

EFEITO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE TECNOLÓGICA E VISCOAMILOGRÁFICA DE ARROZ PARBOILIZADO INTEGRAL

Marcelo Ricardo Cappellari¹; Ricardo Tadeu Paraginski²; Valmor Ziegler³, Cristiano Dietrich Ferreira³, Mauricio de Oliveira⁴

Palavras-chave: RVA, *Oryza sativa*, composição química, composição física.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos principais cereais produzidos e consumidos no mundo, apresentando grande importância econômica. O arroz é o grão de maior importância em muitos países em desenvolvimento, sendo considerado alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas e, segundo estimativas da EMBRAPA (2005) haverá uma demanda para atender ao dobro desta população até 2050.

Atualmente a produção mundial de arroz se situa ao redor de 714,9 milhões de toneladas, sendo que o Brasil se encontra entre os 10 principais produtores, com estimativa de produção de 12,3 milhões de toneladas para a safra 2014/2015, abrangendo uma área cultivada de 2,3 milhões de hectares, com uma produtividade média de 5.320 Kg/ha (CONAB, 2014a, b).

No Brasil, o arroz parboilizado vem ganhando grande importância nos últimos anos, representando 25% do consumo de grãos de arroz. O processo de parboilização baseia-se no tratamento hidrotérmico a que o arroz em casca é submetido, pela ação tão somente da água e do calor, sem qualquer agente químico (ABIAP, 2014).

Ainda que não se disponha de dados oficiais, estima-se que por ano, cerca de 170 milhões de toneladas de arroz em casca são beneficiadas industrialmente pelo processo de parboilização em todo o mundo, ou seja, ao redor da quinta parte da produção arrozeira mundial é destinada a este processo (AMATO e ELIAS, 2005).

O armazenamento dos grãos é imprescindível para o fornecimento de grãos durante o período de entressafra. Durante a pós-colheita, vários são os fatores que interferem na qualidade dos grãos, dentre eles destaca-se a temperatura de armazenamento. Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35°C) na qualidade tecnológica e viscoamilográfica de grãos de arroz parboilizado integral armazenados durante 6 meses.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pós-colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Os grãos de arroz parboilizados foram adquiridos em empresa no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Os mesmos foram limpos e selecionados eliminando-se grãos quebrados, matérias estranhas e impurezas, sendo utilizados apenas grãos íntegros para a realização do trabalho. Os grãos (0,9Kg) foram armazenados em triplicata, em sacos de polietileno de 0,2mm de espessura, hermeticamente fechados, com 14% de umidade, em diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35°C), na ausência de luz.

¹ Graduando do Curso Superior de Agronomia. Laboratório de Grãos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário - UFPEL, s/n, CEP 96010-900 - Caixa Postal 354 - Pelotas/RS, Fone: (53) 3275-7258 - ramal 205, DCTA, FAEM, UFPEL, E-mail: marcelo.cappellari@hotmail.com.

² Professor, Dr., Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete.

³ Doutorando, DCTA, FAEM, UFPEL.

⁴ Professor, DCTA, FAEM, UFPEL.

O peso de mil grãos foi determinado de acordo com as regras para análises de sementes (BRASIL, 2009). O teor de proteína bruta foi determinado em aparelho Kjeldahl e o teor de lipídeos foi determinado em aparelho Soxhlet de acordo com metodologia da AOAC (2006).

O teor de proteína solúvel foi determinado de acordo com o método descrito por Liu et al. (1992), com modificações. Um grama de amostra foi homogeneizado em 50 ml de água destilada por agitação constante durante 1 hora, o material foi centrifugado a 5300 g (giros), por 20 minutos e coletado 2 ml do sobrenadante. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl e o teor de proteínas foi obtido pela multiplicação do fator 5,95. A acidez do óleo foi determinada seguindo o procedimento de titulação descrito no método AACC 02-01A (AACC, 2000), a acidez titulável foi expressa em mg de NaOH em 100 gramas de óleo.

A condutividade elétrica da água de hidratação foi determinada segundo metodologia do ISTA (2008). O pH foi determinado segundo método proposto por Rehman et al. (2002). Um filtrado de 2 gramas de amostra moída (80 mesh tamanho) foi agitado com 20 ml de água destilada, e o pH foi determinado em peagâmetro digital, com eletrodo de vidro (Pye Unicam, Inglaterra).

