

Qualidade de grãos de soja armazenados em silo bolsa

Quality of soybeans stored in bag silo

Calidad de la soja almacenada en silos bolsas

Recebido: 30/08/2023 | Revisado: 18/09/2023 | Aceitado: 19/09/2023 | Publicado: 20/09/2023

Daniele Mezzalira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8570-9011>
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
E-mail: danielemezzalira@hotmail.com

Ícaro Pereira de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7307-229X>
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
E-mail: icodsouza@gmail.com

Solenir Ruffato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9132-6799>
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
E-mail: soleruffato@gmail.com

Resumo

O déficit de capacidade estática de armazenamento tem sido um dos principais gargalos do sistema produtivo de grãos no Brasil, e ainda mais acentuado no Mato Grosso, principal estado produtor. Assim, a busca por alternativas de armazenagem se faz importante, visto que investimentos em infraestruturas fixas são elevados e mais demorados para concretizar. Objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade de grãos de soja armazenados em silo bolsa por um período de 330 dias. Foi utilizado silo bolsa com dimensões de 5 m de comprimento por 1,5 m de altura. O teor de água médio inicial dos grãos foi de 10,5 %b.u. Foram coletadas amostras mensalmente e avaliadas as propriedades físicas, químicas e sanitárias, como: teor de água, massa de 1.000 grãos, massa específica aparente, massa e volume do grão, matéria seca, teor de cinzas e óleo, e incidência de fungos associados. Não houve perda de qualidade física dos grãos de soja armazenados em silo bolsa. O conteúdo de matéria seca, e o teor de óleo e cinzas não apresentaram diferenças relevantes no decorrer do armazenamento. Constatou-se tendência de redução da incidência fúngica para a maioria dos gêneros identificados.

Palavras-chave: Glycine max; Propriedades físicas; Sanidade.

Abstract

The static storage capacity deficit has been one of the main bottlenecks in the grain production system in Brazil, and even more so in Mato Grosso, the main producing state. Thus, the search for storage alternatives becomes important, since investments in fixed infrastructure are high and take longer to materialize. The objective of this study was to evaluate the quality of soybeans stored in a silo bag for a period of 330 days. A bag silo with dimensions of 5 m in length and 1.5 m in height was used. The average initial water content of the grains was 10.5 %w.b. Samples were collected monthly and the physical, chemical and sanitary properties were evaluated, such as: moisture content, mass of 1,000 grains, bulk density, grain mass and volume, dry matter, ash and oil content, and incidence of associated fungi. There was no loss of physical quality of soybeans stored in silo bags. The dry matter content, oil and ash content did not show significant differences during storage. There was a trend towards a reduction in fungal incidence for most of the identified genera.

Keywords: Glycine max; Physical properties; Sanity.

Resumen

El déficit de capacidad de almacenamiento estático ha sido uno de los principales cuellos de botella en el sistema de producción de granos en Brasil, y más aún en Mato Grosso, el principal estado productor. Así, la búsqueda de alternativas de almacenamiento cobra importancia, ya que las inversiones en infraestructura fija son elevadas y tardan más en materializarse. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de la soja almacenada en un silo bolsa por un período de 330 días. Se utilizó un silo de bolsas con unas dimensiones de 5 m de largo y 1,5 m de alto. El contenido medio inicial de agua de los granos fue de 10,5% b.u. Mensualmente se recolectaron muestras y se evaluaron las propiedades físicas, químicas y sanitarias, tales como: contenido de agua, masa de 1.000 granos, masa específica aparente, masa y volumen de grano, materia seca, contenido de cenizas y aceite e incidencia de hongos asociados. No hubo pérdida de calidad física de la soja almacenada en silos bolsas. El contenido de materia seca, aceite y cenizas no mostraron diferencias significativas durante el almacenamiento. Hubo una tendencia hacia una reducción en la incidencia de hongos para la mayoría de los géneros identificados.

Palabras clave: Cordura; Propiedades físicas; Zea mays.

1. Introdução

O Mato Grosso destaca-se como o maior produtor nacional de soja (*Glycine max* L. Merrill), visto que na safra de 2022/2023 colheu cerca de 45,6 milhões de toneladas do grão, aumento de 9,9 % em referência a safra anterior, sendo responsável por 29,5 % da produção total (CONAB, 2023). No entanto, o estado ainda possui sérios problemas logísticos e baixa capacidade estática de armazenagem.

O armazenamento é uma das principais etapas no sistema produtivo agrícola, sendo responsável pela conservação da qualidade do grão por períodos prolongados (Silva et al., 2021), sendo estratégico para o agronegócio por manter a oferta do produto durante o período da entressafra (Oliveira, 2017).

A falta de infraestrutura para o armazenamento, obriga a comercialização rápida do grão, prejudicando a renda dos produtores que poderiam estocar a safra colhida para venda futura, no momento que os preços no mercado são favoráveis (Souza et al., 2022a). Com isso, produtores tem utilizado silo bolsa em suas próprias propriedades rurais como alternativa para o armazenamento dos grãos, a fim de manter a qualidade do produto até o momento oportuno de venda (Souza et al., 2022b; Campanholi et al. (2022).

