

CORRELAÇÃO DA INTEGRIDADE FÍSICA E A UMIDADE DE EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO DE GRÃOS DE MILHO ARMAZENADOS COM DIFERENTES TEORES DE ÁGUA, EMBALAGENS E AMBIENTES

ÉVERTON LUTZ¹, PAULO C. CORADI², GUILHERME A. C. DE SOUZA³,
VOLNEI L. MENEGHETTI⁴, LETÍCIA O. CARNEIRO³, LANES B. A. JQUES¹

¹Discentes de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (UFSM-PPGEA)

²Eng. Agrícola, Professor Associado, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS), paulo.coradi@ufsm.br

³Estudantes de Graduação em Engenharia Agrícola (UFSM-CS) e Bolsistas de Iniciação Científica (CNPq / FAPERGS)

⁴Eng. Agrícola, Professor Doutor, Instituto Federal Farroupilha, Panambi-RS

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

RESUMO: O principal objetivo do armazenamento é conservar a qualidade do produto ao longo do tempo, reduzindo as ações dos fatores bióticos a abióticos. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo comparar a integridade física de grãos de milho armazenados em diferentes teores de água, embalagens e ambientes ao longo do tempo de armazenamento com a umidade de equilíbrio higroscópico do ar intergranular. O experimento foi instalado em três ambientes de armazenamento (17 °C, 30 °C e temperatura ambiente), com dois teores de água inicial de 13 e 18% b.u. e em duas embalagens (ráfia e polietileno) para avaliação quinzenal, ao longo de noventa dias. Todas as embalagens foram monitoradas com uso de sensores de temperatura e umidade relativa intergranular. Os resultados experimentais de umidade de equilíbrio higroscópico foram ajustados através de modelos matemáticos a partir dos parâmetros conhecidos do produto, enquanto que para determinação da qualidade dos grãos foi realizado a análise de condutividade elétrica dos grãos. A temperatura de armazenamento teve maior influência sobre a variação da umidade de equilíbrio higroscópico e a qualidade dos grãos. Conclui-se que, o teste de condutividade elétrica apresentou correlação ao comportamento de variação da umidade de equilíbrio higroscópico dos grãos para os tratamentos experimentais avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: sensores, temperatura, umidade.

CORRELATION OF PHYSICAL INTEGRITY AND HYGROSCOPIC HUMIDITY EQUILIBRIUM OF CORN GRAINS STORED WITH DIFFERENT CONTENTS OF WATER, PACKAGING AND ENVIRONMENTS

ABSTRACT: The main aim of storage is to preserve the quality of the product over time, reducing the actions of biotic factors to abiotics. Thus, the present work aimed to compare the physical integrity of corn kernels stored in different water contents, packaging and environments over the storage period with the hygroscopic equilibrium humidity of the and intergranular air. The experiment was installed in three storage environments (17 °C, 30 °C and room temperature), with two initial water contents of 13 and 18% w.b. and in two packages (raffia and polyethylene) for biweekly evaluation, over ninety days. All packages

were monitored using intergranular temperature and relative humidity sensors. The experimental results of hygroscopic equilibrium moisture were adjusted using mathematical models from the known parameters of the product, while to determine the quality of the grains, the electrical conductivity of the grains was analyzed. The storage temperature had a greater influence on the hygroscopic equilibrium humidity variation and the quality of the grains. It was concluded that the electrical conductivity test correlated with the hygroscopic equilibrium moisture variation behavior of the grains for the experimental treatments evaluated.

KEYWORDS: sensors, temperature, water content.

