

Efeitos da Temperatura e do Tempo de Armazenamento sobre Parâmetros Físicos e Químicos de Grãos de Trigo

109

Nathan Levien Vanier¹; Daniel Rutz¹; Volnei Luiz Meneghetti¹, James Bunde Roschildt¹; Alvin Caetano Neto¹; Moacir Cardoso Elias¹

RESUMO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um importante cereal produzido no inverno, matéria prima importante utilizada alimentação humana e formulações de concentrados para alimentação animal. Apesar da ocorrência de inegáveis avanços da pesquisa no setor de produção, há carência de informações para gerar um conhecimento mais aprofundado do armazenamento do trigo. Neste estudo, objetivou-se estudar o tempo e a temperatura (4, 11, 18 e 25°C) de armazenamento sobre as propriedades dos grãos de trigo. Alíquotas foram retiradas a cada 45 dias ao longo dos 180 dias de armazenamento para avaliação das propriedades dos grãos: teor de água nos grãos, massa específica aparente, massa de mil grãos, acidez graxa. Os dados foram analisados quanto à variância e modelos de regressão foram utilizados para descrever e representar o fenômeno. Para a época, o local e as condições nas quais foi realizada a pesquisa, conclui-se que: (1) a temperatura de armazenamento, pelo menos na faixa de temperatura de 4 a 25°C não interfere no processo de envelhecimento dos grãos; (2) o aumento do tempo de armazenamento aumenta a acidez graxa, diminui a massa específica, a massa de mil grãos; (3) o resfriamento dos grãos de trigo no armazenamento, por pelo menos 180 dias, provoca redução na acidificação do óleo e não altera os parâmetros massa específica aparente, e, (4) o uso de temperaturas inferiores a 11°C no armazenamento resulta em aumento na preservação da massa de mil grãos.

Palavras-chave: Trigo, Armazenamento, Conservação, Qualidade, Acidez graxa.

¹Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. E-mail: nathanvanier@hotmail.com

²Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha Campus Panambi. Email: volnei.meneghetti@ifarroupilha.edu.br

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) pertence à família Poaceae, é o principal cereal produzido nas estações outono-inverno-primavera no Brasil, estima-se uma produção para a safra 2017/18 4,9 mil toneladas. Deste, Paraná concentra uma produção 57% e o Rio Grande do Sul 27% aproximadamente, porém para a demanda brasileira é necessária a importação de uma quantidade de 133% da produção total (CONAB, 2018).

A qualidade dos grãos é fator primordial para o consumo, sendo necessário na maioria dos casos um armazenamento para posterior processamento. No entanto, o armazenamento constitui um ecossistema no qual pode ocorrer deterioração, resultado de interações entre fatores físicos, químicos e biológicos, influenciados pelo teor de água dos grãos, a temperatura e o tempo de armazenamento (ELIAS et al. 2017).

O conhecimento do comportamento dos grãos durante armazenamento, remetem o gerenciamento de grãos, instalações e procedimentos de controle de qualidade que podem ser usados para minimizar a perda de qualidade e na tomadas de decisões seguras para o trigo armazenado. A diminuição da temperatura das sementes ou dos grãos utilizando a refrigeração tem como propósito evitar a deterioração (DEMITO, 2006), afetando assim na massa específica aparente um importante indicador do qualidade do trigo muito reconhecido como um indicador do rendimento potencial da farinha (MANLEY et al., 2009). A massa de mil grãos são medidas que apresenta forte controle genético, mas também é afetada pelas condições de cultivo e manejo pós-colheita dos grãos (GUTKOSKI et al., 2003). A fração lipídica é lentamente hidrolisada pela água à temperatura elevada (processo físico), ou por enzimas lipolíticas naturais ou produzidas por bactérias e/ou fungos, contribuindo para a rancificação hidrolítica dos alimentos (ARAÚJO, 2004). Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a qualidade tecnológica dos grãos de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de trigo, *Triticum aestivum* L., cultivar Quartzo com umidade de 12,5%, produzidos na metade sul do Rio Grande do Sul foram doados pela empresa Granello Sementes. Os grãos de trigo foram homogeneizados e segregados em 4 porções, acondicionados em embalagens de polietileno de 200 µm de espessura. As embalagens foram seladas, armazenadas separadamente em 4 câmaras com controle de temperatura e na ausência de luz. Cada câmara operou com uma temperatura de armazenamento (4, 11, 18 e 25 °C) e as avaliações foram feitas depois de decorrido cada período de armazenamento (0, 45, 90, 135 e 180 dias). As umidades