O silo bolsa consiste no armazenamento de grãos em bolsas plásticas seladas hermeticamente, que são distribuídas de forma horizontal no solo. Por ser um armazenamento hermético, no processo respiratório de fatores bióticos, como grãos, fungos e insetos, é consumido o oxigênio (O₂) intergranular com consequente liberação de dióxido de carbono (CO₂). Assim, num ambiente com maior concentração de CO₂, o desenvolvimento e reprodução de insetos e fungos é menor, além de diminuir a taxa respiratória dos grãos armazenados, possibilitando menores perdas de energia e garantindo melhor conservação da qualidade (Faroni et al., 2009; Souza et al., 2022).

Com foco nessas premissas, objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade física, química e sanitária de grãos de soja armazenados em silo bolsa.

2. Metodologia

A soja utilizada foi uma mescla de variedades doada por um produtor à Universidade. A massa de grãos foi armazenada em silo bolsa (Ipesa Silo) com 5,0 metros de comprimento por 1,5 metros de altura, e capacidade estática de 300 sacas. O tempo de armazenamento foi de 330 dias, entres os dias 25 de abril de 2015 e 20 de março de 2016. O teor de água médio da massa de grãos armazenada foi de 10,5 % b.u.

Para acompanhamento da qualidade, amostras de soja foram coletadas na lateral do silo bolsa com auxílio de um calador composto de 2 níveis. Assim, foram retirados grãos na camada mais próxima da lona do silo e perto do meio da massa de grãos armazenada. As amostras eram homogenizadas para obtenção da amostra de trabalho.

As coletas foram realizadas em intervalos de 30 dias e em quatro pontos distintos no silo bolsa, nomeados de Ponto 1, Ponto 2, Ponto 3 e Ponto 4. Após as coletas realizava-se a vedação dos furos com fita colante especial, permitindo a manutenção da hermeticidade do sistema.

As amostras eram acondicionadas em sacos de polietileno e transportadas até o laboratório de Pós-colheita da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop.

Para identificar possíveis alterações na qualidade dos grãos analisou-se mensalmente as propriedades físicas, químicas e a condição sanitária dos grãos de soja.

O teor de água (%b.u.) foi determinado pelo método padrão de estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de 105 °C por 24 horas, em triplicata (Brasil, 2009). Para a massa de 1.000 grãos (g) foram pesadas 8 repetições de 100 grãos por amostra, e a média destas sendo multiplicada por 10. Este procedimento foi realizado 3 vezes por amostra (Brasil, 2009).

A massa específica aparente (Kg m⁻³) foi determinada utilizando-se um cilindro de capacidade de 1 L, com amostras

isentas de quebrados e impurezas, e para acomodação uniforme do produto, foi controlada a altura de queda dos grãos em 15 cm. Foram realizadas em triplicata para cada amostra coletada.

O teor de óleo (%) foi obtido por extração do extrato etéreo pelo método Goldfish, utilizando um extrator e posterior evaporação do solvente (Zenebon et al., 2008). As amostras, de aproximadamente 2 g, foram acondicionadas em papel filtro, depois levadas ao extrator com, aproximadamente 40 ml de éter de petróleo, por aproximadamente 4 horas à 85 °C. Em seguida os copos foram transferidos para uma estufa sem circulação forçada de ar, a 105 °C por 2 horas. Após isso, fez-se a pesagem das amostras em balança analítica com precisão de 0,001 g.

O teor de cinzas (%) foi determinado a partir da amostra seca ao ar, que foi calcinado à 600 °C em uma mufla por 3 horas. Posteriormente as amostras foram alocadas em um dessecador até atingir temperatura ambiente, para então serem pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. Após isso, o teor de cinzas foi calculado conforme a Equação 1 (Silva & Queiroz, 2002).

$$MM_{ASA} = \frac{(CAD+MM)-CAD}{ASA} \times 100 \quad (01)$$

Em que: MM_{ASA} = percentual de cinzas com base na amostra seca ao ar, em %; MM = massa das cinzas, em g; CAD = massa do cadinho, em g; ASA = massa da amostra seca ao ar, em g.

Para determinar a matéria seca, as amostras foram secas na temperatura de 105 °C por 24 horas em estufa. Na sequência as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. Após isso, o conteúdo de matéria seca foi calculado conforme a Equação 2 (Silva & Queiroz, 2002).

$$M_S = \frac{(CAD+ASE)-CAD}{(cad+ASA)-CAD} \times 100 \quad (2)$$

Em que: MS = matéria seca, em %; CAD = massa do cadinho, em g; ASE = massa de amostra seca em estufa, em g; ASA = massa da amostra seca ao ar, em g.

