

PERFIL TEXTUROMÉTRICO E TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS LIVRES E LIGADOS DO ARROZ INTEGRAL DE PERICARPO PARDO, PRETO E VERMELHO ARMAZENADOS POR SEIS MESES

EZEQUIEL HELBIG PASA¹; JAMES ROSCHILDT BUNDE²; WILIAN SCAGLIONE
LANGE³; JORGE TIAGO SCHWANZ GOEBEL⁴; CRISTIANO DIETRICH
FERREIRA⁵; MOACIR CARDOSO ELIAS⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – ezequielpasa@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – jamesroschilt96@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – langewilian@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – jorge.goebel@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – cristiano.d.f@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – eliasmc@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos grãos mais produzidos e consumidos no mundo e é considerado essencial para mais de 60% da população mundial (KAMINSKI et al., 2013), sendo consumido principalmente na forma de arroz cozido. Cada vez mais a população busca consumir produtos com maior qualidade nutricional, aumentando desta forma o consumo de arroz pigmentado como o preto e vermelho, devido a maior presença de compostos com potencial antioxidante.

Ao serem armazenados, os grãos ficam sujeitos à ação de diversos fatores, como calor, umidade, oxigênio, organismos associados, atividade enzimática, dentre outros. As características dos grãos e suas interações com o ambiente a que estiverem expostos determinarão propriedades de conservabilidade, aptidão industrial e/ou de consumo e valor comercial (ELIAS, 2009).

A qualidade inicial dos grãos é fator determinante para o sucesso do armazenamento. No caso do arroz, um período de repouso após a secagem é necessário para que o arroz melhore sua renda de descascamento e rendimento de polimento, sendo que em algumas indústrias brasileiras esse período pode chegar a 3 ou 6 meses. As alterações nas propriedades de textura de arroz ao longo do armazenamento estão principalmente associadas com a oxidação das proteínas nas camadas exteriores do grão (COSTA 2013).

Sendo assim, objetivou-se com o trabalho avaliar o perfil texturométrico e o teor de compostos fenólicos livres e ligados em grãos de arroz integral de pericarpo pardo, preto e vermelho armazenados por seis meses.

2. METODOLOGIA

As cultivares de arroz de pericarpo pardo, preto e vermelho foram cultivadas em sistema irrigado no município de Jaguarão (Latitude: 32° 33' 37" Sul, Longitude: 53° 22' 52" Oeste e altitude de 23 metros), Rio Grande do Sul, Brasil. Os grãos de arroz foram colhidos com teor de umidade aproximada de 20% e transportados para o Laboratório de Pós-colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Universidade Federal de Pelotas, onde foram submetidos às etapas de limpeza e secagem até umidade de 14%. Posteriormente os grãos foram tratados com fosfeto de alumínio para evitar a interferência de insetos durante o experimento. Em seguida os grãos foram descascados em equipamento Zaccaria (Type PAZ-1-DTA, Zaccaria, Brazil), retirados os marinheiros e acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade com 0,2mm de espessura e

capacidade de 0,9Kg e à 25 °C em triplicata, durante 6 meses, cobertos com papel alumínio para bloquear a luz. Foram coletadas amostras, no início do armazenamento e após seis meses para a realização das análises.

Para avaliação do perfil texturométrico os grãos de arroz foram cozidos conforme descrito por JULIANO; BECHTEL (1985). O perfil texturométrico dos grãos cozidos foi determinado utilizando-se equipamento marca *Stable Micro Systems Texture Analysers*, modelo TA.XTplus, com uma célula de carga de 5 kg com uma compressão de dois ciclos (PARK; KIM; KIM, 2001). Uma força de compressão de dois ciclos de tempo *versus* programa foi utilizada para comprimir as amostras até 90% da espessura original de grão cozido, retornar à sua posição original e novamente comprimir (MEULLENET et al., 2000).

A extração de fenóis livres e ligados foi realizada de acordo com o método descrito por ALVES et al. (2016).