relativas de equilíbrio higroscópico foram de 54, 59, 63 e 67%, respectivamente, para as temperaturas de armazenamento de 4, 11, 18, e 25 °C. Para simular o sistema semi-hermético de armazenamento, típico de silos e de armazéns graneleiros, as embalagens contendo os tratamentos foram periodicamente abertas para a renovação do ar ambiente, neutralizando os efeitos da hermeticidade, modificadora da atmosfera pelo processo de respiração dos grãos.

O teor de água foi determinado na recepção dos grãos de trigo e depois de transcorrido cada período de armazenamento, por meio do método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ com circulação natural de ar por 24 horas (BRASIL, 2009). A massa específica aparente foi determinada utilizando-se balança de peso hectolitro da marca Dalle Molle, de acordo com Brasil (2009).

A massa de mil grãos foi determinada em 5 repetições de 200 grãos cada. Em seguida pesados em balança eletrônica digital com precisão de 0,01 g e posteriormente os valores obtidos foram multiplicados por 5 para resultar em massa de 1000 grãos, de acordo com Brasil (2009), com adaptações, ao invés de 8 repetições de 100 grãos, foram feitas 5 repetições de 200 grãos e desconsiderados os 2 valores extremos.

A análise de acidez total foi realizada de acordo com o método 940.22 da AOAC (1995).

Os dados foram analisados no programa estatístico SigmaPlot e interpretados por meio das significâncias das análises de variância e de regressão, considerando-se o nível de probabilidade de erro de até 5% pelo teste de distribuição F. Para estabelecer o modelo que representasse o fenômeno em estudo, utilizou-se o teste “t” de Student para verificar os coeficientes de regressão, adotando-se o nível de probabilidade de erro de até 10% e optando-se, quando dois ou mais modelos eram significativos e explicavam o fenômeno, pelo maior coeficiente de determinação (R^2).

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variações no teor de água dos grãos podem ocorrer ao longo do armazenamento devido à higroscopicidade, ou seja, a capacidade de sorção de água. Essas variações são forçadas por fatores externos, principalmente pela umidade relativa e temperatura do ar. As variações no teor de água dos grãos de trigo armazenados em diferentes temperaturas por 180 dias estão representadas na Figura 1a.

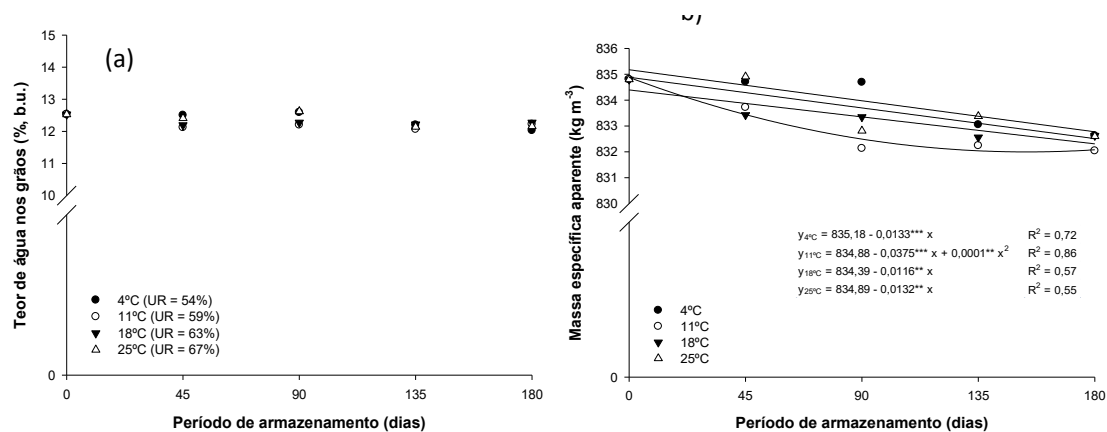


FIGURA 1.(a) Teor de água dos grãos de trigo (% b.u.), (b) massa específica aparente (kg m^{-3}), b.u., dos grãos de trigo submetidos a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. ns = não significativo ($p \geq 0,10$); ° = significativo a 10% ($0,10 > p \geq 0,05$); * = significativo a 5% ($0,05 > p \geq 0,01$); ** = significativo a 1% ($0,01 > p \geq 0,001$); e, *** = significativo a 0,1% ($p < 0,001$).

