

MONITORAMENTO INDIRETO DA QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO ARMAZENADOS COM DIFERENTES TEORES DE ÁGUA

NAIRIANE DOS SANTOS BILHALVA¹, DÁGILA MELO RODRIGUES²,
NEWITON DA SILVA TIMM³, ÉVERTON LUTZ⁴, MARCELA TROJAHN NUNES⁵,
PAULO CARTERI CORADI⁶

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

²Eng^a. Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA

³Eng^o. Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFSM/PPGEA

⁴Ciência da Computação, Doutor 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: Os grãos, por serem são organismos vivos, podem ter sua atividade metabólica acelerada durante o armazenamento, logo, o aumento da respiração dos grãos pode elevar os níveis de concentração de CO₂, as quais podem ser detectadas com sensibilidade em cada ponto de amostragem e utilizada como um indicador indireto da deterioração dos grãos. Portanto, o objetivo do estudo foi monitorar a qualidade indireta da massa de grãos de milho armazenados com diferentes teores de água através da temperatura e dos níveis de concentração de CO₂ intergranular. 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 protótipos de silos verticais e a concentração de CO₂ da massa de grãos, temperatura intergranular e temperatura ambiente foram coletados com sensores do modelo MZ-19 e termohigrômetro modelo DTH-16. Os grãos de milho com teor de água de 12% mantiveram a temperatura intergranular e a concentração de CO₂ menor durante o armazenamento, mantendo a qualidade do produto armazenado por mais tempo.

PALAVRAS-CHAVE: dióxido de carbono. atividade metabólica. *Zea mays* L.

INDIRECT MONITORING OF THE QUALITY OF CORN GRAINS STORED WITH DIFFERENT WATER CONTENT

ABSTRACT: Grains, as they are living organisms, may have their metabolic activity accelerated during storage, so the increase in grain respiration can raise the levels of CO₂ concentration, which can be sensitively detected at each sampling point and used. as an indirect indicator of grain deterioration. Therefore, the objective of the study was to monitor the indirect quality of corn grain mass stored with different water contents through temperature and intergranular CO₂ concentration levels. 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 prototypes of vertical silos and the CO₂ concentration of the grain mass, intergranular temperature and ambient temperature were collected with sensors model MZ-19 and thermohygrometer model DTH-16. Corn kernels with a water content of 12% maintained the

intergranular temperature and lower CO₂ concentration during storage, maintaining the quality of the product stored for a longer time.

KEYWORDS: carbon dioxide. metabolic activity. *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO: A temperatura é uma das principais variáveis a serem monitoradas na massa de grãos armazenada para monitoramento da qualidade dos grãos. A qualidade dos grãos é altamente influenciada pela qualidade inicial e quantidade de defeitos presentes na massa de grãos, entretanto, o monitoramento constante da temperatura dos grãos pode possibilitar ações para impedir o aumento do processo de deterioração dos grãos. Além da temperatura, estudos indicam que o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) em grãos a granel pode ser um outro indicador de deterioração (MOOG et al. 2010), devido à relação encontrada entre a atividade biológica e a concentração de CO₂ no ar intersticial dos grãos armazenados (RAUDIENE et al., 2017). Como os grãos são organismos vivos, é natural que ocorra respiração e liberação de CO₂ na massa de grãos armazenada, logo, alterações nesta concentração podem ser detectadas com sensibilidade em cada ponto de amostragem, se monitoradas como indicador precoce de perdas quanti-qualitativas nos grãos (GARCIA-CELA, 2019). Portanto, o objetivo do estudo foi monitorar de forma indireta a qualidade de grãos de milho armazenados com diferentes teores de água através de medições da temperatura do ar intergranular e a concentração de CO₂.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no município de Alegrete, região Sul do Rio Grande do Sul, Brasil, latitude 29° 46' 59"S, longitude 55° 47' 31" W e altitude de 102 metros, em conjunto com o Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal Santa Maria (UFSM), Campus Cachoeira do Sul (CS). 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 protótipos de silos verticais com 4 aberturas superiores, preenchidos com aproximadamente 20 kg de amostra. Os dados de concentração de CO₂ da massa de grãos, temperatura intergranular e temperatura ambiente foram coletados diariamente, três vezes ao dia: manhã (9h), tarde (15h) e noite (21h). 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 foram obtidos através de um termohigrômetro marca TLX, modelo DTH-16 instalado no centro da massa de grãos. A condutividade elétrica foi determinada de acordo com a metodologia de Kryzanowski et al. (1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 é possível observar a concentração de CO₂ advinda do processo respiratório dos grãos com diferentes teores de água e dos microrganismos associados em função da temperatura do ar. Ao longo do armazenamento, a temperatura do ar intergranular variou de 6,7 a 38,4, 6,5 a 35,8 e 6,4 a 34,5 °C para os tratamentos S1, S2 e S3, respectivamente. Entre os tratamentos, por sua vez, até os cinco meses de armazenamento, não foi observada grandes variações, sendo a média 20,8°C. A partir dos cinco meses de armazenamento, observou-se aumento das temperaturas do ar intergranular, em uma relação direta com os tratamentos com maiores teores de água iniciais dos grãos. O teor de água dos grãos, juntamente com a temperatura, é fator primordial na manutenção da qualidade dos grãos armazenados (CHELLADURAI et al., 2016; SILVA et al., 2018; MACIEL et al., 2020). A concentração de CO₂ da massa de grãos se manteve entre 500 e 600 ppm para todos os tratamentos. Segundo Maier et al. (2010), este valor ainda é considerado seguro para o armazenamento. O mesmo autor afirma que as concentrações mais altas de CO₂ indicam

