

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

**GRÃOS DE MILHO ARMAZENADOS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE
TEMPERATURA E UMIDADE ¹
CORN GRAINS STORED IN DIFFERENT TEMPERATURE AND HUMIDITY
CONDITIONS**

**Douglas Tiago Kanieski Jacoboski², Felipe Leandro Felipim Ferrazza³,
Augusto César Wyrepkowski⁴, Lanes Beatris Acosta Jaques⁵, Ricardo
Tadeu Paraginski⁶**

¹ Pesquisa desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha -
Campus Santo Augusto

² Acadêmico do curso de Agronomia, IF Farroupilha, Santo Augusto, RS, Brasil. Bolsista FAPERGS
? Probic.

³ Acadêmico do curso de Agronomia, IF Farroupilha, Santo Augusto, RS, Brasil. Bolsista FAPERGS
? Probic.

⁴ Estudante do Curso Técnico em Agropecuária, IF Farroupilha, Santo Augusto, RS, Brasil.
Bolsista CNPq-EM.

⁵ Engenheira Agrícola, Doutorando na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS,
Brasil.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IF Farroupilha
? Campus Santo Augusto, Santo Augusto, RS, Brasil.

PALAVRAS CHAVES: Milho, Armazenagem, Umidade, Qualidade.

KEY WORDS: Corn, Storage, Moisture, Quality.

INTRODUÇÃO

A produção de milho ocorre em diferentes regiões e sistemas de produção, seja em grandes ou pequenas propriedades, entretanto, os processos fisiológicos de maturação dos grãos são iguais, necessitando os grãos permanecerem no campo após atingirem o ponto de maturação fisiológica para atingir os níveis de umidade que permitam a colheita mecânica, aproximadamente 25%. Os grãos colhidos com umidade superior a recomendada para armazenamento exigem secagem para redução até níveis inferiores a 13%, que possibilitem a manutenção das características dos grãos após a colheita, como propriedades nutritivas, qualidade de moagem e sanidade biológica, garantindo a qualidade e segurança do produto que chega à mesa do consumidor. O armazenamento dos grãos após a colheita e secagem pode ser realizado em sistemas convencional, hermético, emergencial ou semi-hermético, onde aproximadamente 70% são armazenados em sistema semi-hermético (CONAB, 2011), caracterizados pelos silos metálicos verticais, porém poucos estudos foram realizados até o momento sobre o comportamento dos grãos durante o armazenamento neste sistema. A qualidade de armazenamento está relacionada com a qualidade inicial dos grãos, porém durante o período de armazenamento os grãos são influenciados por fatores como temperatura, umidade dos grãos, umidade relativa do ar, atmosfera de armazenamento, teor de grãos quebrados, teor de impurezas, presença de micro-

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

organismos, insetos, ácaros e tempo de armazenamento (Paraginski et al., 2014). Segundo Bemiller e Whistler (2009), a presença de umidade acima de 14,5% pode resultar no desenvolvimento de mofo se a temperatura dos grãos ultrapassar a faixa entre 22 - 24°C durante um longo período de tempo. Segundo Rehman et al. (2002), reduções na qualidade nutricional ocorrem durante o armazenamento de grãos de milho na temperatura de 25°C, mas em menores extensões que na temperatura de 45°C, no entanto, nenhuma alteração significativa em qualquer nutriente foi observado no armazenamento de grãos de milho a 10°C, porém o autor não avaliou o efeito da umidade dos grãos nesses três. Dessa forma, considerando a necessidade de estudos específicos com armazenamento de grãos de milho, o objetivo no trabalho foi avaliar os efeitos da condutividade elétrica dos grãos ao longo de 180 dias de armazenamento, e os parâmetros viscoamilográficos e químicos ao final de 180 dias.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Laboratório de Classificação de Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Alegrete - Rio Grande do Sul. Foram utilizados grãos de milho (*Zea mays* L.), grupo semi-duro, classe amarela, produzidos no município de São Francisco de Assis - RS, Brasil, latitude S 29°33'56", longitude O 54° 54'3" e altitude de 155 metros. Os grãos foram colhidos manualmente, com uma umidade elevada, sendo a trilha e limpeza das amostras realizada manualmente. Após a limpeza, os grãos foram submetidos à secagem artificial em estufa com temperatura do ar de 40°C até a obtenção das umidades de 12, 15 e 18%. Os grãos foram armazenados em sacos de polietileno de 0,2 mm de espessura de filme plástico, com dimensões de 30x30x30 cm, com capacidade de 1 kg, vedados com máquina Webomatic, e dispostos em pilhas nas temperaturas de 25°C durante 180 dias, sendo aerados a cada 45 dias ao longo do período. As avaliações de condutividade foram realizadas no dia zero, aos 45, 90, 135 e 180 dias, e as avaliações dos parâmetros viscoamilográficos e químicos foram realizadas ao final de 180 dias de armazenamento. A condutividade elétrica da água de hidratação 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, sendo as soluções agitadas suavemente e a condutividade elétrica foi determinada com condutivímetro sem filtragem da solução, e os resultados serão expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Os parâmetros viscoamilográficos foram avaliados com o analisador rápido de viscosidade (RVA- Rapid Visco Analyser), com 5 (cinco) gramas de amostra corrigidas para 14% de umidade, conforme descrito por Singh et al. (2004), e posteriormente usando o programa ThermoLine for Windows versão 1.10, sendo utilizado o perfil Standard Analysis 1. Os teores de energia líquida de ganho, extrativos não nitrogenados, extrato etéreo, fibra bruta, fibra detergente ácida, fibra detergente neutra, matéria seca, nutrientes digestíveis totais e proteína bruta foram determinados por espectrofotometria de Reflectância no Infravermelho Próximo (NIR). Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, e o efeito da umidade de armazenamento foram avaliados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) com o programa SAS (SAS, INSTITUTE, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

