

Sistemas de Armazenamento Selecionados para Pequena Produção de Milho Visando Manutenção da Qualidade

Marcus Vinicius Rodrigues Matos¹; Artur de Souza Mamedes²; Ezequiel Garcia de Souza³; Thaíne Teixeira da Silva⁴; Maria Rita Nunes da Cruz⁵; Marco Aurélio Guerra Pimentel⁶

RESUMO

O armazenamento de grãos de milho enfrenta desafios devido a ação de agentes bióticos e abióticos, causando perdas econômicas. Sistemas de armazenamento adequados para menores escalas de produção, como na agricultura familiar e demais nichos específicos, podem manter a qualidade dos grãos por períodos prolongados. O estudo tem como objetivo avaliar a eficiência de métodos alternativos de armazenamento de grãos, incorporando embalagens plásticas e inseticidas de baixo impacto, focando na conservação e qualidade dos grãos. Grãos de milho foram submetidos a cinco tratamentos, incluindo sacos de ráfia, com revestimento de sacos de ensilagem, associados ou não com terra de diatomáceas, e tambores plásticos. Os grãos foram armazenados por 230 dias e amostras coletadas a cada 45 dias, para avaliação de parâmetros qualitativos, como umidade, massa específica aparente e classificação. Os sistemas herméticos, como sacos plásticos e tambores, além dos tratamentos com uso de terra de diatomáceas, mostraram ser soluções viáveis para armazenagem de pequena escala, mantendo os padrões aceitáveis de qualidade ao longo do período de armazenamento.

Palavras-chave: *Zea mays*; Armazenamento hermético; Agricultura familiar; Classificação de grãos.

¹Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João Del Rey (UFSJ), Sete Lagoas, MG.

²Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João Del Rey (UFSJ), Sete Lagoas, MG.

³Estudante de Doutorado em Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG.

⁴Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de São João Del Rey (UFSJ), Sete Lagoas, MG.

⁵Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João Del Rey (UFSJ), Sete Lagoas, MG.

⁶Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. E-mail: marco.pimentel@embrapa.br

INTRODUÇÃO

Os desafios enfrentados na armazenagem de grãos de milho são acentuados pela presença de insetos-praga, fungos, grãos defeituosos, impurezas e excesso de umidade dos grãos. Esses fatores podem resultar em perdas substanciais, deterioração e prejuízos econômicos aos produtores e empresas que armazenam grãos (CANEPPELE et al., 2003; LORINI, 2018; PIMENTEL et al., 2020). A associação entre o adequado emprego de técnicas de controle destes fatores e os sistemas de armazenagem disponíveis aos produtores podem promover a manutenção da qualidade dos grãos, reduzindo perdas qualitativas e consequente prejuízos financeiros na armazenagem em longos períodos (ANTUNES et al., 2011).

As estruturas de armazenagem de grãos em grande escala desempenham papel crucial no abastecimento e na conservação de produtos agrícolas. No entanto, são estruturas que demandam grande investimento e que invariavelmente estão indisponíveis a produtores de pequeno e médio porte, como na agricultura familiar, ou de nichos de produção específicos, como agricultura orgânica, ou modelos de transição agroecológica (MARTINS, et al., 2018).

A escolha do sistema de armazenagem deve considerar a produção, os recursos disponíveis e os aspectos técnicos para assegurar eficiente conservação dos grãos. Nesse sentido, sistemas com menor custo e maior eficiência na manutenção da qualidade dos grãos são uma necessidade recorrente do público de pequeno e médio porte (MARTINS, et al., 2018). A agricultura familiar tem grande importância na produção agrícola, pois responde por aproximadamente 70% da produção nacional de alimentos e de 47% do Valor Bruto da Produção (VBP) (FRANÇA et al., 2009).

Sistemas simples e econômicos são escolhas para pequenos agricultores lidarem com o armazenamento em menor escala (GARCÍA-LARA et al., 2020). O armazenamento hermético, que restringe trocas gasosas, umidade e insetos, emerge como opção eficaz, incluindo sacos de polietileno, sacaria de rafia e terra de diatomáceas, além de tambores plásticos (GARCÍA-LARA et al., 2020). Essas soluções acessíveis e de baixo custo usam materiais disponíveis regionalmente, atendendo eficazmente ao controle da deterioração dos grãos durante longos períodos. O estudo tem como objetivo avaliar a eficiência de métodos alternativos de armazenamento de grãos, incorporando embalagens plásticas e inseticidas de baixo impacto, focando na conservação e qualidade dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campo experimental e no laboratório de Grãos Armazenados da Embrapa Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas-MG. O experimento foi conduzido ao longo de 230 dias, no período compreendido entre 24 de maio de 2022 até 09 de janeiro de 2023. Para a condução dos experimentos, utilizou-se um lote homogêneo de grãos de milho provenientes do campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, totalizando uma massa de 1204,6 kg. Esse lote foi submetido a limpeza utilizando-