As determinações foram realizadas em triplicata e os desvios padrões foram reportados. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos para a dureza dos grãos de arroz com pericarpo pardo, preto e vermelho armazenados por 6 meses. No início do armazenamento foram observados 6463,0g, 8114,7g e 5093,6g de dureza, respectivamente para os grãos com pericarpo pardo, vermelho e preto. As diferenças iniciais observadas na dureza dos grãos são devidas as diferenças anatômicas entre os grãos. Aos 6 meses de armazenamento, observa-se aumento da dureza dos grãos de pericarpo pardo, vermelho e preto, os quais apresentaram aumentos de 732,1g, 112,4g e 895,2g, em relação ao inicio do armazenamento. Em relação a adesividade, definida como a força necessária para remover o alimento que adere na língua, dentes e mucosas, não se obteve alteração durante os seis meses de armazenamento.

Tabela 1. Dureza e adesividade dos grãos de arroz de pericarpo pardo, vermelho e preto armazenados por 6 meses.

	Dureza (g)		Adesividade (g.sec ⁻¹)	
	0 meses	6 meses	0 meses	6 meses
Pardo	6463,0±59,1 ^{Bb*}	7195,1±93,6 ^{Ba}	-5,5±3,9 ^{Ba}	-4,7±2,3 ^{Ba}
Vermelho	8114,7±90,5 ^{Aa}	8227,1±197,5 ^{Aa}	-49,9±5,6 ^{Aa}	-43,6±14,5 ^{Aa}
Preto	5093,6±60,9 ^{Cb}	5988,8±95,8 ^{Ca}	-50,1±13,1 ^{Aa}	-35,4±26,9 ^{Aa}

*Médias aritméticas ± desvio padrão, seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e minúsculas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos para a gomosidade e mastigabilidade dos grãos de arroz com pericarpo pardo, preto e vermelho armazenados por 6 meses. Inicialmente os grãos de arroz apresentaram uma gomosidade de 2638,5, 3032,1 e 1462,3g e mastigabilidade 1354,4, 1508,8 e 444,6g, respectivamente para os grãos com pericarpo pardo, vermelho e preto. Após 6 meses de armazenamento, observa-se um aumento da gomosidade para os grãos com pericarpo preto, enquanto que para os grãos com pericarpo pardo e vermelho não foram observadas alterações. Após 6 meses de armazenamento os grãos de pericarpo pardo e preto tiveram um aumento da mastigabilidade, porém o pericarpo vermelho teve uma diminuição da mastigabilidade.

Tabela 2. Gomosidade e mastigabilidade dos grãos de arroz de pericarpo pardo, vermelho e preto armazenados por 6 meses.

	Gomosidade		Mastigabilidade	
	0 meses	6 meses	0 meses	6 meses
Pardo	2638,5±93,7 ^{Aa*}	2659,0±26,4 ^{Ba}	1354,4±10,2 ^{Ab}	1537,5±92,4 ^{Aa}
Vermelho	3032,1±58,5 ^{Aa}	2936,2±55,8 ^{Aa}	1508,8±11,0 ^{Aa}	1390,5±62,5 ^{Ab}
Preto	1462,3±81,1 ^{Bb}	1860,1±16,5 ^{Ca}	444,6±84,7 ^{Bb}	689,6±14,4 ^{Ba}

*Médias aritméticas ± desvio padrão, seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e minúsculas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

O aumento na gomosidade no arroz de pericarpo preto está de acordo com o aumento na dureza (Tabela 1), pois a gomosidade é definida como a energia requerida para desintegrar um alimento semissólido para um estado pronto de ser engolido, sem mastigar, consequentemente quanto maior a dureza, maior é a energia necessária para serem desintegrados e engolidos.(Tabela 1). O aumento da mastigabilidade, definida como o número de mastigações necessárias para tornar o alimento com consistência adequada para ser engolido, apresenta comportamento similar com os aumentos da dureza e da gomosidade, demonstrando que o conjunto de alterações que ocorrem nos grãos, são responsáveis pela alteração de mais de um parâmetro texturométrico.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados obtidos para o conteúdo de fenólicos solúveis totais de grãos de arroz com pericarpo pardo, preto e vermelho armazenados por 6 meses. No início do armazenamento foram observados 88,6, 683,4 e 759,6 mg.100g⁻¹ de fenólicos livres e 189,1, 202,9 e 245,8 mg.100g⁻¹ de fenólicos ligados, respectivamente nos grãos com pericarpo pardo, vermelho e preto.