As características viscoamilográficas foram avaliadas com o analisador rápido de viscosidade (RVA - *Rapid Visco Analyser*), usando programa *Thermocline for Windows versão 1.10*, o perfil utilizado foi o *Standard Analysis 1*, a quantidade de amostra utilizada para os testes foi de 5 gramas corrigidas para 14% de umidade, conforme descrito por Singh et al. (2004). As análises foram realizadas no início e aos 6 meses de armazenamento, em triplicata e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA, seguida de comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados demonstrados na tabela 1, aos 6 meses de armazenamento verificou-se redução ($p \leq 0,05$) do peso de mil grãos, na temperatura de 35°C quando comparados ao início do armazenamento e as demais temperaturas, com valor de 19,81 gramas. A redução do peso de mil grãos é ocasionada pelos processos metabólicos, os quais são acelerados com a elevação das temperaturas de armazenamento, ocasionando pelo consumo das reservas energéticas do grão, como lipídios e carboidratos, gerando como produtos finais CO₂, calor e água. Os resultados encontrados são semelhantes com os encontrados por Alencar et al. (2009), trabalhando com armazenamento de soja com 12,8% de umidade a 30°C, que registraram diminuição no peso de mil grãos ao sexto mês de armazenamento.

Foi verificada redução ($p \leq 0,05$) do pH dos grãos em todas as temperaturas quando comparadas ao início do armazenamento (Tabela 1), que apresentou 6,22 de pH, sendo a maior redução observada na temperatura de 35°C (5,79). Foi verificado aumento ($p \leq 0,05$) na condutividade elétrica nas temperaturas de 5, 15 e 25°C, sendo que na temperatura de 35°C não foi verificado aumento, quando comparados ao início do armazenamento (Tabela 1). A redução do pH e o aumento da condutividade elétrica são resultados da desestruturação e rompimento celular, hidrólises de proteínas e lixiviação de íons H⁺.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos de arroz parboilizado integral, armazenados em diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35°C) durante 6 meses.

Temperatura de armazenamento	Peso de mil Grãos (gramas)	pH	Condutividade elétrica (us.cm ⁻¹)
Inicial	20,72±0,11 ^a	6,22±0,02 ^a	446,00±1,87 ^c
5 °C	20,45±0,33 ^a	6,08±0,01 ^b	498,67±1,26 ^a
15 °C	20,25±0,75 ^{ab}	5,95±0,02 ^c	497,00±2,52 ^{ab}
25 °C	20,35±0,29 ^{ab}	5,92±0,03 ^c	482,33±5,86 ^{ab}
35 °C	19,81±0,34 ^b	5,79±0,03 ^d	455,00±1,71 ^{bc}

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

Conforme os dados observados na tabela 2, verificou-se que os teores de proteína bruta não apresentaram alterações significativas ($p \leq 0,05$) durante o armazenamento, enquanto que a solubilidade proteica reduziu ($p \leq 0,05$) aos seis meses de armazenamento, independente da temperatura, possivelmente resultado de reações químicas ocasionadas pelo tempo de armazenamento. Foi possível observar a redução ($p \leq 0,05$) no teor de lipídios em todas as temperaturas, quando comparadas ao início do armazenamento, sendo a maior redução observada na temperatura de 25°C (1,92%) (Tabela 2). Foi verificado o aumento ($p \leq 0,05$) na acidez lipídica em todas as temperaturas, quando comparadas ao início do armazenamento, sendo os maiores valores verificados nas temperaturas de 25 e 35°C (3,30 e 3,55 mg NaOH.g⁻¹ de óleo, respectivamente) (Tabela 2). Observando os resultados de teor de lipídios e índice de acidez em conjunto, podemos observar que quando houve aumento na acidez também foi possível verificar a redução no teor de lipídios, isso pode ocorrer devido a reações enzimáticas (lipases endógenas ao grão ou oriundas da microflora associada) que fazem a hidrólise dos triglicerídeos liberando ácidos graxos livres consequentemente aumentando a acidez.

Tabela 2. Lipídios, proteína bruta, acidez do óleo e proteína solúvel, de arroz parboilizado integral, armazenados em diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35°C) durante 6 meses.