INTRODUÇÃO: O Brasil está entre os três maiores produtores mundiais de milho, com produção de 94,5 milhões de toneladas na safra de 2018/19 (ABIMILHO, 2019). Com essa capacidade produtiva brasileira é importante oferecer produtos de qualidade ao mercado fazendo com que as práticas adotadas da colheita ao armazenamento, sejam as mais adequadas e seguras, evitando perdas e conservando sua qualidade (CORADI et al., 2015). Enquanto os grãos estão armazenados, diversos fatores podem interferir nas características qualitativas e quantitativas dos grãos, como as condições climáticas, a presença de organismos prejudiciais, além das características do produto a ser armazenado, a frequência e a intensidade de ocorrência de um ou vários desses fatores venham ocorrer e a capacidade de controlá-los ou os evitar, determinara a qualidade final do produto ao final do período de armazenamento. Em função da mudança da umidade de equilíbrio higroscópico, durante o armazenamento, os grãos estão sujeitos às transformações, deteriorações e perdas devido às interações entre os fenômenos físicos, químicos e biológicos. As perdas de qualidade de grãos ocorrem principalmente devido a infestações de insetos e fungos, que aceleram a respiração da massa de grãos, aumentando sua deterioração (ELIAS et al., 2010). Desta forma o presente trabalho teve por objetivo avaliar a integridade celular de grãos de milho armazenados em diferentes embalagens (ráfia e polietileno), em diferentes condições de armazenamento (temperatura e umidade) com diferentes teores de água (13% e 18%) e comparar com a variação da umidade de equilíbrio higroscópico observada pelo uso do sensoriamento durante o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Agrícolas (LAPOS)-Campus Cachoeira do Sul, em parceria com o Laboratório de Grãos e Sementes do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Panambi. Instalou-se o experimento em três ambientes de armazenamento (17 °C, 30 °C e temperatura ambiente), com dois teores de água 13% e 18% e em duas embalagens (ráfia e polietileno) para avaliação quinzenal, ao longo de noventa dias. Todas as embalagens foram monitoradas com uso de sensores de temperatura e umidade relativa intergranular. Os dados foram coletados a cada cinco minutos e armazenados em uma base de dados local. Os resultados experimentais de umidade de equilíbrio higroscópico foram ajustados através de modelos matemáticos a partir dos parâmetros conhecidos de cada produto. Para avaliação da qualidade dos grãos de milho armazenados nas diferentes embalagens foi realizado o teste de condutividade elétrica, utilizando quatro amostras, cada uma com 50 grãos por unidade experimental, pesadas em balança de precisão de 0,001 g e colocadas em copos plásticos com 75 mL de água destilada conduzidas a incubadora BOD a 25 °C, por 24 horas. Em seguida, a condutibilidade elétrica foi obtida na solução de imersão com o condutímetro (VIEIRA &

KRZYZANOWSKI, 1999). Os resultados foram analisados pelos testes de médias Tukey a 1 e 5% de probabilidade, através do programa de estatística SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Analisando a Figura 1, observou-se que as umidades de equilíbrio higroscópico dos grãos variaram de acordo com os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento. A temperatura de armazenamento teve maior influência sobre a variação da umidade de equilíbrio higroscópico, seguidos das embalagens, do tempo de armazenamento e dos teores de água iniciais. Nas temperaturas de armazenamento e nos teores de água mais elevados, bem como nas embalagens de rafia observaram-se os maiores valores de umidade de equilíbrio higroscópico.