Tabela 3. Compostos fenólicos livres e ligados dos grãos de arroz de pericarpo pardo, vermelho e preto armazenados por 6 meses.

	Fenólicos Livres (mg.100g ⁻¹)		Fenólicos Ligados (mg.100g ⁻¹)	
	0 meses	6 meses	0 meses	6 meses
Pardo	88,6±4,5 ^{Ca*}	75,3±2,6 ^{Cb}	189,1±8,1 ^{Ba}	186,2±9,8 ^{Ba}
Vermelho	683,4±37,0 ^{Ba}	561,5±24,0 ^{Bb}	202,9±3,1 ^{Ba}	153,0±0,4 ^{Cb}
Preto	759,6±34,7 ^{Aa}	737,2±13,3 ^{Aa}	245,8±2,2 ^{Ab}	291,1±8,8 ^{Aa}

*Médias aritméticas ± desvio padrão, seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e minúsculas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Após 6 meses de armazenamentos os grãos com pericarpo pardo e vermelho apresentaram redução nos compostos fenólicos livres, não diferindo para o arroz preto. Após o armazenamento foi observado aumento nos compostos fenólicos ligados de 45,3 mg.100g⁻¹, e redução de 49,9 mg.100g⁻¹, respectivamente para os grãos com pericarpo preto e vermelho. Segundo NASAR-ABBAS et al.(2008), durante o armazenamento de grãos, os compostos fenólicos podem ser degradados e/ou sintetizados, sendo que em temperaturas elevadas de armazenamento estes compostos são facilmente oxidados e podem ligar-se a proteínas formando complexos insolúveis.

4. CONCLUSÕES

Os grãos de arroz preto apresentam menor dureza, gomosidade e mastigabilidade, no entanto o armazenamento promove o aumento destes parâmetros, principalmente nos grãos de arroz preto.

Os grãos com pericarpo preto apresentaram maior teor de compostos fenólicos livres e ligados, seguidos pelos grãos de arroz vermelho e pardo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G. H.; FERREIRA, C. D.; VIVIAN, P. G.; MONKS, J. L. F.; ELIAS, M. C.; VANIER, N. L.; OLIVEIRA, M. The revisited levels of free and bound phenolics in rice: Effects of the extraction procedure. **Food Chemistry**, v. 208, p. 116–123, 2016.
- COSTA, Cláudia Militz. **Efeitos do armazenamento em parâmetros de avaliação de qualidade de grãos de quatro genótipos de arroz.** 2013. 147f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.
- ELIAS, M. C. **Manejo tecnológico na secagem e no armazenamento de grãos.** Pelotas: Editora Santa Cruz, 2009. 378p.
- JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. In: Rice: Chemistry and Technology (edited by E.T. Champagne). Pp. 17–57. New Orleans, MN, USA: **American Association of Cereal Chemists**. Chapter 2, 1985.
- KAMINSKI, T. A., et al. Changes in culinary, viscoamylographic and sensory characteristics during rice storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**, v.53, p.37-42, 2013.
- NASAR-ABBAS, S.M.; PLUMMER, J.A.; SIDDIQUE, K.H.M.; WHITE, P.F.; HARRIS, D.; DODS, K. Nitrogen retards and oxygen accelerates colour darkening in faba bean (*Vicia faba* L.) during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, n. 1, p. 113–118, 2008.
- PARK, J. K.; KIM, S.S.; KIM, K.O. Effects of milling ratio on sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. **Cereal Chemistry**. v.78, n.2, p.151-156, 2001.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI JR., J.A.. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p.144-158, 1965.
- ZIELINSKI, H.; KOZLOWSKA, H.; Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.6, p. 2008-2016, 2000.
- ZIEGLER, Valmor. **Efeitos da temperatura e do tempo de armazenamento de arroz integral de pericarpo pardo, preto e vermelho sobre parâmetros de avaliação de qualidade dos grãos e propriedades do amido.** 2016. 138f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.
- MEULLENET, J.-F.; MARKS, B. P.; HANKINS, J. A.; DANIELS. M. J. Sensory quality of cooked long-grain rice as affected by rough rice moisture content, storage temperature, and storage duration. **Cereal Chem.**, v. 77, n. 259-263, 2000.