

Propriedades tecnológicas de arroz preto e vermelho armazenados em diferentes temperaturas durante 6 meses

Camila Fontoura Nunes¹; Luana Haeberlin²; Lanes Beatris Acosta Jaques³; Anderson Ely²; Nairiane dos Santos Bilhalva²; Moacir Cardoso Elias⁴; Ricardo Tadeu Paraginski⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., qualidade, armazenamento.

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; Hasjim et al., 2013), sendo a maior forma de consumo o arroz cozido. Cada vez mais a população busca consumir produtos com maior qualidade nutricional, aumentando desta forma o consumo de arroz preto, vermelho, devido a maior presença de compostos com potencial antioxidante. Trabalhos recentes foram realizados com arroz preto e vermelho para avaliar a qualidade nutricional de grãos de diferentes cultivares produzidos em diferentes regiões do mundo, e estes identificaram e atribuíram a coloração escura do pericarpo dos grãos à presença de antocianinas (cianidina 3-glicosídeo e peonidina 3-glicosídeo), e compostos fenólicos presentes no arroz integral também foram identificados no arroz de pericarpo preto, e em quantidades superiores, principalmente os ácidos ferúlico e *p*-cumárico, além de outros. Os efeitos benéficos dos compostos fenólicos e das antocianinas decorrem de sua ação antioxidante, auxiliando na prevenção de danos celulares, doenças crônicas, envelhecimento, diabetes (Xia et al., 2006; Hyun & Chung, 2004), inflamações (Hu et al., 2003), arteriosclerose (Xia et al., 2006; Ling et al., 2001), desenvolvimento de células cancerígenas (Chen et al., 2006), hiperlipidemia (Guo et al., 2007; Kwon et al., 2007), hipoglicemia (Sasaki et al., 2007), sendo maior atividade antioxidante observada nos grãos integrais e nos que possuem pericarpo vermelho e preto, quando comparado ao arroz beneficiado polido, tradicionalmente consumido pela maior parte da população. (Tian et al., 2004; Zhou et al., 2004).

A disponibilidade de grãos necessita ser constante ao longo do ano, entretanto a produção ocorre apenas em algumas épocas do ano, necessitando estes grãos de armazenamento, sendo a temperatura um dos principais fatores que interfere na qualidade de armazenamento. Porém, poucos trabalhos foram realizados para avaliar as propriedades tecnológicas do arroz das variedades especiais e os efeitos das condições de armazenamento. Assim, considerando o crescimento do consumo de arroz de variedades especiais e a necessidade de armazenamento para atender a demanda de consumo ao longo do ano, o objetivo no trabalho foi avaliar os efeitos, da temperatura e do tempo de armazenamento nos parâmetros tecnológicos de arroz preto e vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz vermelho e preto, adquiridos em empresa no município de Pelotas, Brasil. Os grãos foram limpos, eliminando-se grãos quebrados, matérias

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Agrícola, Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete, e-mail: camilafnunes.cf@gmail.com.

² Acadêmico do curso de Engenharia Agrícola, Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete.

³ Mestranda, Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete, Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil

⁵ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor, Universidade Federal de Pelotas.

estranhas e impurezas, sendo utilizados apenas grãos íntegros para o armazenamento com umidade de 14%. Os grãos foram armazenados nas temperaturas de 5, 15, 25 e 35°C durante seis meses em sistema hermético e em sacos de polietileno de 0,2mm de espessura de filme plástico com capacidade de 0,9 Kg. As avaliações foram realizadas no início e ao final de seis meses de armazenamento. O peso de 1000 grãos foi determinado com contagem de 8 repetições de 100 grãos e pesagem em balança analítica (Brasil, 2009) e os resultados expressos em gramas. O pH foi determinado segundo método proposto por (Rehman et al., 2002), onde um filtrado de 2 gramas de amostra moída (80 mesh tamanho) agitados em 20 mL de água destilada, e após determinado em um medidor de pH. A condutividade elétrica foi determinada segundo metodologia do International Seed Testing Association - ISTA (2008), onde foram contadas 4 repetições de 25 grãos, pesados e imersos em 75 mL de água deionizada (em becker de 250 mL), colocadas em germinador regulado para a temperatura constante de 20°C, por 24 horas, e as soluções foram agitadas suavemente e a condutividade elétrica foi determinada com condutivímetro, sendo os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. O teor de gordura foi determinado seguindo o método 30-20 da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995). O índice de acidez do óleo foi determinado seguindo o procedimento de titulação descrito no método AACC 02-01A (AACC, 2000), e a acidez do óleo foi expressa como mg de hidróxido de sódio necessário para neutralizar os ácidos em 100 g de amostra, utilizando solução de fenolftaleína como indicador. A solubilidade proteica em água foi determinada de acordo com o método descrito por Liu et al. (1992), com modificações, onde um grama de amostra moída foi homogeneizado em 50 mL de água destilada, e mantido sob agitação constante durante 1 hora a 25°C. O material foi centrifugado a 5300 x g por 20 minutos. Aliquotas de 2 mL do sobrenadante foram coletadas para determinação do teor de nitrogênio, pelo método de Kjeldahl (AOAC, 2006). O teor de proteína bruta foi determinado seguindo o método 30-20 da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995), e o teor de proteína bruta foi obtido utilizando um fator de conversão de azoto para proteína de 6,25. As avaliações foram realizadas em triplicata, e os resultados foram submetidos a análises de variância (ANOVA), utilizando o teste de Tukey a nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do peso de mil grãos (Tabela 1) para grãos de arroz preto indicam uma perda de peso ($p < 0,05$) nos grãos armazenados a 25 e 35°C. Já para os grãos de arroz vermelho, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para todas as condições de armazenamento. Após seis meses armazenados, em comparação com o inicial. A redução do peso de mil grãos pode ser associada aos processos metabólicos, que com o aumento da temperatura são acelerados.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos de arroz preto e vermelho armazenados em diferentes temperaturas durante um período de 180 dias.