A incidência (%) e identificação (nível de gênero) de fungos associados nas amostras foi obtida pelo método de papel de filtro ou “blotter test”. Para isso, 400 grãos foram dispostos individualmente em placas de Petri, sobre camada de papel de filtro umedecido (três discos sobrepostos), distanciados 1-2 cm um dos outros, permitindo a passagem integral de luz incidente. As placas de Petri com os grãos foram incubadas em estufa tipo B.O.D., com fotoperíodo de 12 horas pelo período de 7 dias, a temperatura de 25 °C. Após isso, os grãos foram examinados individualmente com auxílio de um estereomicroscópio a resolução de 30-80X, para observação de frutificações típicas do crescimento de fungos. Observações de lâminas ao microscópio óptico (AF = 400X) foram realizadas para confirmar a identidade dos fungos em nível de gênero (Brasil, 2009).

Durante o período de armazenagem constatou-se furos na lona, em função da presença de roedores na área ou até mesmo provocados por atos de vandalismo. Isso ocorreu nos meses de julho, agosto, setembro, dezembro e janeiro. O tempo que o silo bolsa permaneceu com entrada de ar foi de 12, 15, 13, 6 e 7 dias, respectivamente. Nos dois últimos meses houve a entrada de água da chuva. Após observado os furos, realizou-se a vedação com fita especial.

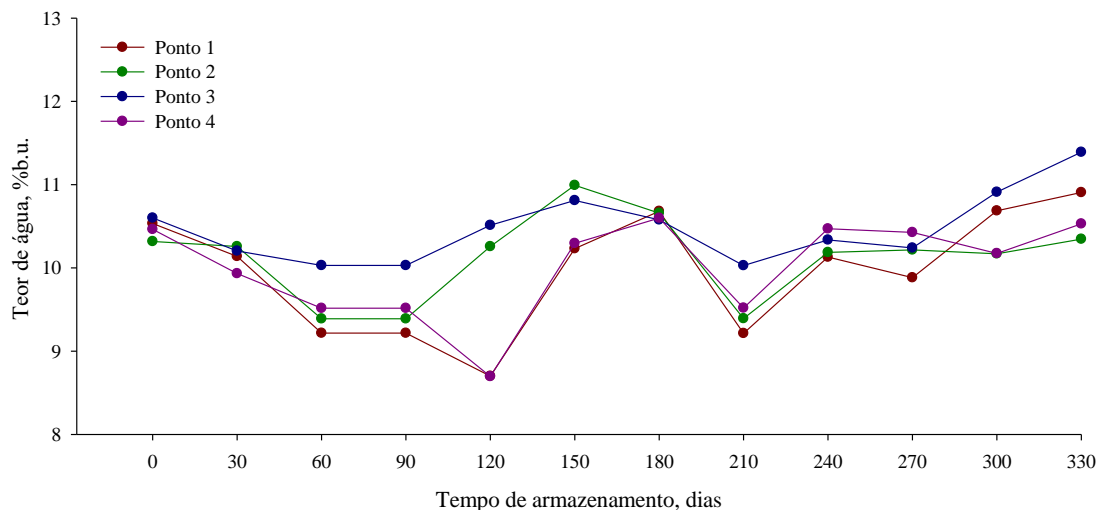
As propriedades físico-química e a incidência fúngica dos grãos de soja armazenados em silo bolsa foram analisados de forma descritiva por meio de valores médios plotados em gráficos. Esses dados apresentam natureza qualitativa (Pereira et al., 2018).

3. Resultados e Discussão

O teor de água apresentou oscilações durante o período de armazenagem, principalmente nos Pontos 1 e 4 (Figura 1). Quando comparado com o início do armazenamento, o teor de água reduziu em 1,8 % b.u. no mês de agosto (120° dia) nos Pontos 1 e 4, e 1,1 % b.u. no mês de novembro (210° dia) nos Pontos 1, 2 e 4. Em setembro (150° dia), o teor de água aumentou em

todos os pontos, ocasionado pela entrada do ar ambiente externo através dos furos na lona.

Figura 1 - Efeito do tempo de armazenamento no teor de água de grãos de soja armazenados em silo bolsa.



Fonte: Autores.

Acredita-se que a variação observada no teor de água é também associada a mescla de variedades, pois a cada análise era realizada uma nova coleta de grãos com características possivelmente diferenciadas. Além disso, a entrada do ar externo, devido a furos na lona, provocou mudanças nas condições intergranulares, como a umidade relativa. Quando a pressão de vapor do ar intergranular é maior que a do grão, tem-se o processo de adsorção, no qual o grão adsorve umidade do ar (Silva et al., 1995). Resultado semelhante foi observado por Pinto et al. (2021), em que o teor de água dos grãos de soja (11 %b.u.) aumentou durante o armazenamento em silo bolsa por 125 dias, motivado pela variação da umidade relativa do ar.

Importante destacar que entre o início e final do armazenamento o teor de água dos pontos avaliados permaneceu entre 10 e 11 %b.u. Isso indica que, mesmo com variações ao longo do tempo, foi possível o armazenamento da soja em silo bolsa por quase um ano, sem riscos aparentes a sua conservação, haja vista que a umidade é considerada como medida indireta da qualidade.