Os grãos de trigo permaneceram com o teor de água praticamente estável durante o armazenamento (Figura 1a). Os grãos armazenados a 4 e a 25°C mantiveram o seu teor de água até aos 90 dias, aos 135 dias perderam um pouco e mantiveram até aos 180 dias. Os grãos armazenados a 11 e a 18°C perderam água aos 45 dias e mantiveram o teor estável até aos 180 dias. Os valores médios variaram entre 12,03 e 12,67%, b.u.

Esta flutuação no teor de água pode ser atribuída ao manejo no produto armazenado, aliado ao gradiente de pressão de vapor estabelecido entre os grãos e o ar ambiente. Pois com a elevação da temperatura, o ar aumenta a sua capacidade de absorver água e através de transferências de calor e de massa podem ocorrer variações no teor de água, tendendo ao equilíbrio higroscópico entre o produto e o ambiente (POHNDORF, 2012).

Na Figura 1b está representado o comportamento da massa específica aparente dos grãos de trigo armazenados em diferentes temperaturas, ao longo de 180 dias de armazenamento. Os resultados da análise de variância indicaram, pelo teste F a 5% de probabilidade de erro, que houve variação significativa da massa específica aparente dos grãos de trigo armazenados, pela interação entre temperatura e período de armazenamento. Os modelos (as equações) que melhor representaram o fenômeno em estudo, pelo teste “t” de Student adotando-se o nível de probabilidade de erro de até 10% e optando-se, quando dois ou mais modelos eram significativos e explicavam o fenômeno, pelo maior coeficiente de determinação (R^2). Os modelos e os coeficientes de determinação estão, também, representados na Figura 1b.

A massa específica aparente dos grãos de trigo reduziu ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento (Figura 1b). Porém não evidenciou-se claramente, por exemplo, pelos resultados obtidos, mediante o teor de água na massa de grãos, as temperaturas de armazenamento e o período de armazenamento

adotados no experimento, que temperaturas de armazenamento mais baixas tenderam a preservar a massa específica aparente. Os valores médios variaram entre 832,0 e 834,9 kg m⁻³, b.u.

Karaoğlu et al. (2010) estudando o comportamento do trigo armazenado na forma de grão e na forma de espiga com diferentes teores de água (12, 14 e 16%, b.u.) em distintas temperaturas (10, 20 e 30°C) com avaliações trimestrais ao longo de 9 meses verificaram que a massa específica aparente das amostras decresceu com o aumento do teor de água e do período de armazenamento. E demonstraram que também houve reduzido efeito entre temperaturas de armazenamento nos grãos com teor de água mais baixo.

Resultados similares foram obtidos por Srivastava & Rao (1994) que investigaram o efeito do armazenamento a temperaturas elevadas (27, 37 e 50°C) sobre as características funcionais do trigo, em que diminuiu a massa específica aparente ao longo do armazenamento. A massa específica aparente é um indicador da qualidade do grão e é utilizada como uma medida aproximada do rendimento de farinha esperado (HOLLINS et al., 2004). Geralmente, quanto maior a massa específica aparente, melhor a qualidade e o rendimento da farinha (KUNERT et al., 2007).

Está demonstrado, na Figura 2a, o comportamento da massa de mil grãos de trigo submetidos a quatro temperaturas distintas de armazenagem, durante 180 dias. A massa de mil grãos do trigo reduziu ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento (Figura 2a). Na temperatura de armazenamento de 4°C, a redução da massa de mil grãos foi menor quando comparada à das outras temperaturas de armazenamento ao longo do tempo. Os valores médios variaram entre 40,93 e 43,55 g, b.u.