	Tratamentos ^a	Peso de mil grãos (gramas)	pH	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Preto	Inicial	20,65±0,12 ^a	6,84±0,01 ^a	195,66±1,56 ^d
	5 °C	20,30±0,39 ^{ab}	6,71±0,02 ^b	238,67±2,52 ^c
	15 °C	19,98±0,31 ^{bc}	6,58±0,01 ^c	265,00±7,94 ^{ab}
	25 °C	20,16±0,14 ^b	6,53±0,04 ^c	262,33±5,69 ^b
	35 °C	19,74±0,24 ^c	6,27±0,01 ^d	278,67±3,51 ^a
Vermelho	Inicial	20,36±0,21 ^a	6,70±0,02 ^a	227,33±1,76 ^c
	5 °C	20,17±0,35 ^a	6,58±0,01 ^b	318,00±6,24 ^a
	15 °C	19,74±0,26 ^a	6,48±0,01 ^c	306,00±1,73 ^b
	25 °C	19,91±0,52 ^a	6,46±0,02 ^c	306,00±2,65 ^b
	35 °C	19,26±0,60 ^a	6,41±0,01 ^d	322,67±1,15 ^a

^a Médias aritméticas de dez repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na coluna para cada grupo de grãos diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados obtidos do pH dos grãos preto e vermelho (Tabela 1), indicam uma diminuição ($p < 0,05$) após seis meses de armazenamento, porém houve uma perda mais relevante nos grãos armazenados a 35°C, o que indica que houve danos na membrana da célula e lixiviação dos íons de H⁺, devido à alta temperatura. Após os seis meses de armazenamento em comparação com o inicial, pode-se observar um aumento ($p < 0,05$) na condutividade elétrica dos grãos de arroz integral, parboilizado integral, preto e vermelho, principalmente nos grãos armazenados a 35°C. Os resultados do pH e condutividade elétrica estão de acordo com Ziegler (2017), que estudou os efeitos da temperatura de armazenamento de grãos de arroz integral, preto e vermelho sobre propriedades físico-químicas armazenados a temperatura de 16, 24, 32 e 40°C, onde encontrou maior redução do pH e maior aumento da condutividade elétrica para temperaturas mais elevadas.

Os resultados do teor de lipídios, proteína bruta, acidez do óleo e proteína solúvel de arroz preto e vermelho, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Teor de lipídios, proteína bruta, acidez do óleo e proteína solúvel de arroz preto e vermelho armazenados em diferentes temperaturas durante o período de 180 dias.

Tratamentos ^a		Lipídios (%)	Acidez (mg NaOH.g ⁻¹ amostra)	Proteína bruta (%)	Solubilidade proteica (%)
Preto	Inicial	2,46±0,04 ^a	1,47±0,05 ^d	9,97±0,25 ^{ab}	44,17±3,79 ^a
	5 °C	2,46±0,01 ^a	2,54±0,02 ^c	9,03±0,48 ^b	27,78±3,70 ^b
	15 °C	2,44±0,02 ^a	3,21±0,20 ^b	9,21±0,18 ^{ab}	35,22±3,71 ^{ab}
	25 °C	2,36±0,03 ^a	3,88±0,07 ^a	9,43±0,62 ^{ab}	26,40±2,13 ^b
	35° C	2,64±0,31 ^a	3,54±0,17 ^b	10,22±0,33 ^a	27,72±3,70 ^b
	Vermelho	Inicial	2,91±0,07 ^a	2,29±0,04 ^c	8,89±0,02 ^a
5 °C		2,93±0,01 ^a	2,53±0,06 ^a	8,72±0,05 ^{ab}	25,79±2,46 ^b
15 °C		2,91±0,00 ^a	2,33±0,01 ^{bc}	8,71±0,11 ^{ab}	17,69±1,42 ^c
25 °C		2,96±0,06 ^a	2,48±0,10 ^{ab}	8,61±0,05 ^b	16,06±4,94 ^c
35° C		2,68±0,16 ^b	2,34±0,04 ^{bc}	8,04±0,10 ^c	15,09±2,46 ^c