A condição de manutenção do teor de água é a que mais diferencia este sistema de armazenagem. Em sistemas de armazenagem fixa (silo e graneleiros) se faz necessário realizar aeração dos grãos para mantê-los frescos. Este processo, apesar de todos os benefícios, pode alterar a umidade do grão dependendo da época do ano. Na região em que o estudo foi realizado, são observadas perdas expressivas de massa de água dos grãos na estação seca, por outro lado, e muito mais sério, podem ocorrer ganhos de umidade na estação chuvosa. Como se pode medir indiretamente a qualidade dos grãos pela umidade, se há alterações, possíveis problemas estão ocorrendo.

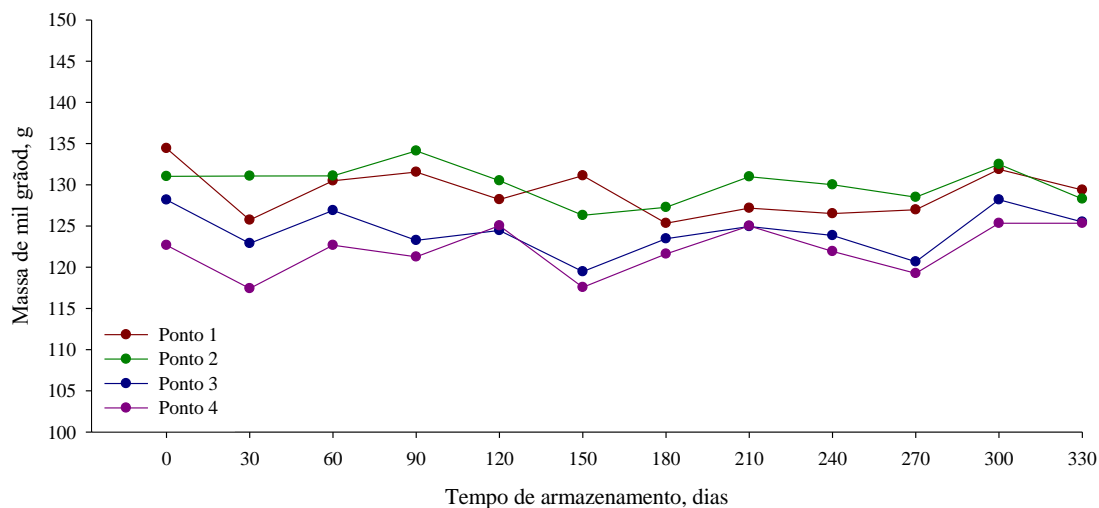
Alguns estudos avaliaram a condição do teor de água do grão armazenado em silo bolsa. Campanholi et al. (2022) relataram que quanto menor o teor de água do grão, menor foi a sua variação ao longo do tempo, assim grãos mais secos possuem maior tempo permissível de armazenagem em silo bolsa. De acordo com Cardoso et al. (2014), o tempo permissível de armazenamento está relacionado com o teor de água do grão, logo valores menores que 14 %b.u. para a soja, diminui o risco de deterioração, podendo ser estocada em silo bolsa por até 18 meses.

No trabalho de Nunes et al. (2021), ao avaliarem o armazenamento de grãos de canola por 180 dias em sacos de polietileno, concluíram que mesmo ocorrendo variação longo do tempo, teores de água de 8, 10 e 12 %b.u. apresentaram melhores condições de conservação dos grãos, corroborando com o resultado encontrado neste estudo.

Outra propriedade física avaliada, a massa de mil grãos, demonstrou pouca variação durante o tempo para todos os

pontos de coleta (Figura 2). A diferença entre o início e final do armazenamento foi de 2,98; 1,53; 1,59 e 2,38 % para os Pontos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Esse resultado mostra que o armazenamento em silo bolsa conservou o conteúdo de matéria seca do grão ao longo do tempo.

Figura 2 - Efeito do tempo de armazenamento na massa de mil grãos de soja armazenados em silo bolsa.



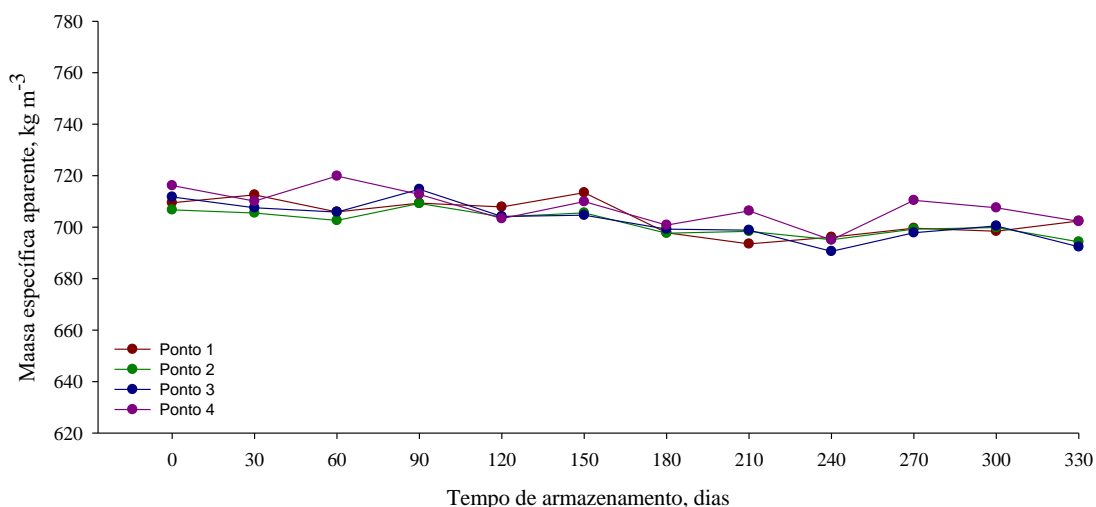
Fonte: Autores.