se uma máquina padronizadora, modelo PFA da marca Pinhalense. A máquina estava equipada com quatro peneiras retangulares (20, 22, 24 e 26), o que correspondia a quatro bicas de saída, além de uma saída destinada às impurezas, matérias estranhas e quebrados, que totalizaram 204,6 kg da massa total. Os grãos de cada fração das diferentes peneiras foram homogeneizados em proporções iguais e acondicionados em sacarias de 50 kg, que constituíam as unidades experimentais. A massa de grãos foi expurgada, antes da aplicação dos tratamentos, para eliminar possíveis infestações e fases jovens de insetos, que poderiam estar presentes no produto colhido.

Posteriormente ao beneficiamento, os grãos foram submetidos a cinco tratamentos, sendo: tratamento 1 – Grãos em sacaria de ráfia, sem nenhum tratamento preventivo contra insetos (Controle); tratamento 2 – Grãos em sacaria de ráfia revestida com embalagem plástica (Sacaria e embalagem plástica); tratamento 3 – Grãos tratados com terra de diatomáceas (TD) em sacaria de ráfia revestida com embalagem plástica (Sacaria, embalagem plástica e aplicação de TD); tratamento 4 – Grãos tratados com TD em sacaria de ráfia (Sacaria e TD); e tratamento 5 – Grãos sem tratamento preventivo contra insetos em tambores de polipropileno (Tambor).

Nos tratamentos de 1 a 4 foram utilizadas sacaria de ráfia (60x90 cm) e no tratamento 5, tambores de polietileno (200 L) com tampa e cinta metálica de vedação. Nos tratamentos com sacaria de ráfia e embalagem plástica (tratamentos 2 e 3), foram utilizados sacos plásticos para ensilagem de 200 micras (51x110 cm), inseridos dentro da sacaria de ráfia. Nos tratamentos que utilizaram TD foi aplicado o produto comercial Keepdry, utilizando-se a dosagem de 1,0 kg de TD por tonelada de grãos (PIMENTEL et al., 2020). Após o acondicionamento dos grãos de cada tratamento foi realizado sorteio das parcelas, que foram distribuídas sobre estrados de madeira, em um galpão sem controle climático.

As avaliações qualitativas dos grãos em cada sistema de armazenamento foram realizadas a cada 45 dias, por meio de amostragem de grãos nas sacarias e tambores, realizada por meio de um calador de gavetas (1,0 m). A cada amostragem foram avaliados o conteúdo de água (grau de umidade) e a massa específica aparente (kg m^{-3}), conforme descrito nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). As amostras também foram classificadas, seguindo as diretrizes da Instrução Normativa nº 60 (BRASIL, 2011; 2012). Na classificação, foram identificadas as diferentes classes de defeitos, incluindo grãos ardidos, chochos ou imaturos, fermentados, germinados, gessados e mofados, cuja soma correspondeu ao percentual total de grãos avariados. Foram quantificados ainda os percentuais de grãos quebrados, matérias estranhas, impurezas e carunchados (BRASIL, 2011; 2012). O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5x4x6, sendo 5 tratamentos, 4 repetições e 6 períodos de coleta de amostras (a cada 45 dias de armazenamento). Os dados obtidos nas análises qualitativas dos grãos foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros qualitativos avaliados, grãos carunchados (CAR), matérias estranhas e impurezas (MEI), total de avariados (TAV), conteúdo de água (CA) e massa específica aparente (MEA) variaram significativamente em função dos tratamentos, período de armazenamento e da interação entre estas duas fontes de variação (Tabela 1). O percentual de grãos quebrados (QUE) apresentou variação significativa em função dos tratamentos e período de armazenamento, mas não houve variação significativa em função da interação dos dois fatores (Tabela 1). As variações significativas observadas refletem a diferença entre o tratamento 1, onde os grãos foram armazenados em sacaria de rafia, sem nenhum tratamento preventivo contra insetos (tratamento controle), dois demais tratamentos (Figura 1). Os parâmetros qualitativos CAR, MEI, TAV e CA mantiveram comportamento similar ao longo do período de 230 dias de armazenagem para os tratamentos 2, 3, 4 e 5 (Figura 1). Esta tendência observada nos dados indica que estas opções de sistemas de armazenamento associadas a medidas protetivas dos grãos favorecem a manutenção da qualidade dos grãos de forma muito similar (Figura 1). Em resumo, nos tratamentos associando sacaria de rafia e embalagem plástica; sacaria, embalagem plástica e aplicação de TD; sacaria e TD; e grãos armazenados em tambores de polipropileno constituem boas opções para armazenagem de grãos por períodos prolongados, como até 7 meses (≈ 230 dias). Em relação a MEA, houve redução em relação aos grãos de milho sem tratamento com TD, o que é um comportamento normal em grãos tratados com este inseticida protetor (PIMENTEL et al., 2019) (Figura 1F).