Os resultados de condutividade elétrica (Figura 1) indicam que ocorreu um aumento dos teores ao longo do período de armazenamento nas 3 unidades de armazenamento, entretanto os maiores incrementos ocorreram nos grãos armazenados com umidade de 18%, quando comparado aos armazenados nas umidades de 12 e 15%. O aumento da condutividade indica que ocorreu um processo de deterioração da membrana e da parede celular mais acelerado. A condutividade elétrica quantifica a lixiviação de substâncias ionizantes, que ocorre nos grãos em função dos danos mecânicos e, ou térmicos causados na estrutura celular (Coradi et al., 2014). De acordo com Vieira & Krzyzanowski (1999) grãos com maiores valores de condutividade elétrica caracterizam-se por apresentarem maiores taxas de degradação da membrana celular e conseqüentemente menor vigor. Trabalhos de Krishnan et al. (2004), estudaram as características termodinâmicas da soja durante o armazenamento sob condições de envelhecimento acelerado, e também verificaram valores médios maiores de condutividade elétrica da solução que continha os grãos à medida que se utilizavam temperaturas mais elevadas ao longo do período de armazenamento.

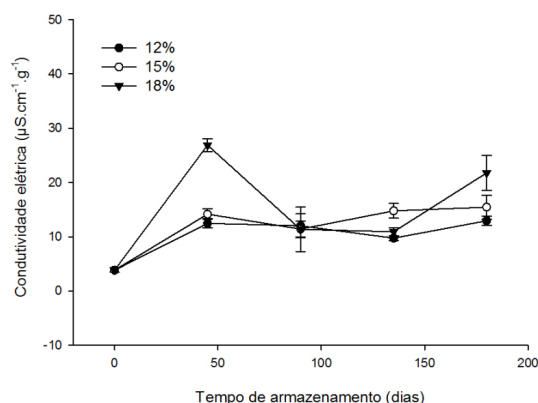


Figura 1. Condutividade elétrica de grãos de milho armazenados com umidade de 12, 15 e 18% durante de 180 dias de armazenamento.

Os resultados dos parâmetros químicos (Tabela 1) indicam que não houve grandes variações nos parâmetros avaliados, entretanto cabe ressaltar que houve uma redução no teor de matéria seca nos grãos armazenados com umidade de 18%, e também redução do extrato etéreo nas umidades de 15 e 18%, quando comparado aos grãos armazenados com umidade de 12%.

Tabela 1. Parâmetros químicos de grãos de milho armazenados com umidades de 12, 15 e 18% ao final de 180 dias de armazenamento.

Parâmetros químicos de qualidade ¹	Umidade de armazenamento		
	12,0 %	15,0 %	18,0 %
Energia líquida de ganho (Base seca)	1,40	1,49	1,55
Extrativos não nitrogenados	82,72	84,28	83,35
Extrato etéreo	3,86	2,28	2,35

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

Fibra Bruta	2,23	2,05	1,76
Fibra detergente ácida	7,34	4,51	5,95
Fibra detergente neutra	14,87	13,28	14,55
Matéria seca	86,35	84,49	82,76
Nutrientes Digestíveis totais	83,98	87,57	89,97
Proteína bruta	9,63	10,15	11,47

De acordo com Bhattacharya e Raha (2002) e Fleurat-Lessard (2002) a matéria orgânica é consumido durante o armazenamento, o que implica em degradação da fração orgânica, pois a atividade metabólica dos grãos e dos microrganismos associados consome materiais orgânicos, produzindo gás carbônico, água, calor e outros produtos, podendo alterar a quantidade dos constituintes dos grãos.

