VARIAÇÃO DE MASSA DOS GRÃOS EM FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO DE AMENDOIM E MILHO

Luiza Cicareli Bitencourt (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Nathália de Oliveira Sá, Guilherme Borges Vignoli Maximiano, Poliana Ferreira de Oliveira, Leticia Rocco da Costa, Isabella Piza Lucas Gonçalves, Reni Saath (Orientadora). E-mail: rsaath@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Ciências Agrárias / Engenharia Agrícola, Armazenamento de Produtos Agrícolas

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L.*; Zea mays* L.*;* Teor de água.

RESUMO

O monitoramento de variáveis reforça o potencial para detectar alterações e minimizar perdas expressivas de qualidade, permitindo a adoção de estratégias preventivas durante o armazenamento. O estudo teve como objetivo averiguar a variação de massa em função do teor de água de grãos durante o armazenamento. Utilizando arranjo blocos inteiramente casualizados (DIC), em fatorial 6x6 (teor de água x tempo de armazenamento), com quatro repetições. Amostras de grãos de amendoim (500 g) com teor de água (0,05; 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,14 decimal bs) e de milho (1 kg) com umidade (0,10; 0,12; 0,13; 0,14; 0,16; 0,18 decimal bs), acondicionadas em embalagem Kraft e armazenadas sob condições ambiente, avaliadas em intervalos de 30 dias no período de 180 dias, passaram por pesagem e quantificação da massa especifica. A classificação dos grãos foi realizada no tempo zero e 180 dias. A classificação dos grãos de cada unidade experimental foi realizada antes e ao finalizar a armazenagem. Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise exploratória, com auxílio do software Microsoft Excel. Após armazenamento de 120 dias, a infestação de *S. zeamais* acarretou drástica redução da massa dos grãos de milho. O aumento na massa específica foi inverso ao teor de água dos grãos de milho e proporcional à acréscimo de umidade dos grãos do amendoim.

INTRODUÇÃO

Culturas de interesse econômico, amendoim (*Arachis hypogaeae* L.) e milho (*Zea mays* L.), desempenham um papel fundamental na economia brasileira, contribuindo na diversificação das atividades agropecuárias, geração de empregos e subprodutos. Em razão da produção dos grãos, a relevante qualidade nutricional do amendoim se reflete em produtos saudáveis e do milho destinados à alimentação humana e animal, confirmando que a matriz alimentar desempenha papel essencial nas interações químicas que influenciam diretamente no valor nutricional e potencial dos produtos desenvolvidos. Sob condições adversas com impactos na qualidade física, química, fisiológica e nutricional, a dinâmica entre temperatura ambiente e

umidade relativa do ar direciona variações e trocas de massa/calor entre grão e ambiente. Nesse cenário, à manutenção da qualidade no armazenamento de amendoim e milho exige minimizar atividades metabólicas no grão que acarreta menos perdas quantitativa e qualitativa (CORTESE et al., 2025), quantificadas pela perda de peso, presença de insetos-praga e incidência de fungos na massa de grãos (ANUKIRUTHIKA; JAYAS, 2025; ZHIHUI et al., 2025). Sob condições hidrotérmicas extremas, a atividade respiratória dos grãos aumenta, favorecendo a incidência de fungos e insetos. As trocas de água entre o grão e o ambiente, expressas através curvas de equilíbrio higroscópico ou isotermas de sorção, auxiliam na compreensão dos limites de desidratação do grão e entender as variações no teor de água em diferentes condições de temperatura e umidade ambiente (CARVALHO et al., 2022). Este estudo teve por objetivo averiguar por meio de um prognóstico das perdas da qualidade dos grãos armazenados.