O percentual de grãos carunchados aumentou exponencialmente após a quarta coleta de amostras, aos 135 dias de armazenagem, no tratamento controle, sem aplicação de nenhum inseticida protetor, chegando a mais de 70% de grãos carunchados ao final do período de armazenagem. Em contraste a este resultado, os demais tratamentos não apresentaram percentual superior a 5,4% de grãos carunchados ao final do período de coletas (Figura 1A). Estes resultados demonstram que quanto maior o período de armazenagem sem nenhum tipo de proteção maiores são os danos causados por insetos e conseqüentemente os prejuízos aos produtores. ANTUNES et al. (2011) verificaram até 35% de grãos carunchados em grãos de milho armazenados por 120 dias, o que correspondeu a um percentual de 17% de perda de peso dos grãos infestados artificialmente com 150 insetos adultos de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae), que foi a espécie predominante no tratamento controle.

Os percentuais de MEI, QUE e TAV demonstraram tendência de aumento no tratamento controle em contraste aos demais tratamentos, ao longo do aumento do período de armazenamento (Figura 1A, B, C e D). Isso sugere que a escolha do sistema de armazenamento influencia diretamente a ocorrência de grãos carunchados, impurezas e matérias estranhas, quebrados e total de avariados. Os quatro tratamentos avaliados, foram eficientes na manutenção da qualidade dos grãos ao longo do período de armazenagem, o que os torna alternativas viáveis de armazenagem de grãos, para o público-alvo do trabalho, ou seja, agricultura familiar ou agricultores que tem a necessidade de estocar grãos em pequenos volumes mantendo a qualidade por períodos prolongados (>6 meses).

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos parâmetros grãos carunchados (CAR), matérias estranhas e impurezas (MEI), quebrados (QUEB), total de grãos avariados (TAV), conteúdo de água (CA) e massa específica aparente (MEA) dos grãos de milho nos sistemas selecionados (tratamentos) ao longo do período de armazenamento de até 230 dias.

Fontes de variação	g.l.	CAR	MEI	QUEB	TAV	CA	MEA
Tratamentos (T)	4	2065,81*	0,028*	0,015*	0,37*	2,41*	21217,91*
Período de armazenamento (PA)	5	901,89*	0,029*	0,011*	0,74*	4,92*	4033,69*
T x PA	20	833,26*	0,025*	0,003 ^{n.s.}	0,19*	1,54*	1103,98*
CV (%)		76,9	89,1	77,4	67,3	2,7	1,1

^{n.s.} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. * significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