As oscilações da massa de mil grãos são explicadas pelo fato de ser analisado cada mês uma amostra diferente e ainda ser originária de diferentes cultivares. Além disso, a massa de mil grãos é uma propriedade física diretamente influenciada pelo teor de água, pois a massa do grão é a somatória da massa úmida e seca (Nunes et al. 2021). Logo, como ocorreu variações do teor de água, era esperado que o mesmo ocorresse para a massa de mil grãos.

Os valores da massa de mil grãos obtidos neste estudo foram similares aos da soja produzida no estado de Mato Grosso. Silva et al. (2020), ao analisaram desempenho agrônomico de cultivares de soja, encontraram médias entre 102,5 a 149,40 g. Faria Neto et al. (2022), avaliando o efeito do retardo na colheita na qualidade de grãos de soja de diferentes cultivares, verificaram médias variando entre 150 a 240 g.

Com maior estabilidade, a propriedade massa específica aparente tendeu a permanecer constante ao longo do tempo para todos os pontos avaliados, obtendo média geral de $705,6 \text{ kg m}^{-3}$ (Figura 3). O que comprova que não houve perda de massa dos grãos, em consequência dos processos de deterioração durante o armazenamento (Silva, 2008).

Figura 3 - Efeito do tempo de armazenamento na massa específica aparente de grãos de soja armazenados em silo bolsa.



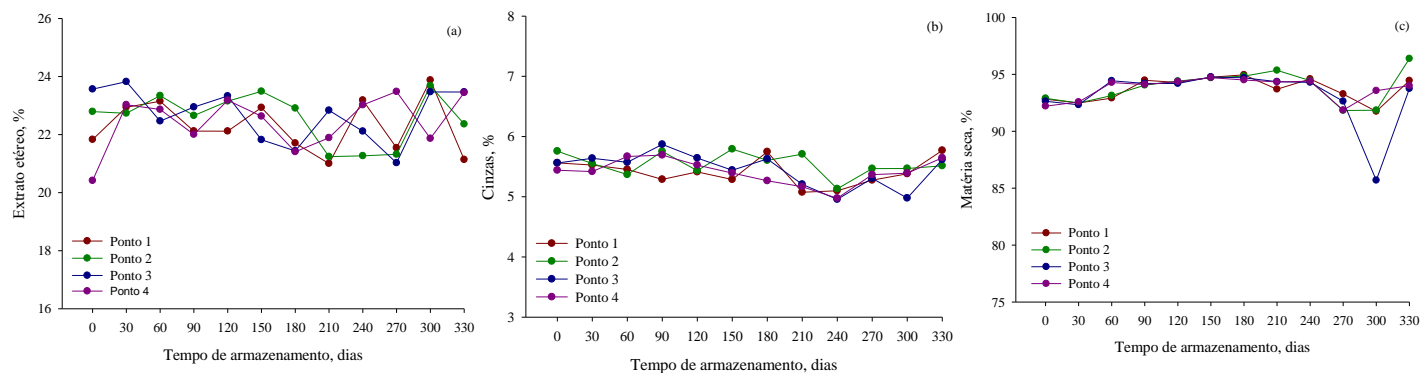
Fonte: Autores.

Resultados semelhantes foram observados em outros trabalhos com silo bolsa. Faroni et al. (2009) notaram que não houve diferença estatística para a massa específica aparente dos grãos de soja durante 180 dias de estocagem, obtendo valores médios de 640 e 660 kg m⁻³ para teores de água de 17,4 e 13,3 %b.u., respectivamente. Costa et al. (2010) observaram decréscimo na massa específica aparente dos grãos de milho úmidos (18 %b.u.) e secos (14,5 %b.u.) armazenados nas temperaturas de 25; 30 e 35 °C, no entanto, não foi significativo durante os 180 dias de armazenamento.

Como a soja é produto que tem como destino a indústria, a composição química se torna relevante. Variações durante a armazenagem podem incidir em problemas durante seu processamento, com possibilidade de obtenção de produtos de menor qualidade.