Temperatura de armazenamento	Lipídios (%)	Acidez Lipídica (mg NaOH.g ⁻¹ amostra)	Proteína bruta (%)	Solubilidade proteica (%)
Inicial	2,46±0,03 ^a	0,91±0,06 ^d	8,23±0,40 ^a	61,07±0,00 ^a
5 °C	2,19±0,08 ^b	1,69±0,02 ^c	7,88±0,09 ^a	55,44±1,85 ^b
15 °C	2,09±0,02 ^b	2,86±0,02 ^b	8,03±0,09 ^a	53,70±3,70 ^b
25 °C	1,92±0,04 ^c	3,30±0,01 ^a	8,08±0,38 ^a	53,46±3,69 ^b
35 °C	2,17±0,03 ^b	3,55±0,20 ^a	7,85±0,08 ^a	53,45±3,69 ^b

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

Conforme os dados observados na Tabela 3, foi possível verificar a redução ($p \leq 0,05$) da viscosidade máxima, viscosidade de quebra, retrogradação e da viscosidade final em todas as temperaturas quando comparadas ao início do armazenamento, sendo as maiores reduções observadas na temperatura de 35°C. Essas alterações são resultado de modificações estruturais nos grânulos de amido, causado por ação enzimática e térmica durante o tempo de armazenamento. A redução nos parâmetros viscoamilográficos destes grãos indicam uma menor capacidade de hidratação e intumescimento dos grânulos de amido após o armazenamento, resultado da complexação da amilose (estrutura linear da molécula do amido), com outros constituintes dos grãos, principalmente proteínas, fortalecendo essas interações e consequentemente, aumentando a estabilidade dos grânulos durante o aquecimento (NOOMHORM, 1997).

Tabela 3. Parâmetros viscoamilográficos (RVU) de arroz parboilizado integral, armazenados em diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35°C) durante 6 meses.

Temperatura de armazenamento	Temperatura de pasta (°C)	Viscosidade máxima (RVU)	Viscosidade de quebra (RVU)	Retrogradação (RVU)	Viscosidade final (RVU)
Inicial	95,10±0,10 ^a	43,13±0,63 ^a	12,59±0,17 ^a	29,71±0,04 ^a	60,25±0,75 ^a
5 °C	--	9,25±0,58 ^b	3,38±0,30 ^b	9,17±0,59 ^b	15,05±0,88 ^b
15 °C	--	7,13±1,13 ^{bc}	3,04±0,21 ^b	9,33±0,25 ^b	13,42±1,17 ^b
25 °C	--	6,79±0,71 ^c	2,88±0,13 ^b	9,71±0,29 ^b	13,63±0,55 ^b
35 °C	--	1,34±0,17 ^d	1,13±0,13 ^c	3,04±0,29 ^c	3,25±1,33 ^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 ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÃO

A temperatura de armazenamento interfere na qualidade tecnológica e viscoamilográfica

de grãos de arroz parboilizado integral. Com o aumento da temperatura ocorreu o aumento na acidez lipídica e condutividade elétrica e, o decréscimo no peso de mil grãos, pH dos grãos, teor de lipídios e nos parâmetros viscoamilográficos. Embora os grãos de arroz parboilizados sejam considerados produtos estáveis na vida de prateleira, algumas alterações ainda seguem ocorrendo e que são responsáveis pela intensificação dos efeitos deste processo de parboilização.

AGRADECIMENTOS

Capes, Cnpq, Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ABIAP- Associação de arroz Parboilizado do Brasil. Disponível em: <<http://www.abiap.com.br>> Acesso em 10 de junho de 2015.
- ALONÇO, A. dos S. et al. Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil. Embrapa Cima Temperado. **Sistemas de Produção**. ISSN 1806-9207. Versão Eletrônica. Nov. 2005. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/m>> Acesso em 10 de junho de 2015.
- ALENCAR, E.R. et al. 2009. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 13, 606–613.
- AMATO, G.W.; ELIAS, M.C. **A Parboilização do Arroz**. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2005. 160p.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 18 ed. Washington DC US, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p
- CONAB - **Perspectivas para a agropecuária**. Volume 2. Safra 2014/2015. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso em 10 de junho de 2015a.
- CONAB - **Levantamentos de safra: 8º Levantamento grãos safra 2014/15**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 10 de junho de 2015b.
- 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).
- LIU, K. et al. 1992. Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal of Agricultural Food Chemistry** 40, 2483-2487.
- NOOMHORM, A. et al. Effect of aging on the quality of glutinous rice crackers.; **Cereal Chemistry**, v. 74, p. 12-15, 1997.
- REHMAN, Z.U. et al. Nutritional changes in maize (*Zea mays*) during storage at three temperatures. **Food Chemistry**. 77, 197-201. 2002.
- SINGH, N. et al. Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 441-449, 2004.