atividade biológica acima do normal e correlaciona que as concentrações de 600 a 1200 ppm indicam o início da infecção por fungos e de 1500 a 4000 ppm ou mais indicam claramente infecção por fungo grave e/ou infestação de insetos.

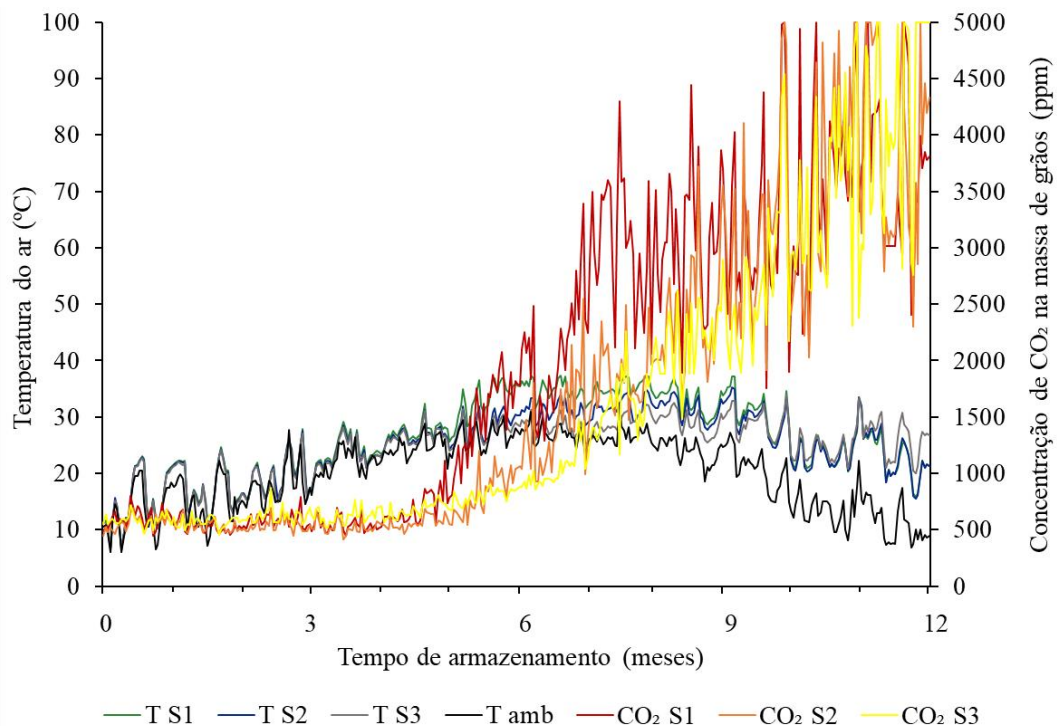


FIGURA 1. Concentração de CO₂ na massa de grãos em função da temperatura do ar ao longo do armazenamento de grãos de milho.