O teor de óleo e cinzas, e conteúdo de matéria seca não apresentaram diferenças relevantes no decorrer do armazenamento, independente do ponto. Verificou-se variações em torno de 2 % para o teor de óleo (Figura 4a) e de 1 % para teor de cinzas (Figura 4b) e matéria seca (Figura 4c).

Figura 4 - Efeito do tempo de armazenamento no teor de óleo (a) e cinzas (b), e conteúdo de matéria seca (c) de grãos de soja armazenados em silo bolsa.



Fonte: Autores.

O resultado da qualidade química dos grãos foi satisfatório, visto que as médias do teor de óleo e cinzas mantiveram-se, ao longo do armazenamento, próximas a 21,0 % e 4,9 %, respectivamente, estando de acordo com Pípolo et al. (2015). Além disso, entenda-se que as variações observadas no teor de óleo e cinzas estão relacionadas à composição química de cada cultivar

utilizada no estudo (Sbardelottoi & Leandro, 2008). Assim, o armazenamento da soja em silo bolsa conservou a qualidade química dos grãos, sobretudo, em relação ao teor de óleo.

O óleo é utilizado na indústria para a produção de óleo refinado, gorduras hidrogenadas, margarinas, maionese (Mandarino & Roessing, 2001), além de ser a principal matéria-prima para produção de biodiesel no Brasil (ANP, 2015). Logo, a sua conservação durante o armazenamento é de extrema importância.

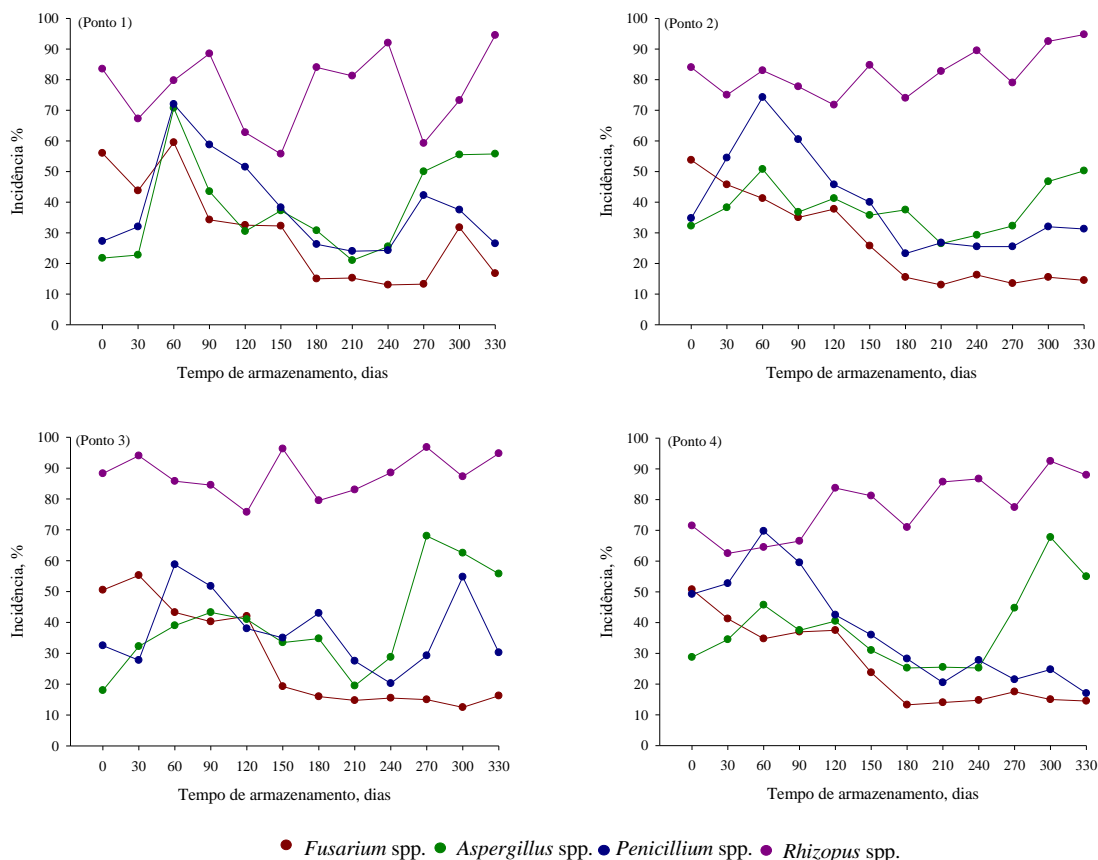
Trabalhos avaliando a composição química de grãos de soja corroboram com o resultado obtido para o teor de lipídeos. Pinto et al. (2021) encontraram médias variando entre 22,37 e 23,02 % durante o armazenamento em bolsas de polietileno por 125 dias. Alencar et al. (2009) não observou efeito significativo no teor de óleo de grãos de soja armazenados com teores de água de 11,2 e 12,8 %b.u. e em diferentes condições de temperatura.

