulfur (S), Barium (Ba), Chromium (Cr), Copper (Cu), Manganese (Mn), Strontium (Sr), Vanadium (V) and Zinc (Zn) in the fermentation of rice bran by *Saccharomyces cerevisiae*. The bran was fermented with lyophilized yeast and analyzed at 0, 2, 4, 6 and 8 hours. The mineral profile was performed using an optical emission spectrometer with inductively coupled plasma (ICP-OES). The results showed that Ca and S increased by 8% and 6.4%, respectively, compared to FI in 8 h of fermentation. Fe, Na and Cu increased by 7%, 42.5 and 6.4%, respectively, in 6h. The solid state fermentation process of brown rice bran resulted in favorable effects as a source of minerals.

PALAVRAS-CHAVE: ICP-OES, *Sacharomyces cerevisiae*, resíduos agroindustriais.

KEYWORDS: ICP-OES, *Sacharomyces cerevisiae*, agro-industrial waste.



1. INTRODUÇÃO

Resíduos agroindustriais ganharam atenção por seu potencial de fornecer bioprodutos valiosos. De acordo com a tendência atual de prevenção de doenças através de alimentos saudáveis, a característica principal que os consumidores exigem é alimentos com benefícios à saúde. Essa demanda levou à investigação desses resíduos e seus efeitos benéficos nos sistemas biológicos. Um resíduo abundantemente disponível e uma fonte rica de bioativos e nutrientes de grande interesse no momento é o farelo de arroz (Janarny, Gunathilake, 2020).

O farelo de arroz, que contém pericarpo, camada de aleurona, germe e algum endosperma, é um subproduto nutricionalmente valioso da moagem do arroz que contém 34 a 62% de amido, 15 a 22% de gordura bruta, 11 a 15% de proteína, 24 a 29% de fibra alimentar e 6,6 e 9,9% de minerais (Bariş Tuncel et al., 2014). Diversos trabalhos mostraram que o uso do farelo de arroz como substrato para fermentação em estado sólido pode aumentar a disponibilidade de nutrientes, o que pode contribuir para a deficiência nutricional nos países em desenvolvimento (Feddern et al., 2007; Oliveira et al., 2010; Schmidt et al., 2014; Thomas et al., 2013; Janarny, Gunathilake, 2020).

Os minerais são divididos em minerais principais (macro-minerais) e minerais (micro-minerais) e possuem papel fundamental em nosso corpo para desempenhar as funções necessárias - desde a construção de ossos fortes até a transmissão de impulsos nervosos - para uma vida saudável e prolongada. A existência de uma série de minerais não só pode produzir hormônios diferentes, mas também pode regular um batimento cardíaco padrão. Alguns macro e microelementos são encontrados na estrutura dos dentes (Ca, P e F) e ossos (Ca, Mg, Mn, P, B e F), enquanto a maioria dos microelementos (Cu, Fe, Mn, Mg, Se e Zn) desempenham um papel vital como parte estrutural de muitas enzimas. Os macroelementos (Ca, Mg, P, Na e K) em comparação com os micro-I (I) têm funções muito mais consideráveis nas células nervosas (transmissão e sinalização). Embora os microelementos tenham um papel fundamental na formação das células eritrocitárias (Co, I e Fe), na regulação dos níveis de glicose (Cr) e na sua proteção através da ativação das enzimas antioxidantes (Mo), macro minerais como Ca e K têm uma alto potencial de controle da pressão arterial (Tabela 1). Minerais também envolvidos nos sistemas imune (Ca, Mg, Cu, Se e Zn) e cérebro (Cr e Mn) (Gharibzahedi, Jafari, 2017).

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da disponibilização de minerais: Alumínio (Al), Cálcio (Ca), Ferro (Fe), Potássio (K), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Fósforo (P), Enxofre (S), Bário (Ba), Cromo (Cr), Cobre (cu), Manganês (Mn), Estrôncio (Sr), Vanádio (V) e Zinco (Zn) na fermentação do farelo de arroz por *Saccharomyces cerevisiae*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O farelo de arroz integral (FI) foi fornecido por indústrias de beneficiamento do grão no Rio Grande do Sul, Brasil. A levedura de panificação (*Saccharomyces cerevisiae*), foi adquirida no comércio local e utilizada como fonte das células.

Para a fermentação em estado sólido, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (3% p.p⁻¹) foi dissolvida em água destilada até o farelo atingir 30% de umidade. O processo foi realizado em estufa com circulação de ar a 30 °C e as amostras da biomassa foram coletadas a cada 2 horas de fermentação durante 8 horas (Feddern et al., 2007).



Os farelos foram pesados (~300 mg) em triplicata e a digestão foi realizada em forno de micro-ondas modelo Speedwave four (Berghof, Alemanha), conforme programa descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Programa de aquecimento do forno de micro-ondas.

Étapas	Rampa (min)	T (°C)	Tempo de permanência (min)	Pressão (bar)
1	20	170	10	35
2	5	200	25	35
3	5	50	20	35

Fonte: Autor

Para a digestão, foram usados 5 mL de HNO₃ concentrado e bidestilado (Merck) e 0,5 mL de HF 40% (Merck). Após a digestão, as amostras foram diluídas entre 5 alíquotas em HNO₃ 5%, para posterior quantificação. As determinações foram feitas em espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado Perkin Elmer (modelo Optima 4300 DV, Shelton, USA). A introdução das amostras no espectrômetro foi feita empregando um nebulizador GemCone e uma câmara de nebulização ciclônica. As demais condições de operação do equipamento estão descritas na Tabela 2. O plasma foi formado a partir de argônio (White Martins, São Paulo, Brasil), com pureza de 99,996% (AOAC, 2000).