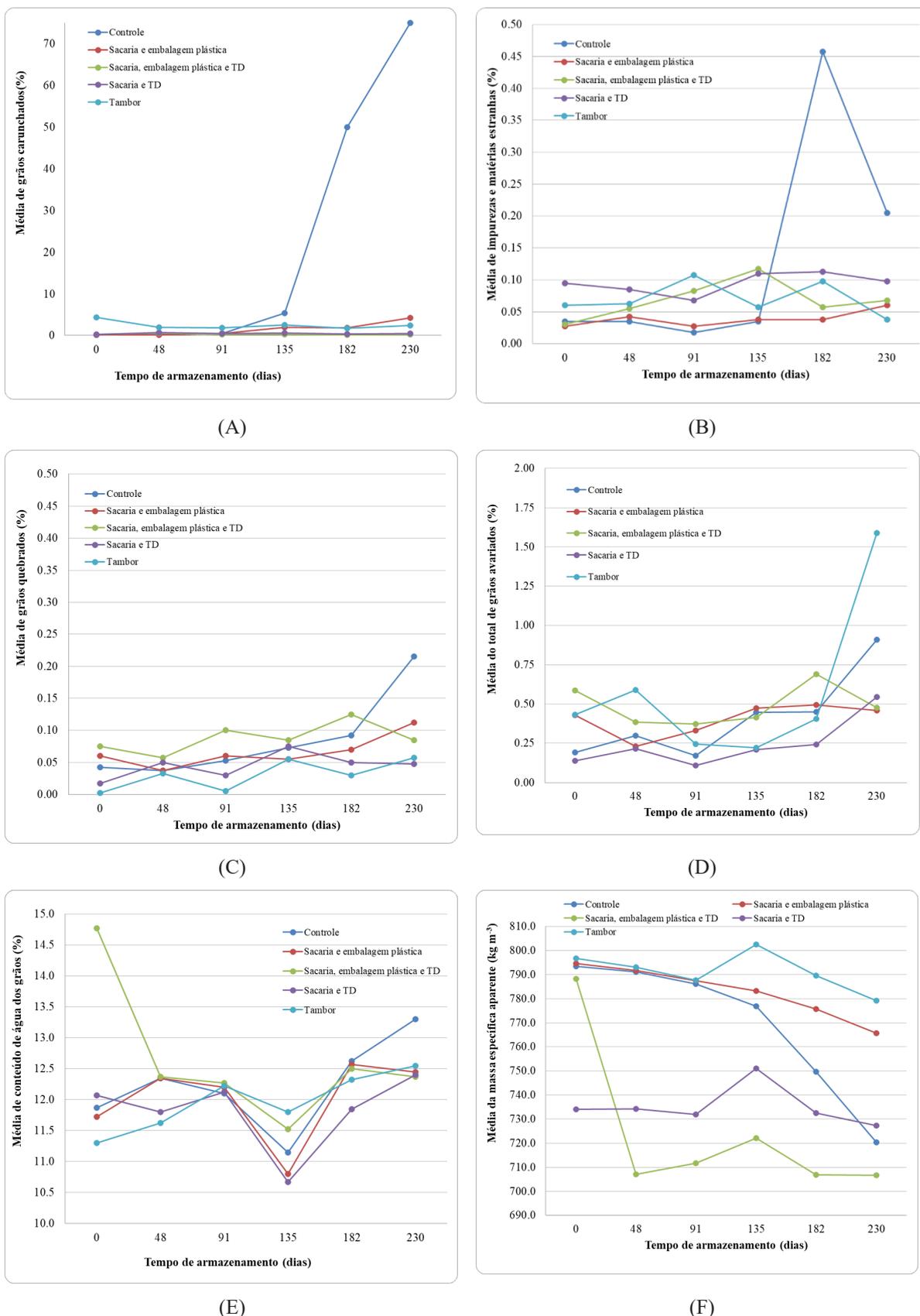


Figura 1. Médias de carunchados (%) (A), impurezas e matérias estranhas (%) (B), quebrados (%) (C), total de avariados (%) (D), conteúdo de água (%) (E) e massa específica aparente (kg m⁻³) (F) de grãos de milho armazenados por até 230 dias nos sistemas selecionados. Sete Lagoas, MG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERNAZ, W.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; MATRANGOLO, W.J.R.; NOCE, M.A.; CHAVES, F.F.; CARVALHO, D.O.; SOBRINHO, J.G.B. Concurso de produtividade de grãos na cultura do milho na região Central de Minas Gerais - Safra 2009/2010. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais**. Goiânia: ABMS, 2010. p.
- ANTUNES, L.E., VIEBRANTZ, P.C., GOTTARDI, R., & DIONELLO, R.G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 615-620. 2011.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011. **Estabelece o Regulamento Técnico do Milho**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 246, 23 dez. 2011. Seção 1, p. 3-5.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 18, de 4 de julho de 2012. **Altera os incisos IV e VI do art. 25 e o art. 31, todos da Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 129, 5 jul. 2012. Seção 1, p. 10.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 399 p.
- CANEPPELE, M. A. B.; CANEPPELE, C.; LÁZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47(4), p. 625-630. 2003.
- FRANÇA, C.G.; DEL GROSSI, M.E.; MARQUES, V.P.M.A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília: MDA, 2009.
- GARCÍA-LARA, S.; GARCÍA-JAIMES, E.; ORTÍZ-ISLAS, S. Field effectiveness of improved hermetic storage technologies on maize grain quality in Central Mexico. **Journal of Stored Products Research**, v. 87, p. 101585, 2020.
- LORINI, I. Manejo integrado de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M.; FARONI, L. R. D. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Jundiaí: IBG, 2018. p. 659-692.
- MARTINS, R. R.; FRANCO, J. B. R.; OLIVEIRA, P. A. V.; ANGONESE, C. Silos de alvenaria armada para propriedade familiar. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M.; FARONI, L. R. D'A. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto BioGeneziz, 2018.

PIMENTEL, M. A. G.; OLIVEIRA, I. R. de; NORMANDO, C. A.; OLIVEIRA, C. L. de. **Inseticidas recomendados, limites de resíduos e indicações técnicas para aplicação no controle de pragas durante o armazenamento de grãos de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 39 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 267). ODS 12.

PIMENTEL, M. A. G.; OLIVEIRA, I. R. de; MATRANGOLO, W. J. R.; FERNANDES, D. K. S.; RAMOS, G. C. P. **Eficiência de inseticidas alternativos para controle do caruncho-do-milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 19 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 186).