Os resultados da massa de mil grãos tem relação direta com a massa específica aparente. As perdas quantitativas totais, tanto da massa de mil grãos quanto da massa específica aparente, resultam dos processos depreciativos, oriundos, primordialmente da atividade metabólica intrínseca dos grãos (ELIAS, 2009).

A acidez graxa dos grãos de trigo aumentou ao longo do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento (Figura 2b). De modo geral, ao longo de período de armazenamento, temperaturas mais altas resultaram em teores de acidez graxa maiores; e temperaturas mais baixas, em teores menores. Os valores médios variaram entre 14,1 e 17,6 mg de KOH 100 g⁻¹ da farinha integral, b.s.

Embora se tenha verificado aumento na acidez, os valores ainda são considerados baixos. A acidez graxa serve como indicador do processo de rancidez hidrolítica e oxidativa dos lipídios, e deve apresentar valores inferiores a 100 mg de KOH por 100 g de farinha de trigo tipo 1, tipo 2 ou integral, em b.s. (BRASIL, 2005). Portanto, as farinhas de trigo neste estudo apresentaram resultados dentro dos valores preconizados pela legislação brasileira para farinhas de trigo tipo 1, tipo 2 ou integral, após um período de

seis meses. Estes resultados demonstraram que, mesmo sob armazenamento a baixas temperaturas, os grãos de trigo sofreram o processo de envelhecimento, resultando em aumento da acidez, devido à deterioração de lipídios.

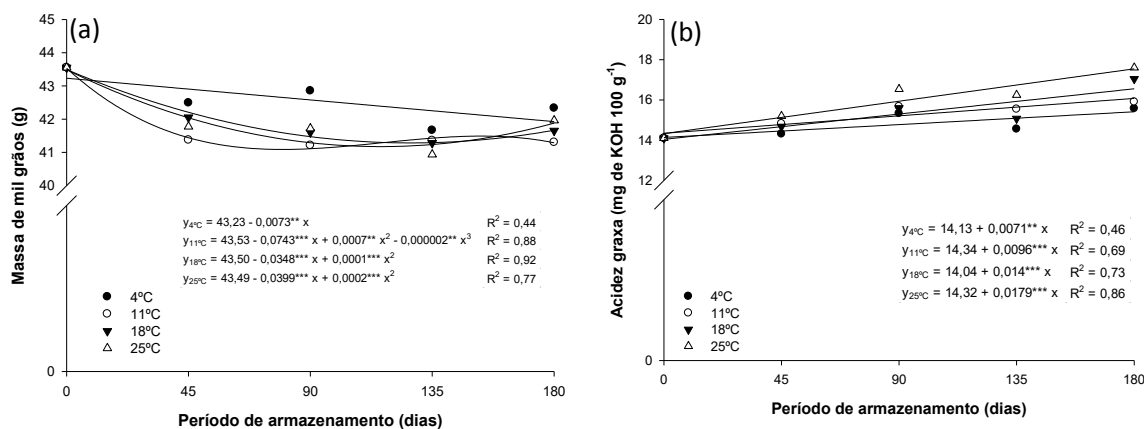


FIGURA 3. (a) Massa de mil grãos (g), b.u.; (b) Acidez graxa (mg de KOH 100 g⁻¹ da farinha integral) de trigo submetidos a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. ns = não significativo ($p \geq 0,10$); ° = significativo a 10% ($0,10 > p \geq 0,05$); * = significativo a 5% ($0,05 > p \geq 0,01$); ** = significativo a 1% ($0,01 > p \geq 0,001$); e, *** = significativo a 0,1% ($p < 0,001$).