A baixa variação no conteúdo de matéria seca aponta que não houve perda ao longo do tempo de armazenamento em silo bolsa, confirmando o resultado obtido para as propriedades físicas avaliadas. Santos et al. (2012) reportaram que menores percentuais de perda de matéria seca do milho armazenado em silo bolsa foram apresentados pelos grãos seco (14,8 %b.u.) e os maiores pelos grãos úmidos (17,9 %b.u.). Assim, o armazenamento da soja em silo bolsa com teor de água médio de 10,5 %b.u. contribui na redução da atividade respiratória dos grãos e dos organismos vivos que compõem o sistema e, conseqüentemente, na conservação da matéria seca ao longo do tempo.

Toda propriedade seja física ou química, pode ser alterada em função dos defeitos provocados pela incidência de fúngica, em que há a produção de grãos mofados, fermentados, ardidos, entre outros. Estes defeitos, dependendo da gravidade, tem ação direta sobre a qualidade da matéria seca do grão, assim como, nos componentes químicos, causando depreciação do produto e problemas no seu processamento industrial.

Na detecção de fungos associados nos grãos de soja armazenados em silo bolsa, por praticamente um ano, foram identificados: *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e com maior incidência *Rhizopus* spp. Em todas as amostras coletadas foi observada ocorrência de fungos, no entanto, observou-se variação entre os resultados obtidos para incidência fúngica em cada ponto, e no decorrer dos dias armazenados (Figura 5).

Figura 5 - Incidência média dos fungos identificados na massa grãos de soja coletada nos Pontos 1, 2, 3 e 4, respectivamente, em silo bolsa.



Fonte: Autores.

A incidência média de *Fusarium* spp. foi acima de 50 % no início do armazenamento em todos os pontos, decrescendo expressivamente durante os 330 dias para 13; 13; 12,50 e 13,25 % nos pontos 1; 2; 3 e 4, respectivamente. O ambiente hermético no silo bolsa assim como a baixa umidade dos grãos foi efetivo no controle da incidência do *Fusarium* spp., visto que após o mês de setembro (150º dia), a incidência do fungo permaneceu estabilizada em 15 % até o final do armazenamento para todos os pontos. Esse resultado foi semelhante ao observado por Viebrantz et al. (2016), os autores relataram que a incidência do *Fusarium* spp. em grãos de milho (13 %b.u.) foi menor em ambiente hermético em comparação ao não hermético, confirmando que a baixa concentração de oxigênio pode reduzir a proliferação do fungo durante o armazenamento.

Os fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. apresentaram ápice de incidência nos dias 60 e 270, em todos os pontos analisados, motivada pela entrada do ar externo com maior umidade através dos furos na lona, após a vedação e com o retorno do ambiente hermético, houve redução da incidência destes fungos. Aguiar et al. (2012) afirmam que o ambiente com alta concentração de dióxido de carbono foi eficiente na redução da atividade dos fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. presentes nas sementes de soja acondicionadas em câmaras hermeticamente vedadas. Todavia, Viebrantz et al. (2016) observaram que mesmo com concentração de oxigênio próxima a 4 %, ainda houve a incidência dos fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. associados a grãos de milho. Estes fungos incidem em maior ocorrência em grãos mais secos, quando comparados ao *Fusarium* spp. que precisa de grãos com maior atividade de água.

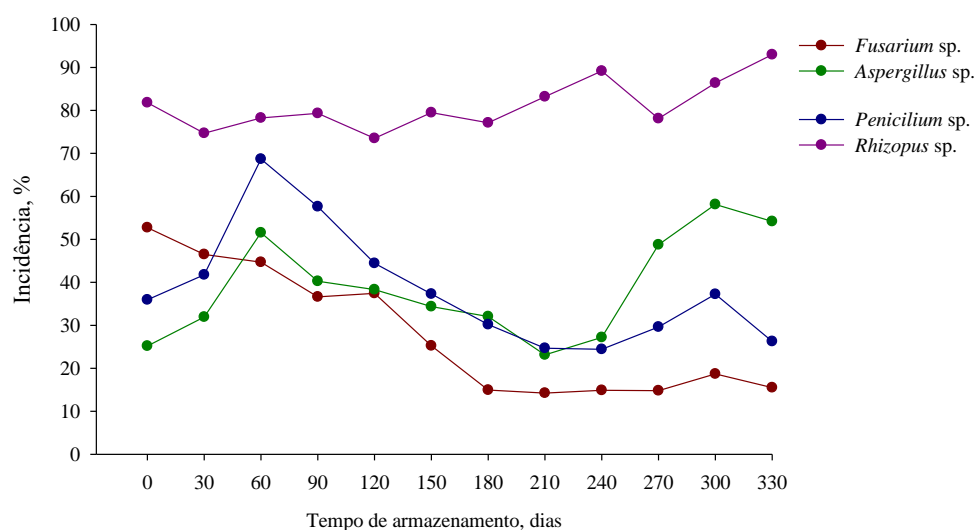
A incidência de *Rhizopus* spp. foi elevada em todos os pontos com média superior a 80 %. Destaque para o Ponto 2, onde se verificou incidência acima de 70 %, e para o Ponto 3, apresentando valores de incidência acima de 80 % com exceção das amostras coletadas aos 120 e 180 dias, com valores de 75,75 e 79,50 %, respectivamente. Segundo Taniwaki et al. (2009),

mesmo em altas concentrações de dióxido de carbono, dependendo da concentração do oxigênio, não limitam completamente o desenvolvimento de algumas espécies de fungos, como foi visto para o fungo *Rhizopus* spp. Esse fungo possui rápido crescimento, fato este que foi agravado devido aos furos na lona e da entrada de água da chuva nos últimos dois meses de armazenamento. O que justifica a alta incidência durante e, principalmente, no final do armazenamento.

