

EFEITOS DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NOS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS E DE COCÇÃO DE ARROZ INTEGRAL

RENAN SOUZA SILVA ¹; JUCIANO GABRIEL DA SILVA ², RODRIGO FERNANDES DOS SANTOS ²; RICARDO TADEU PARAGINSKI ⁴; MOACIR CARDOSO ELIAS ⁵

¹ Bolsista de Iniciação Científica, Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, E-mail: souzasilvarenan@hotmail.com

² Bolsista de Iniciação Científica, Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, E-mail: atendimento@labgraos.com.br

³ Bolsista de Iniciação Científica, Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, E-mail: rodrigo.f.agronomia@gmail.com

⁴ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, E-mail: ricardo@labgraos.com.br

⁵ Doutor, Professor Titular da Universidade Federal de Pelotas, E-mail: eliasmc@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o maior produtor de arroz (*Oryza sativa* L.) entre os países ocidentais. Apesar das reduções de produção em algumas safras nos últimos anos, por adversidades climáticas, a produção brasileira de arroz está crescendo, principalmente devido ao aumento da produtividade, às boas condições de plantio e o elevado patamar de preços do produto na Região Sul (CONAB, 2014).

O arroz é considerado essencial para mais de 60% da população mundial (Kaminski 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 integral, devido ao maior valor nutricional. 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.

Park et al. (2012), avaliou mudanças nas características físico-químicas do arroz branco polido armazenado nas temperaturas de 4, 20, 30 e 40°C durante 6 meses, e encontrou alterações na acidez do óleo, teor de umidade, valor b, brancura, propriedades de pasta, propriedades texturométricas e sensoriais de arroz cozido, indicando que a temperatura é um fator importante para a qualidade de armazenamento, porém com arroz integral poucos trabalhos foram realizados. Assim, considerando o crescimento do consumo de arroz integral, e a importância de um bom armazenamento para garantir a qualidade dos grãos, o objetivo no trabalho foi avaliar os efeitos da temperatura de armazenamento nas características de cor e qualidade tecnológica de grãos de arroz integral.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados grãos de arroz integral, produzidos no ano de 2013 no município de Pelotas – RS, Brasil. Os grãos foram limpos, eliminando-se grãos quebrados, matérias estranhas e impurezas, sendo utilizados apenas grãos íntegros para armazenamento com umidade de 14%. Os grãos foram armazenados nas temperaturas de 5, 15, 25 e 35°C durante seis meses em sistema hermético em sacos de polietileno de 0,2mm de espessura de filme

plástico com capacidade de 0,9 Kg, sem a presença de luz. As avaliações foram realizadas no início e ao final de seis meses de armazenamento. A moagem das amostras para realização das análises de cor, pH, condutividade elétrica, lipídios, acidez do óleo, proteína bruta e proteína solúvel foi realizada em um moedor (Perten knife grinder, model Laboratory Mill 3100, Huddinge, Sweden) para um tamanho de partícula de 70 mesh (0.211 mm).

O perfil colorimétrico foi realizado em colorímetro Minolta modelo CR-300, com 10 determinações, o qual indica as cores em um sistema tridimensional, onde o parâmetro “L” é uma medida do brilho de preto (0) ao branco (100). O parâmetro “a” descreve cores de vermelho a verde, com valores positivos que indicam vermelhidão e valores negativos indicando verdura. O parâmetro “b” descreve as cores amarelo a azul, valores positivos indicam amarelo e valores negativos indicam cor azul.

Os teores de proteína bruta, lipídios e minerais foram determinados de acordo com metodologia da Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2006). A condutividade elétrica da água de hidratação foi determinada segundo metodologia do International Seed Testing Association - ISTA (2008). Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. O pH foi determinado segundo método proposto por Rehman et al. (2002). O índice de acidez dos lipídios foi realizado segundo normas do Instituto Adolfo Lutz para análises de alimentos (2004), e os resultados foram expressos em mg NaOH por 100 gramas de amostra.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, e o efeito da temperatura foi avaliado pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) com o programa SAS (SAS, INSTITUTE, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de cor dos grãos de arroz integral ao final de seis meses de armazenamento. Observa-se que o valor L* reduz com o aumento da temperatura de armazenamento, indicando escurecimento do grão em maiores temperaturas. O valor b* dos grãos submetidos às maiores temperaturas de armazenamento é maior, indicando amarelamento na coloração. O valor a*, houve maior diferença entre os tratamentos à 15 e 35°C.

Tabela 1. Parâmetros colorimétricos de arroz integral armazenado durante 6 meses nas temperaturas de 5, 15, 25 e 35°C.

Tratamentos ^a	Valor L*	Valor a*	Valor b*
Inicial	61,92±1,56 ^a	2,10±0,16 ^{ab}	18,85±0,81 ^c
5°C	58,02±1,47 ^b	1,93±0,46 ^{ab}	21,42±0,40 ^b
15°C	55,67±1,57 ^c	1,80±0,51 ^b	21,81±0,95 ^b
25°C	57,61±1,77 ^{bc}	2,04±0,45 ^{ab}	22,07±1,30 ^b
35°C	57,41±1,35 ^{bc}	2,33±0,31 ^a	24,24±1,14 ^a

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

Segundo Sirisoontaralak e Noomhorm (2006), a mudança de cor nos grãos, principalmente com a intensificação da cor amarela é resultado de mudanças estruturais dos glicosídeos e acoplamentos de peptídeos, conhecidos como reação de Maillard, formando pigmentos escuros denominados de melanoidinas, sendo que de acordo com Lamberts et al. (2008), a formação de melanoidinas

envolve grupos carbonila de açúcares redutores e grupos amino dos aminoácidos (principalmente lisina) e induzem à alterações nutricionais nos grãos.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do teor de proteína bruta, lipídios e minerais. Não houve diferenças no teor de proteína bruta e minerais nos tratamentos, e o teor de lipídios reduziu nas temperaturas de armazenamento de 15, 25 e 35°C.