Os resultados dos parâmetros viscoamilográficos (Tabela 2) indicam que não houve variação na temperatura de pasta e a viscosidade inicial nas três umidades ao final de 180 dias de armazenamento, entretanto nos pico de viscosidade e quebra de viscosidade ocorreram variações. O pico de viscosidade nos grãos armazenados com 12% de umidade foi de 59,58 e nos armazenados com 18% de umidade foi 114,17 RVU. O valor de quebra de viscosidade variou de 1,29 a 11,75 RVU, sendo que de acordo com Zhou et al. (2003), a redução no valor de viscosidade de quebra é o índice que melhor explica as alterações durante o armazenamento dos grãos, valores que segundo Noomhorm et al. (1997), indicam uma menor capacidade de rompimentos dos grânulos de amido após o armazenamento, resultado da complexação da amilose, estrutura linear da molécula do amido, com outros constituintes dos grãos, principalmente com proteínas, fortalecendo essas interações, e conseqüentemente, aumentando a estabilidade dos grânulos durante o aquecimento.

Tabela 2. Parâmetros viscoamilográficos de grãos de milho armazenados com umidades de 12, 15 e 18% ao final de 180 dias de armazenamento.

Umidade dos grãos ¹	Temperatura de pasta (°C)	Viscosidade inicial (RVU)	Pico de viscosidade (RVU)	Quebra de viscosidade (RVU)	Viscosidade final (RVU)
12,0 %	87,30 a	0,00 a	59,58	c 1,29	c 180,46 a
15,0 %	86,37 a	0,00 a	90,17	b 6,37	b 255,04 b
18,0 %	88,42 a	0,00 a	114,17	a 11,75	a 247,33 b

¹ Médias aritméticas simples, seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÕES

Portanto, a umidade de armazenamento interferiu nos valores de condutividade elétrica, parâmetros viscoamilográficos e químicos, sendo recomendado armazenar grãos de milhos com

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

valores próximos a umidade de 12%, onde a velocidade das reações é menor, e conseqüentemente se obtém uma matéria-prima de melhor qualidade ao final do período de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEMILLER & WHISTLER; Starch: Chemistry and technology. Third edition. Food Science and Technology, International series. ISBN: 978-0-12-746275-2, Elsevier, 2009.
- BHATTACHARYA, K.; RAHA, S.; Deteriorative changes of maize, groundnut and soybean seeds by fungi in storage. Mycopathologia, Dordrecht, v.155, n.3, p.135-141, 2002.
- CORADI, P. C.; BORÉM, F. M.; REINATO, C. H.; Coffee cherries drying process and the influence of environment relative humidity in the mathematical modeling, moisture content, and enthalpy of vaporization. Energia na Agricultura. 2014.
- FLEURAT-LESSARD, F.; Qualitative reasoning and integrated management of the quality of stored grain: a promising new approach. Journal of Stored Products Research, v.38, n.2, p.191-218, 2002.
- 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.
- KRISHNAN, P.; NAGARAJAN, S.; MOHARIR, A.V.; Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated ageing conditions. Biosystems Engineering, London, v. 89, n. 4, p. 425-433, 2004.
- NOOMHORM, A.; KONGSEREE, N.; PINTANAPONG, N.; Effect of aging on the quality of glutinous rice crackers.; Cereal Chemistry, v.74, p.12-15, 1997.
- PARAGINSKI, R. T.; VANIER, N. L.; BERRIOS, J. J.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C.; Physicochemical and pasting properties of maize as affected by storage temperature. Journal of Stored Products Research, v.49, p.209-214, 2014.
- 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.
- SINGH, N.; SANDHU, K. S.; KAUR, M. Characterization of starches separated from Indian chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars Journal of Food Engineering, v.63, n.4, p.441-449, 2004.
- VIEIRA RD, KRZYZANOWSKI FC. 1999. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI FC; VIEIRA RD; FRANÇA NETO JB (eds). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. cap.4. p.1-26.
- ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C.; Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. Food Research International, v.36, p.625-634, 2003.