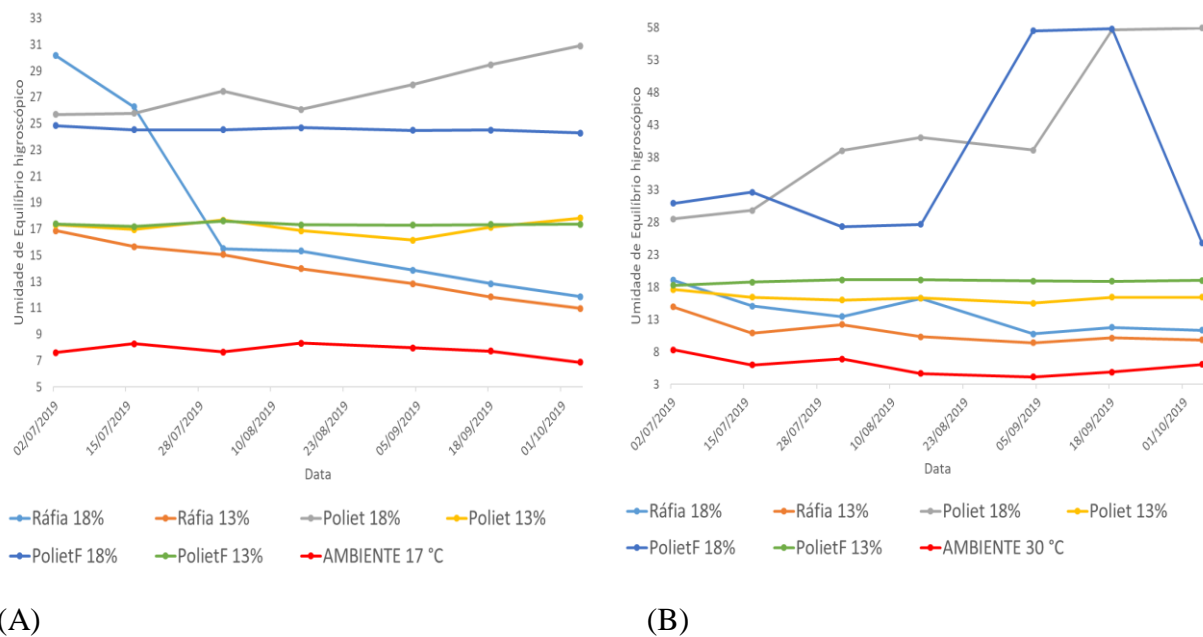


FIGURA 1. Umidade de equilíbrio higroscópico médio do ar intergranular com 13 e 18% de teores de água iniciais dos grãos, armazenados em sacos de rafia e silos bolsas, na temperatura de 17 °C (A) e 30 °C (B).

Entretanto, na avaliação da integridade celular dos grãos, observou-se que os tratamentos de tempo de armazenamento (TA) e umidade (U) foram significativos a 1% de probabilidade, enquanto que, a interação TA*U foi significativa a 5% de probabilidade, sendo que o tratamento das embalagens e as demais interações não foram significativos. De acordo com os resultados obtidos na Tabela 1, os grãos armazenados com temperatura mais baixa (17 °C) tiveram os menores valores de condutividade elétrica, evidenciando uma melhor conservação da integridade das membranas celulares dos grãos, durante o tempo de armazenamento. Os teores de água inicial dos grãos de 18% mantiveram o produto com maior integridade ao final do armazenamento.

TABELA 1. Avaliação da qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes condições de temperatura e teores de água iniciais

Fator	Condição de armazenamento (°C)	13% (b.u.)	18% (b.u.)
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)	Ambiente	28,92 Aa	13,50 Bb
	17	26,46 Aa	13,53 Bb
	30	29,92 Aa	21,76 Ab

Médias seguidas pela letra maiúscula para comparação dos resultados nas colunas e letras minúsculas para comparação dos resultados nas linhas, a 1 e 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES: A umidade de equilíbrio higroscópico mostrou-se um bom indicador indireto da qualidade do milho, para todas as condições de armazenamento.

AGRADECIMENTOS: CAPES, CNPq, FAFERGS-RS, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)-Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) e o Laboratório de Grãos e Sementes do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Panambi pelo apoio financeiro e disponibilidade para realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- ABIMILHO. **Associação Brasileira das Indústrias do milho:** estimativa de oferta e demanda. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatistica>>. Acesso em: 08 dez. 2019.
- CORADI, P. C. et al. Quantification of physical losses products in a plant of feed. **Engenharia na Agricultura**, v. 23, p. 105-118, 2015.
- ELIAS, M. C. et al. Tecnologias e Inovações nas Operações de Pré-armazenamento, Armazenamento e Conservação de Grãos. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; SCHIAVON, R. de A. (Org.). **Sistema Qualidade de Arroz na Pós-Colheita: Ciência, Tecnologia e Normas**. Pelotas, Santa Cruz, v. 1, p. 213-266, 2010.
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.