MATERIAIS E MÉTODOS

As unidades experimentais formadas por grãos de amendoim e milho foram instaladas no Laboratório de Tecnologia e Pós-Colheita de Produtos Agrícolas (LTPPA) do Centro Técnico de Irrigação (CTI) vinculado ao DAG/CCA) /UEM, utilizando arranjo blocos inteiramente casualizados (DIC), em fatorial 6x6 (teor de água x tempo de armazenamento), com quatro repetições. Amostras de grãos de amendoim (500 g) com teor de água (0,05; 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,14 decimal bs) e de milho (1 kg) com umidade (0,10; 0,12; 0,13; 0,14; 0,16; 0,18 decimal bs), foram acondicionadas em embalagem Kraft e armazenadas sob condições ambiente. Para acompanhar a variação de massa ao longo do armazenamento de 180 dias, em intervalos de 30 dias, as amostras de cada unidade experimentai passaram por pesagem e quantificação da massa especifica do grão. Foi realizada a classificação dos grãos de cada unidade experimental antes e ao finalizar a armazenagem. Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise exploratória, com auxílio do software Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grãos recém-colhidos mantêm processos respiratórios ativos que consomem oxigênio e liberam calor, vapor d'água e dióxido de carbono (CO_2) durante o armazenamento (DUBAL et al., 2024). Logo, nas condições experimentais, o monitoramento da massa armazenada com diferentes teores de água nos grãos sob ambiente não controlado, constituiu uma importante ferramenta para a detecção precoce de alterações na qualidade, em especial, dos grãos de milho, com alta infestação de *Sitophilus zeamais* aos 180 dias de armazenamento (Tabela 1), enquanto os grãos de amendoim estavam isentos de insetos-praga e fungos. Nas unidades experimentais de milho, a perda de massa (Tabela 1) não pode ser atribuída exclusivamente a redução do conteúdo de água, pois, A intensificação dessa atividade, associada ao desenvolvimento de microrganismos e insetos, altera o microclima intergranular, elevando a umidade relativa e a concentração de CO_2

(CORTESE et al., 2025), que acarretou degradação acentuada na massa de grãos do milho armazenada (Tabela 1).

Tabela 1 Valores de peso (g), massa específica do grão (g cm^{-3}) e avariados por *Sitophilus zeamais* (%) dos grãos de amendoim e de milho armazenados com diferentes teores de água (bs decimal) por um período de 180 dias.

	Tempo de armazenamento dos grãos de amendoim (dias)									
U_{bs}	0	30	60	90	120	150	180	ME_i	ME_f	GI*
	----------g----------							g cm^{-3}		%
0,14	553,7^{aA}	553,5^{aA}	551,7^{aA}	534,3^{bB}	537,4^{bC}	533,6^{bB}	535,1^{bB}	0,628^{aA}	0,557^{bA}	0
0,12	553,9^{aA}	553,7^{aA}	544,1^{bB}	530,4^{cB}	533,3^{cC}	530,1^{cB}	531,3^{bB}	0,584^{aB}	0,559^{bA}	0
0,10	553,8^{aA}	553,6^{aA}	546,1^{bB}	536,6^{cB}	542,2^{bB}	538,1^{bB}	539,4^{bB}	0,572^{aB}	0,557^{bA}	0
0,08	553,8^{aA}	553,6^{aA}	550,1^{aA}	550,0^{aA}	553,6^{aA}	552,1^{aA}	553,6^{aA}	0,564^{aB}	0,562^{aA}	0
0,06	553,9^{aA}	553,7^{aA}	553,3^{aA}	554,4^{aA}	559,5^{bA}	556,3^{bA}	556,7^{aA}	0,552^{aC}	0,554^{aA}	0
0,05	553,8^{aA}	553,6^{aA}	553,1^{aA}	553,3^{aA}	554,1^{aA}	554,5^{aA}	556,0^{aA}	0,549^{aC}	0,554^{aA}	0
	Massa dos grãos (g) de milho armazenado									
U_{bs}	0	30	60	90	120	150	180	ME_i	ME_f	GI*
	----------Dias----------							g cm^{-3}		%
0,18	1183,4^{aA}	1182,9^{aA}	1135,8^{aA}	1080,9^{aB}	989,0^{bB}	844,6^{bB}	695,5^{cC}	0,748^{aB}	0,469^{bB}	69^{A}
0,16	1207,4^{aA}	1206,6^{aA}	1184,9^{aA}	1164,4^{aA}	1076,1^{bA}	911,9^{bA}	763,3^{cC}	0,759^{aB}	0,491^{bB}	44^{B}
0,14	1206,5^{aA}	1205,7^{aA}	1200,3^{aA}	1189,2^{aA}	1127,7^{aA}	971,3^{bA}	805,9^{cB}	0,767^{aB}	0,496^{bB}	57^{A}
0,13	1050,5^{aA}	1049,7^{aB}	995,7^{aB}	991,6^{aB}	980,9^{aB}	944,7^{aA}	817,4^{cB}	0,775^{aB}	0,579^{bA}	30^{C}
0,12	1079,2^{aA}	1078,4^{aB}	1069,7^{aB}	1060,7^{aB}	1044,1^{aB}	985,2^{aA}	894,6^{cB}	0,784^{aA}	0,554^{bA}	35^{C}
0,10	1040,3^{aA}	1039,5^{aB}	1044,4^{aB}	1049,3^{aB}	1035,9^{aB}	998,8^{aA}	995,8^{aA}	0,786^{aA}	0,558^{bA}	33^{C}

* Grãos infestados por *Sitophilus zeamais*. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna, não tem diferença significativa (p=0,05).