A partir dos cinco meses de armazenamento, precedendo ao aumento da temperatura intergranular, a concentração de CO₂ começou a aumentar. A média da concentração de CO₂ na massa de grãos ao longo do armazenamento nos tratamentos S1, S2 e S3 foi de 1639, 1029 e 888 ppm, respectivamente. Esses valores indicam que o teor de água inicial dos grãos influenciou na concentração de CO₂ na massa de grãos, sendo maior para os grãos armazenados com 16% de teor de água, seguidos por grãos armazenados com teores de água de 14 e 12%, corroborando com os resultados de condutividade elétrica (Figura 2).

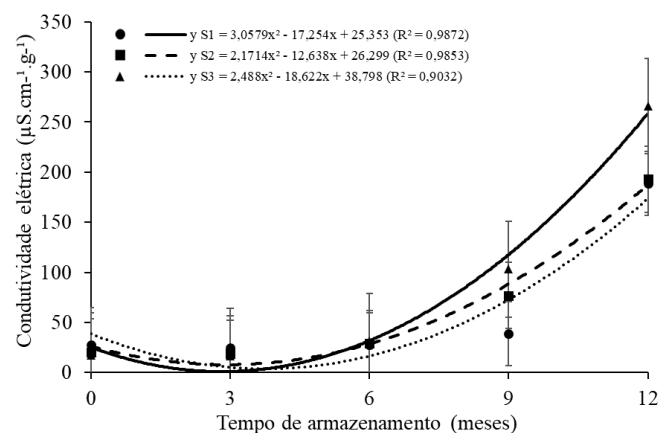


FIGURA 2. Efeito do tempo de armazenamento e teor de água dos grãos na condutividade elétrica de grãos de milho ao longo do armazenamento.

O valor de condutividade elétrica aumentou em todos os tratamentos ao longo do armazenamento. Esse aumento foi de 17,6 a 266,1, 20,66 a 193 e 27,4 a 188,6 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ nos tratamentos S1, S2 e S3, respectivamente, evidenciando que o maior teor de água nos grãos e consequente maior temperatura intergranular, acarreta em maior ocorrência de alterações, dificultando o armazenamento seguro por longos períodos. O aumento da condutividade elétrica significa uma desorganização das células das membranas celulares dos grãos tornando-os mais suscetível a danos físicos, como temperatura e umidade, permitindo a entrada de patógenos e afetando a qualidade fisiológica.

CONCLUSÕES: Os grãos de milho com teor de água de 12% não indicaram aumento da temperatura intergranular e a concentração de CO_2 durante o armazenamento, mantendo a qualidade do produto armazenado por mais tempo. A utilização de sensores de CO_2 no monitoramento mostrou eficácia no controle da qualidade de grãos de milho durante o armazenamento, uma vez que possibilita a detecção precoce da deterioração, facilitando a tomada de decisão em ações para a manter a conservação dos grãos armazenados.

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:

- CHELLADURAI, V. *et al.* Quality changes in 12% moisture content canola stored in silo bags under Canadian Prairie conditions. **Journal of Stored Products Research**, Manhattan, v.68, p.33-43, apr. 2016.
- GARCIA-CELA, E *et al.* Influence of storage environment on maize grain: CO_2 production, dry matter losses and aflatoxins contamination. **Food Additives & Contaminants**, v. 36, p. 175-185, jan. 2019.
- KRYZANOWSKI, Francisco Carlos; NETO, José de Barros França; HENNING, Ademir Assis. **Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas**. Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-53, 1991.
- MACIEL, G. *et al.* Determination of safe storage moisture content of soybean expeller by means of sorption isotherms and product respiration (PS10-8 – 6160). **Journal of Stored Products Research**, Manhattan, v. 86, e010567, 2020.
- MAIER, D. *et al.* Monitoring carbon dioxide concentration for early detection of spoilage in stored grain. **10th International Working Conference on Stored Product Protection**, p. 512-516, 2010.
- MOOG, D. J. P., STROSHINE, Richard L.; SEITZ, L. M. Fungal susceptibility at four temperature-moisture combinations and carbon dioxide kit color reader evaluation. **Cereal Chemistry**, v. 87, n. 3, p. 182-189, jun. 2010.
- RAUDIENE, E. *et al.* Carbon dioxide respiration rates in wheat at various temperatures and moisture contents. **Journal of metrology society of India**, v. 32, n.1, p. 51-58, jan. 2017.
- SILVA, A. B. Pereira *et al.* Dry matter loss and chemical changes to soybean at 14, 18 and 22% moisture and 30 °C measured in a dynamic grain respiration system. **Applied Engineering in Agriculture**, p.1, 2018.