

QUEBRA TÉCNICA EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADOS EM PROTÓTIPOS DE SILOS VERTICAIS

NAIRIANE DOS SANTOS BILHALVA¹, NEWITON DA SILVA TIMM²,
ÉVERTON LUTZ³, DÁGILA MELO RODRIGUES⁴, MARCELA TROJAHN
NUNES⁵, PAULO CARTERI CORADI⁶

¹Eng^a. Agrícola, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Rural, UFSM/PPGEA, Santa Maria – RS, nairiane@gmail.com

²Eng^o. Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA

³Ciência da Computação, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA

⁴Eng^a. Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA

⁵Eng^a. Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA

⁶Eng^o. Agrícola, Professor Associado, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS), Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS), paulo.coradi@ufsm.br

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: Comercialmente, a quebra técnica da massa de grãos condiz a redução de peso dos lotes ao longo do período de armazenamento, a qual está associada às variações dos fatores bióticos e abióticos. Neste trabalho, o objetivo foi analisar a quebra técnica em grãos de milho armazenados em silos verticais protótipos, com diferentes teores de água, visando obter o tempo seguro de armazenamento dos grãos. Foram utilizados grãos de milho com teores de água de 16, 14 e 12% (b.u.), denominados tratamentos S1, S2 e S3, respectivamente. Os grãos foram armazenados em silos verticais protótipos e a concentração de CO₂ da massa de grãos, temperatura intergranular e temperatura ambiente foram coletados com sensor do modelo MZ-19 e termohigrômetro modelo DTH-16, respectivamente. A determinação da perda de matéria seca foi realizada a partir da diferença de peso dos grãos de milho no enchimento e descarregamento dos silos protótipos. Os grãos armazenados com teores de água acima de 14% (b.u.) tiveram uma atividade metabólica acelerada e conseqüentemente maior perda de matéria seca ao longo do tempo de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: dióxido de carbono. *Zea mays* L. pós-colheita

TECHNICAL BREAKDOWN IN CORN GRAINS STORED IN VERTICAL SILOS PROTOTYPES

ABSTRACT: Commercially, the technical breakage of the grain mass is consistent with the reduction in weight of the lots throughout the storage period, which is associated with variations in biotic and abiotic factors. In this work, the objective was to analyze the technical breakage in corn grains stored in prototype vertical silos, with different water contents, in order to obtain the safe storage time of the grains. Corn grains with water contents of 16, 14 and 12% (b.u.) were used, called treatments S1, S2 and S3, respectively. The grains were stored in prototype vertical silos and the CO₂ concentration of the grain mass, intergranular temperature and ambient temperature were collected with a sensor model MZ-19 and thermohygrometer model DTH-16, respectively. The determination of dry matter loss was performed from the weight difference of corn grains in the filling and unloading of the prototype silos. Grains stored with

water contents above 14% (b.u.) had an accelerated metabolic activity and consequently greater loss of dry matter over the storage time.

KEYWORDS: carbon dioxide. *Zea mays* L. post-harvest

INTRODUÇÃO: A quebra técnica diz respeito a perda de peso da massa de grãos ao longo do período de armazenamento. Esta perda ocorre devido às reações químicas de oxidação, durante o processo respiratório, as quais consomem energias acumuladas sob forma de compostos orgânicos como os açúcares, amidos e outros, diminuindo de forma efetiva a massa e, portanto, o peso do produto (KALETA; GÓRNICKI, 2013). Para Cardoso et al. (2012), o processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características iniciais do grão ou semente. A liberação de CO₂ pelos grãos representa a quebra técnica do produto, sendo que a presença de fungos, influenciada diretamente pela qualidade inicial dos grãos e quantidade de defeitos, acelera este processo, em maior proporção em ambientes úmidos e quentes. A quebra técnica pode ser ocasionada devido ao ataque de insetos e a movimentação do produto, tipo de estrutura armazenadora, entre outros fatores. O nível aceitável de perda de matéria seca é controverso, mas alguns autores assumem valores de 0,1% a 0,5% (SULEIMAN et al., 2018). No Brasil, levando em conta as experiências práticas em unidades de armazenamento, foi estabelecido um índice oficial de quebra técnica de 0,15% por mês de armazenamento (BAUDET; VILLELA, 2000). Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar a quebra técnica em grãos de milho com diferentes teores de água armazenados em silos verticais protótipos, visando conhecer o tempo de armazenamento seguro dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no município de Alegrete/RS em conjunto com o Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal Santa Maria (UFSM), Campus Cachoeira do Sul (CS) e Instituto Federal Farroupilha (IFFar), Campus Alegrete. Foram utilizados grãos de milho com teores de água de 16 (S1), 14 (S2) e 12% (S3), armazenados por 12 meses em protótipos de silos verticais com 4 aberturas superiores, preenchidos com aproximadamente 20kg de amostra. Para a medição de dióxido de carbono (CO₂) foram utilizados sensores do modelo MZ-19 com infravermelho não dispersivo tipo NIR, com faixa de medição de 0 a 5000 ppm e precisão de +- 3% do valor lido, instalados na parte superior e interna de cada silo armazenador, de maneira suspensa no chapéu e acima da massa de grãos. Os dados de temperatura intergranular foram obtidos através de um termohigrômetro marca TLX, modelo DTH-16 instalado no centro da massa de grãos. Os dados de porosidade intergranular, massa específica aparente e teor de água dos grãos foram obtidos por meio de medições diretas. A determinação da perda de matéria seca foi realizada a partir da diferença de peso dos grãos de milho no enchimento e descarregamento dos protótipos de silos verticais (0 e 12° mês) através do uso das Eq. 1 e 2. A estimativa de perda de matéria seca obtida através da Eq. 3.