Os dados estão de acordo com os encontrados por Wallace *et al.* (1983) que relataram a existência de uma correlação negativa entre acidez graxa dos grãos de trigo e a temperatura de armazenamento. Nithya *et al.* (2011) estudando o armazenamento de grãos de trigo duro também verificaram que a acidez graxa das amostras aumentou com o aumento da temperatura e do período de armazenamento. Resultados semelhantes foram obtidos para o centeio e a canola (SATHYA *et al.*, 2008; SATHYA *et al.*, 2009) e para a aveia e a cevada (WHITE *et al.*, 1999). O aumento da acidez graxa durante o armazenamento pode ser atribuído à atividade da enzima lipase, porém as reações de hidrólise e de oxidação não enzimáticas também não devem ser desconsideradas (SALMAN; COPELAND, 2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. Official methods of analysis of International Chemistry Society. 16.ed. Arlington, 1995. Paginação irregular.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 416p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n.105, p.91, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. V. 5 - SAFRA 2017/18 - N. 10 - Décimo levantamento. JULHO 2018, p. 118-121. Acessado em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> em 20/07/18 as 23:14.

DEMITO, A. **Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente**. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

ELIAS, M. C. **Manejo tecnológico na secagem e no armazenamento de grãos**. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2009. 378p.

ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; LANG, G.H.; VANIER, N.L. **Certificação de Unidades Armazenadoras de Grãos e Fibras no Brasil**. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2017.

GUTKOSKI, L. C.; NODARI, M. L.; NETO, R. J. Avaliação das farinhas de trigo cultivadas no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.23, p.91-97, 2003.

HOLLINS, P. D.; KETTLEWELL, P. S.; PELTONEN-SAINIO, P.; ATKINSON, M. D. Relationship between climate and winter cereal grain quality in Finland and their potential for forecasting. **Agricultural and Food Science**, v.13, p.295-308, 2004.

KARAOĞLU, M. M.; AYDENIZ, M.; KOTANCILAR, H. G.; GERÇELASLAN, K. E. A comparison of the functional characteristics of wheat stored as grain with wheat stored in spike form. **International Journal of Food Science and Technology**, v.45, p.38-47, 2010.

KARAOĞLU, M. M.; AYDENIZ, M.; KOTANCILAR, H. G.; GERÇELASLAN, K. E. A comparison of the functional characteristics of wheat stored as grain with wheat stored in spike form. **International Journal of Food Science and Technology**, v.45, p.38-47, 2010.

KUNERT, A.; AHMAD NAZ, A.; DEDECK, O.; PILLEN, K.; LE´ON, J. AB-QTL analysis in winter wheat: I. Synthetic hexaploid wheat (*T. turgidum* ssp. *dicoccoides* x *T. tauschii*) as a source of favourable alleles for milling and baking quality traits. **Theoretical and Applied Genetics**, v.115, p.683-695, 2007.

MANLEY, M., ENGELBRECHT, M.L., WILLIAMS, P.C., KIDD, M. Assessment of variance in the measurement of hectolitre mass of wheat, using equipment from different grain producing and exporting countries. **Biosystems Engineering**, 103, 176-186, 2009.

NITHYA, U.; CHELLADURAI, V.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Safe storage guidelines

for durum wheat. *Journal of Stored Products Research*, v.47, n.4, p.328-333, 2011.

POHNDORF, R. S. **Efeitos da umidade e do resfriamento no armazenamento sobre a qualidade de grãos e do óleo de soja para fins comestíveis e de produção de biodiesel**. 2012. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SALMAN, H.; COPELAND, L. Effect of storage on fat acidity and pasting characteristics of wheat flour. *Cereal Chemistry*, v.84, n.6, p.600-606, 2007.

SATHYA, G.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Safe storage guidelines for rye. *Canadian Biosystems Engineering*, v.50, p.3.1-3.8, 2008.

SATHYA, G.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Safe storage guidelines for Canola as the seeds slowly dry. *Canadian Biosystems Engineering*, v.51, p.3.29-3.38, 2009.

SRIVASTAVA, A. K.; RAO, P. H. Changes in the functional characteristics of wheat during high temperature storage. *Journal of Food Science and Technology*, v.31, p.36–39, 1994.

WALLACE, H. A. H.; SHOLBERG, P. L.; SINHA, R. N.; MUIR, W. E. Biological, physical and chemical changes in stored wheat. *Mycopathologia*, v.82, p.65-72, 1983.

WHITE, N. D. G.; HULASARE, R. B.; JAYAS, D. S. Effects of storage conditions on quality loss of hull-less and hulled oats and barley. *Canadian Journal of Plant Science*, v.79, p.475-482, 1999.