^a Médias aritméticas de dez repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na coluna para cada grupo de grãos diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A partir dos resultados do teor de lipídios dos grãos de arroz preto, não houve diferença ($p > 0,05$) para os grãos armazenados, independente da temperatura, em comparação com o inicial. Entretanto, houve diferença significativa ($p > 0,05$) após os seis meses de armazenamento para os grãos de arroz vermelho sobre o teor de lipídios, quando armazenados a 35°C. Verifica-se um aumento ($p < 0,05$) na acidez do óleo para os grãos de arroz preto e vermelho para todas as condições de armazenamento. O aumento da acidez do óleo e a redução do teor de lipídios pode ser atribuído as reações químicas, devido à alta temperatura. Os resultados da acidez do óleo estão de acordo com Cappellari (2015) que estudou os efeitos da temperatura de armazenamento na qualidade tecnológica e viscoamilográfica de arroz parboilizado integral, que também encontrou maiores valores da acidez do óleo para os grãos armazenados a 35°C. Os resultados da proteína bruta dos grãos de arroz vermelho apresentaram uma diferença significativa ($p < 0,05$) aos seis meses de armazenamento, e nos grãos de arroz preto, essa se manteve constante durante os seis meses, para todas as temperaturas. A solubilidade proteica reduziu ($p < 0,05$) para os grãos de arroz preto e vermelho, independente da temperatura. De acordo com Sirisoontarak e Noomhorm (2007), interações coloidais entre amido e proteína formam uma estrutura física mais estável, insolúvel em água durante o armazenamento, resultando na redução da solubilidade, sendo que trabalhos mostram que alterações nas proteínas são os principais fatores que provocam alterações nas propriedades reológicas relacionadas a alterações dos grãos durante o armazenamento.

CONCLUSÃO

Portanto, a temperatura de armazenamento influencia na qualidade final do produto, sendo a temperatura de 15°C a melhor alternativa para o armazenamento seguro de arroz preto e vermelho, pois aos seis meses de armazenamento, foi a temperatura que menos interferiu sobre os parâmetros tecnológicos do arroz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (Fapergs), ao Laboratório de Grãos da Universidade Federal de Pelotas e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC, 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, MN, USA.
- AACC, 2000. Fat acidity - general method. Method 02-01A. In: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, MN, USA.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009, 399p.
- CHEN, P.N., et al. Black rice anthocyanins inhibit cancer cells invasion via repressions of MMPs and u-PA expression. *Chemico-Biological Interactions*, 163, 218-229, 2006.
- Guo, H., et al. Effect of anthocyanin-rich extract from black rice (*Oryza sativa* L. *indica*) on hyperlipidemia and insulin resistance in fructose-fed rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 62, 1-6, 2007.
- HASJIM, J., LI, E., DHITAL, S. Milling of rice grains: Effects of starch/flour structures on Gelatinization and pasting properties. *Carbohydrate Polymers*, 92, 682-690, 2013.
- ISTA – INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Determination of other seeds by number. In: International rules for seed testing. ed. 2008. Bassersdorf, c.4, pp 4.1-4.3, 2008.
- KAMINSKI, T. A., et al. Changes in culinary, viscoamylographic and sensory characteristics during rice storage at different temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 53, 37-42, 2013.
- SASAKI, R., et al. Cyanidin 3-glucoside ameliorates hyperglycemia and insulin sensitivity due to down regulation of retinol binding protein 4 expression in diabetic mice. *Biochemical Pharmacology*, 74, 1619-1627, 2007.
- TIAN, S.; NAKAMURA, K.; KAYAHARA, H. (2004). Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice and germinated brown rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (15), 4808-4813, 2004.
- XIA, X., et al. An anthocyanin-rich extract from black rice enhances atherosclerotic plaque stabilization in apolipoprotein E-deficient mice. *Journal of Nutrition*, 136, 2220-2225, 2006.
- ZIEGLER, V., et al. Effects of storage temperature of whole rice grains with brown, black and red pericarps, on the physicochemical and pasting properties. *Braz. J. Food Technol.*, v. 20, e2016051, 2017.