$$Ms = \left[1 - \left(\frac{U}{100} \right) \right] * Pg \quad (1)$$

em que Ms é a matéria seca (g); U é o teor de água (%) e Pg é a massa inicial dos grãos (g).

$$Pms = \left(\frac{MS_{início} - MS_{final}}{MS_{início}} \right) * 100 \quad (2)$$

em que P_{ms} é a perda de matéria seca (%) e MS_{início} e MS_{final} são a matéria seca no início e no final do armazenamento (g).

$$P_{ms} = 100(CO_2 - O_2) \left(\frac{\varepsilon P W_g}{2 \rho_g (1 - M_{cd}) R T} \right) \quad (3)$$

em que P_{ms} , é a perda de matéria seca (%); O_2 e CO_2 são, respectivamente, a concentração de oxigênio comumente encontrada no ar (21%) e de CO_2 medida durante o armazenamento (v/v); ε é a porosidade intergranular (%); P é a pressão atmosférica local (96 kPa); W_g e P_g são a massa molar da glicose (180 kg kmol^{-1}) e massa específica aparente dos grãos (kg m^{-3}); M_{cd} é o teor de água dos grãos (decimal b.u); R é a constante dos gases perfeitos ($8,314 \text{ kJ kmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) e T é a temperatura intergranular ($^{\circ}\text{K}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 é possível observar que a perda de matéria seca dos grãos de milho foi proporcional à concentração de CO_2 ao longo do armazenamento. Os grãos de milho com maiores teores de água apresentam maiores concentrações de CO_2 e conseqüentemente, maior perda de matéria seca durante o período de armazenamento. De acordo com Muir e White (2000), a respiração dos grãos é mais intensa à medida que se têm teores de água elevados, embora a temperatura, a umidade relativa e o estado de conservação também influenciam o metabolismo do grão.