Para as configurações das unidades experimentais mantidas sob ambiente com temperatura (22 °C - 34 °C) e umidade relativa (UR) 45 % - 70 % no período do armazenamento, os processos da interação simultânea entre fatores ambientais, físicos e biológicos, induziu grãos de milho com teor de água 0,18 e 0,16 em base seca (bs) ao ponto de estabilidade na umidade de equilíbrio (Ue) de 0,152 (bs), indicativo da perda água para o ambiente intergranular, comprovado pelos índices de água (0,152 bs) nos grãos quantificados em estufa pelo método 105 °C / 24h.Os grãos com umidade entre 0,10 e 0,14 bs absorveram água do ar ambiente, mas a dinâmica do processo não estabilizou no período, visto que, os grãos com umidade 0,10 bs; 0,12 bs; 0,13 bs e 0,14 bs aos 180 apresentavam teor de água de 0,105 bs; 0,128 bs; 0,139 bs e 0,151 bs respectivamente aos 180 dias de armazenamento. Sob as mesmas condições ambientais, pela menor capacidade de retenção de água que milho, nos grãos de amendoim por ter alto teor de lipídeos, a massa de água estabiliza o ponto com umidade de equilíbrio 0,085 bs. Logo, houve evaporação de água nos grãos da unidade experimental com umidade 0,10 bs a 0,14 bs, o grão da unidade 0,08 bs manteve massa de água constante e nos grãos da unidade 0,06 bs e da 0,05 bs aumentou. Embora o grão estabilize um patamar seguro sob ambiente

com UR <65 %, acima desse índice, caso ocorram oscilações térmicas a umidade acarreta processos respiratórios acelerados e favorece o desenvolvimento de fungos do gênero *Aspergillus* (aflatoxinas) no amendoim. O aumento do tempo de armazenamento diminuiu a massa específica (ME) dos grãos de milho para todos os teores de água avaliados (Tabela 1), que se atribui a infestação de *S. zeamais*. Ao contrário do milho, no amendoim, a ME tende a diminuir à medida que os grãos perdem umidade (Tabela 1), pois a contração do seu volume não acompanha proporcionalmente a perda de massa de água.

CONCLUSÕES

As alterações evidenciaram que a umidade dos grãos exerce influência a relação entre o peso e volume da massa de grãos de amendoim e milho. O aumento na massa específica foi inverso ao teor de água dos grãos de milho e proporcional à acréscimo de umidade dos grãos do amendoim. Após armazenamento de 120 dias, a infestação de *S. zeamais* acarretou drástica redução da massa dos grãos de milho.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária (FA); à Universidade Estadual de Maringá (DAG/CCA/UEM); ao Núcleo de Estudos em Pós-colheita de Produtos Agrícolas (NEPPA) e ao Grupo de Pesquisa CTI.

REFERÊNCIAS

ANUKIRUTHIKA, T.; JAYAS, D. S. Chemical cues in grain storage: A review on semiochemical types, pest behavior, and control strategies. **Journal of Storage Products Research**, v. 113, ISSN 0022-474X, 2025.

CARVALHO, D.; SILVA, F. S.; SILVA, E. C. D. F.; ANTUNES, V. M. S. Análise e determinação da umidade de equilíbrio higroscópico de grãos e da farinha de trigo na temperatura de 50 ºC. **Open Science Research II**, v. 2, p. 107-113, 2022.

CORTESE, D.; OLIVEIRA, G. S.; FERNANDES, M. G. Influence of temperature and maize genotypes on the population dynamics of *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885 (Coleoptera: Curculionidae) and grain quality during storage. **Journal of Storage Products Research**, v. 11, ISSN 0022-474X, 2025.

DUBAL, I, P.; CORADI, P, C.; BILHALVA, N, S.; BIDUSKI, B.; LUTZ, E.; MALLMANN, C, A.; ANSCHAU, K, F.; FLORES, E, M, M. Monitoring of carbon dioxide and equilibrium moisture content for early detection of physicochemical and morphological changes in soybeans stored in vertical silos. **Food Chemistry**, v. 436, p. 1-13, 2024.

ZHIUI, Q.; WENBO; G.; YUQING, L.; XUGUANG, L.; HAIYANG, Z.; MIAO, C.; LIN, T; SHUY, W.; ZHONGMING, W.; FANG, T. Effecti of modified atmosphere on the growth of dominant fungal species in grains during storage, **Food Packaging and Shelf Life**, v. 49, ISSN 2214-2894, 2025.