Tabela 2 - Condições operacionais do equipamento de ICP OES.

Parâmetro	Condição
Potência (W)	1400
Vazão do gás principal (L min ⁻¹)	15
Vazão do gás auxiliar (L min ⁻¹)	0,2
Vazão do gás de nebulização (L min ⁻¹)	0,7
Comprimento de onda (nm)	Al 394.401 Ca 315.887 Fe 238.204 K 766.490 Mg 279.077 Na 589.592 P 214.914 S 181.975 Ba 233.529 Cr 267.717 Cu 324.759 Mn 259.374 Sr 421.565 V 290.880 Zn 213.857

Fonte: O autor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do perfil mineral estão apresentados na Tabela 3. Os resultados apontam que o farelo de arroz é uma fonte rica de minerais, destacando Ca, K, Mg, P e S e, com a fermentação, estes níveis variam. Assim, o teor de Ca, aumentou em 8% em comparação com o FI em 8 h de fermentação por *S. cerevisiae*. Fe, Na e Cu aumentaram em 7%, 42,5 e 6,4%, respectivamente, em 6h. S aumentou em 6,4% no FI em 8h de fermentação. Destaca-se os tempos de 6 e 8h para a fermentação por *S. cerevisiae*.

Efeito semelhante a este estudo foi observado por Oduguwa, Edema e Ayeni (2008), quando cultivou *Rhizopus oligosporus* e *S. cerevisiae*, usando o substrato de farelo de arroz, cujo o conteúdo de cinzas aumentou 24,5% após 48 h de fermentação.

Tabela 3 – Perfil de minerais do farelo de arroz (FI) e fermentados.

	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (%)					
	FI	0h	2h	4h	6h	8h
Al	85,5 ^c	10,9 ^c	9,72 ^a	12,7 ^a	8,99 ^b	8,92 ^b
Ca	559 ^b	545 ^b	479 ^c	553 ^b	575 ^{ab}	607 ^a
Fe	134 ^d	251 ^a	161 ^c	271 ^a	144 ^d	189 ^b
K	2108 ^a	2071 ^a	2044 ^a	1997 ^b	1959 ^b	1997 ^c
Mg	10287 ^d	13793 ^a	13407 ^b	13231 ^c	13418 ^b	13543 ^{ab}
Na	80,5 ^c	116 ^b	136 ^a	128 ^b	140 ^a	135 ^a
P	25569 ^a	25607 ^a	24456 ^c	24396 ^c	25443 ^b	24555 ^c
S	1819 ^c	1777 ^d	1893 ^c	1973 ^b	1923 ^b	2018 ^a
Ba	8,76 ^a	8,63 ^a	8,25 ^a	8,36 ^a	8,53 ^a	8,57 ^a
Cr	0,46 ^a	< 0,4 ^b	< 0,4 ^b	< 0,4 ^b	< 0,4 ^b	< 0,4 ^b
Cu	7,49 ^a	8,02 ^a	7,45 ^c	7,20 ^c	8,00 ^a	7,41 ^c
Mn	194 ^a	191 ^a	192 ^a	192 ^a	191 ^a	195 ^a
Sr	4,00 ^a	4,00 ^a	3,86 ^a	3,84 ^a	3,93 ^a	3,89 ^a
V	2,23 ^a	< 0,4 ^b	< 0,4 ^b	< 0,4 ^b	< 0,4 ^b	< 0,4 ^b
Zn	111 ^a	115 ^a	84,2 ^c	105 ^b	84,6 ^c	95,3 ^b

Resultados expressos como média. Valores em linhas com a mesma letra não indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Autor.

4. CONCLUSÃO

O processo de fermentação em estado sólido do farelo de arroz integral com levedura *S. cerevisiae* resultou em efeitos favoráveis como fonte de minerais, apresentando aumento de Ca, Fe, Na, S e Cu na biomassa cultivada por 6h e 8h.



5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa [151489/2018-1].

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists. AOAC (2000). *Official methods of analysis of AOAC International*, 14th ed. Washington.
- Barış Tuncel, N., Yılmaz, N., Kocabıyık, H., Uygur, A. (2014). The effect of infrared stabilized rice bran substitution on B vitamins, minerals and phytic acid content of pan breads: Part II. *Journal of Cereal Science*, 59(2), 162-166.
- Gharibzahedi, S.M.T., Jafari, S. M. (2017). The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology*. 62, 119-132.
- Janarny, G., Gunathilake, K. D. P. P. (2020). Changes in rice bran bioactives, their bioactivity, bioaccessibility and bioavailability with solid-state fermentation by *Rhizopus oryzae*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 23, 101510.
- Feddern, V.; Furlong, E. B.; Soares, L. A. S. (2007). Efeitos da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais do farelo de arroz. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27, 800-804.
- Oduguwa, O. O.; Edema, M. O.; Ayeni, A. O. (2008). Physico-chemical and microbiological analyses of fermented corn cob, rice bran and cowpea husk for use in composite rabbit feed. *Bioresource Technology*, 99, 1816-1820.
- Oliveira, M. S; Kupski, L.; Feddern, V.; Cipolatti, E. P.; Badiale-Furlong, E.; Souza-Soares, L. A. (2010). Physico-chemical characterization of fermented rice bran biomass. *Food Science and Technology*, 8(3), 7-11.
- Schmidt, C. G; Gonçalves, L. M.; Prietto, L.; Hackbart, H. S.; Furlong, E. B. (2014). Antioxidant activity and enzyme inhibition of phenolic acids from fermented rice bran with fungus *Rizhopus oryzae*. *Food Chemistry*, 146, 371–377.
- Thomas, L, et al. (2013). Current developments in solid-state fermentation. *Biochem Eng J*. 81, 146–161.