Tabela 2. Proteína bruta, lipídios e minerais de grãos de arroz integral armazenado durante 6 meses nas temperaturas de 5, 15, 25 e 35°C.

Tratamentos ^a	Proteína Bruta	Lipídios	Minerais
Inicial	8,94±0,08 ^a	2,13±0,05 ^a	1,09±0,13 ^a
5°C	8,91±0,20 ^a	2,07±0,03 ^{ab}	1,07±0,10 ^a
15°C	8,81±0,03 ^a	1,94±0,03 ^b	1,14±0,13 ^a
25°C	8,90±0,16 ^a	1,95±0,07 ^b	1,15±0,09 ^a
35°C	9,00±0,06 ^a	1,94±0,06 ^b	1,14±0,06 ^a

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

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de condutividade elétrica, pH e acidez dos lipídios. A condutividade elétrica aumentou em todas as temperaturas ao final de seis meses de armazenamento, resultado de alterações que ocorrem na estrutura das membranas, e facilitam a lixiviação de sólidos para a solução. Segundo Faroni et al. (2005), a leitura da condutividade elétrica está relacionado com a quantidade de íons lixiviados na solução e a integridade das membranas celulares, sendo que membranas desestruturadas e danificadas, resultado do incorreto armazenamento, elevam o valor da condutividade elétrica.

Tabela 3 Condutividade elétrica, pH e acidez dos lipídios de grãos de arroz integral armazenado durante 6 meses nas temperaturas de 5, 15, 25 e 35°C.

Tratamentos ^a	Condutividade elétrica	pH	Acidez dos lipídios
Inicial	235,05±1,54 ^b	7,03±0,03 ^a	2,62±0,10 ^d
5°C	326,57±2,52 ^a	6,74±0,01 ^b	6,69±1,29 ^c
15°C	327,00±6,56 ^a	6,48±0,01 ^c	9,86±0,05 ^b
25°C	333,33±2,08 ^a	6,74±0,03 ^d	7,85±0,80 ^{bc}
35°C	320,00±5,13 ^a	6,48±0,02 ^d	15,45±0,89 ^a

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

O pH reduziu com o aumento da temperatura, sendo que as maiores reduções foram observados nas temperaturas de 25 e 35°C. A acidez dos lipídios aumentou com o aumento da temperatura de armazenamento ao final de seis meses de armazenamento, sendo os maiores incrementos observados nas temperaturas de 35°C. De acordo com Rigueira et al. (2009), o processo de resfriamento da massa de grãos, com redução da temperatura durante o período de armazenagem, é uma técnica eficaz e econômica para a manutenção da qualidade do produto, pois diminui a atividade da água, reduz a taxa respiratória dos grãos, retarda o desenvolvimento dos insetos-praga e da microflora presente, garantindo um produto de maior qualidade.

4. CONCLUSÕES

Portanto, o aumento da temperatura de armazenamento, principalmente nas temperaturas de 25 e 35°C, provoca aumento da coloração amarela dos grãos, além de afetar os parâmetros de qualidade tecnológica dos grãos, reduzindo o pH, e aumentando a condutividade elétrica e a acidez dos lipídios, indicando que grãos de arroz integral, necessitam ser armazenados em temperaturas baixas para garantir uma melhor qualidade ao consumidor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18 ed. Washington DC US, 2006.

CONAB. **Acompanhamento de Safra Brasileira: grãos, v. 1 – Safra 2013/2014**, n. 7 – Sétimo Levantamento, Brasília, p. 1-86, abr. 2014. Acessado em 24 jul. 2014. Online. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/index.php>

FARONI, L. R. A.; BARBOSA, G. N. O.; SARTORI, M. A.; CARDOSO, F. S.; ALENCAR, E. R. Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. **Engenharia na Agricultura**, v.13, n.3, p.193-201, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**, 4ª Edição, São Paulo, 2004.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION.; Determination of other seeds by number. In: **International rules for seed testing**. ed. 2008. Bassersdorf, c.4, p.4.1-4.3, 2008.

KAMINSKI, T. A.; BRACKMANN, A.; PICOLLI, L. S.; NICOLETTI, A. M.; ROBERTO, B. S. Changes in culinary, viscoamylographic and sensory characteristics during rice storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**, v. 53, p. 37-42, 2013.

LAMBERTS, L.; ROMBOUTS, I.; BRIJS, K.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J. A. Impact of parboiling conditions on Maillard precursors and indicators in long-grain rice cultivars. **Food Chemistry**, London, v.110, p.916-922, 2008.

PARK, C-E.; KIM, Y-S.; PARK, K-J.; KIM, B-K. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**, v. 48, p.25-29, 2012.

REHMAN, Z-U.; HABIB, F.; ZAFAR, S.I.; Nutritional changes in maize (*Zea mays*) during storage at three temperatures. **Food Chemistry**, v.77, p.197–201, 2002.

RIGUEIRA, R. J. A.; LACERDA FILHO, A. F.; VOLK, M. B. S. Avaliação da qualidade do feijão armazenado em ambiente refrigerado. **Alimentos e Nutrição**, v.20, p.649-655, 2009.

SIRISOONTARALAK, P.; NOOMHORM, A. Changes to physicochemical properties and aroma of irradiated rice. **Journal of Stored Products Research**, Manhattan, v.42, p.264-276, 2006.