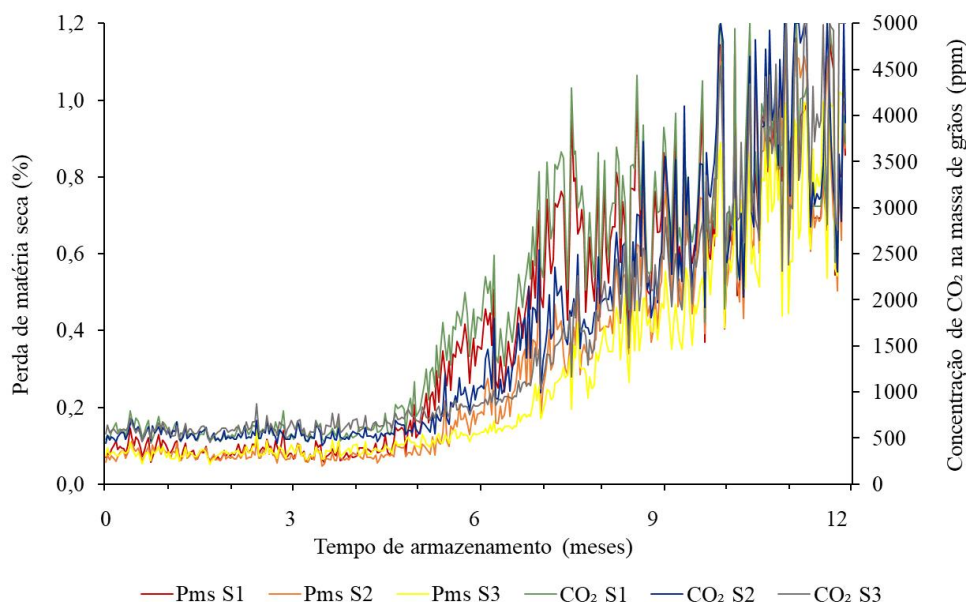


FIGURA 1. Concentração de CO_2 na massa de grãos em função da perda de matéria seca ao longo do armazenamento.

O aumento do processo respiratório promove o consumo das substâncias nutritivas do grão, que se traduz em ‘quebra técnica’ do produto armazenado. Conseqüentemente, a perda de matéria seca gera prejuízo aos gestores de unidades armazenadoras no momento da comercialização, uma vez que a valorização do produto agrícola é baseada na sua massa final. Por sua vez, a perda de matéria seca do grão fornece uma estimativa do tempo máximo de armazenamento seguro, definido como o período de tempo durante o qual os grãos podem ser armazenados sem perda significativa na sua qualidade e quantidade (KIBAR, 2015). De acordo com estudos realizados por Steele et al. (1969), os grãos devem ser armazenados por um período no qual ocorra perda de matéria seca máxima de 0,5%. É possível observar que quanto maior o teor de água dos grãos, menor é o tempo limite no qual o produto pode ser armazenado com segurança, sem perda em sua qualidade e quantidade. O tempo limite para o armazenamento seguro usando a perda máxima de 0,5% de matéria seca é 7, 8 e 9 meses para os tratamentos S1, S2 e S3, respectivamente. Na Tabela 1, verifica-se o cálculo da diferença de peso dos grãos de milho no enchimento e descarregamento dos protótipos de silos verticais.

TABELA 1. Cálculo da perda de matéria seca através da diferença de peso dos grãos de milho no enchimento (0 meses) e descarregamento (12 meses) dos protótipos de silos verticais.

Descrição	S1	S2	S3
Peso Inicial (g)	20338	20041	20721
Peso Final (g)	16567	17374	18508
P_{ms} (g) =	3771	2667	2213
P_{ms} (% do Peso Inicial)	18,54	13,31	10,68

A partir dos dados obtidos, foi realizada a estimativa de perda de matéria seca ao longo do armazenamento, sendo os valores encontrados de 21,4, 17,9 e 15,5 % do peso inicial dos grãos de milho nos tratamentos S1, S2 e S3, respectivamente. Embora com valores mais altos, os resultados estão de acordo com os encontrados através do cálculo da diferença de peso.

CONCLUSÕES: Os teores de água acima de 14% (b.u.) aceleraram a atividade respiratória da massa de grãos promovendo o consumo de matéria seca e redução de peso dos lotes de grãos de milho ao longo do tempo de armazenamento.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, ao Research Group at Postharvest Innovation: Technology, Quality & Sustainability (UFSM), Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS-UFSM), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão de bolsas de estudos, recursos financeiros e espaços físicos para desenvolvimento dos experimentos.

REFERÊNCIAS:

- BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Armazenamento. **Seed News**, Pelotas, v. 4, n. 4, p. 28- 32, jul. 2000.
- CARDOSO, R. B; BINOTTI, F. F.; CARDOSO, E. D.. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 272-278, jul./set 2012.
- KALETA, A.; GÓRNICKI, K. Criteria of determination of safe grain storage time - a review. **Advances in Agrophysical Research**, London, p. 295–318, 2013
- KIBAR, H. Influence of storage conditions on the quality properties of wheat varieties. **Journal of Stored Products Research**, Manhattan, v. 62, p. 8-15, may. 2015.
- MUIR, W. E.; WHITE, Noel D.G. Microorganisms in stored grain. In: MUIR, William E. **Grain Preservation Biosystems**, Manitoba, 2000, p. 1-17.
- STEELE, J. L.; SAUL, R.A.; HUKILL, W.V. Deterioration of shelled corn as measured by carbon dioxide production. **Transactions of the ASAE**, v. 12, n. 5, p. 685-689, 1969.
- SULEIMAN, R. A. et al. Impact of moisture content and maize weevils on maize quality during hermetic and non-hermetic storage. **Journal of Stored Products Research**, Manhattan, v. 78, p. 1-10, sept. 2018.