De acordo com Goulart (2005), *Rhizopus* spp. é uma das principais espécies de fungos associadas a soja armazenada e, devido ao seu desenvolvimento acelerado, dificulta a detecção de fungos patogênicos, como o *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., por cobrir as sementes e grãos.

Conforme dados da Figura 6, verifica-se que os fungos *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., reduziram ao longo do tempo, devido a condição de hermeticidade do silo bolsa, enquanto a incidência por *Rhizopus* spp. foi superior a 90 % no final da armazenagem. Mesmo com a entrada de ar em decorrência de danos no silo, de modo geral, o armazenamento dos grãos de soja em silo bolsa foi eficiente no controle da incidência dos principais fungos citados. A baixa concentração de oxigênio no ambiente contribuiu para inibição de atividades metabólicas.

Figura 6 - Valores observados para a incidência média de fungos em grãos de soja coletados nos 4 pontos em silo bolsa durante 330 dias.



Fonte: Autores.

4. Considerações Finais

O armazenamento em silo bolsa manteve a integridade física e qualidade química dos grãos de soja (10,5 %b.u.) durante os 330 dias de armazenagem.

As variações sobre a constituição química dos grãos ocorridas foram em decorrência de furos na lona, com consequente entrada de umidade, e por ser uma massa de grãos heterogênea (diferentes cultivares).

O ambiente hermético, baixa concentração de O₂ e alta de CO₂, é eficiente na redução da atividade dos fungos *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. durante o armazenamento, no entanto, não é efetivo no controle do fungo *Rhizopus* spp.

Os resultados encontrados neste estudo auxiliaram no entendimento de vários aspectos importantes sobre a qualidade físico-química dos grãos de soja armazenados em condições hermética. acinética secagem e qualidade do póobtido dotomate desidratado, entretanto, questões relativas a composição nutricional não foram levantadas. Estudos futuros deverão inferir a manutenção das propriedades químicas do tomate, após passar por processos de secagem a altastemperaturas.

Referências

- Aguiar, R. W. S., Brito, D. R., Ootani, M. A., Fidelis, R. R. & Peluzio, J. N. (2012). Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e micoflora associada. *Revista Ciência Agronômica*, 43(3): 554-560. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300019>
- Alencar, E. R., Faroni, L. R. D., Lacerda Filho, A. F., Peternelli, L. A. & Costa, A. R. (2009). Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(5): 606-613 <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000500014>
- ANP. (2022). *Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*. Publicações ANP. Anuário Estatístico. <http://www.anp.gov.br>.
- Brasil. (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília: Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. 399 p. Brasil. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf.
- Campanholi, W., Souza, Í. P. & Ruffato, S. (2022). Silo bolsa como solução logística para armazenagem temporária de soja úmida na colheita. *Conjecturas*, 22(1):1-15. 10.53660/CONJ-1992-MP29
- Cardoso, L., Bartosik, R., Torre, D., Abadía, B. & Juliana, M. S. (2014). *Almacenamiento de granos en silo bolsa: Resultados de investigación 2009-2013*. Almacenamiento de granos en silo bolsa. Ipesasilo, p. 33-47.
- CONAB – Companhia nacional de abastecimento. (2023). *Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos. Décimo levantamento. Safra 2022/23*. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>
- Costa, A. R., Faroni, L. R. D., Alencar, E. R., Carvalho, M. C. S. & Ferreira, L. G. (2010). Qualidade de grãos de milho armazenados em silos bolsa. *Revista Ciência Agronômica*, 41(2): 200-207.
- Faria Neto, A. L., Ramos Junior, E. U., Lorini, I. & Mandarino, J. M. G. (2022). Efeito do retardo na colheita na qualidade de grãos de cultivares de soja. *Nativa*, 10(1): 47-53. <https://doi.org/10.31413/nativa.v10i1.12265>
- Faroni, L. R. A., Alencar E. R., Paes, J. L., Costa, A. R. & Roma, R. C. C. (2009). Armazenamento de soja em silos tipo bolsa. *Engenharia Agrícola*, 29(1): 91-100. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000100010>
- Gouart, A. C. P. (2005). Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle. *Embrapa Agropecuária Oeste*, 72p.
- Mandarino, J. M. G. & Roessing, A. C. (2001). Tecnologia para a produção de óleo de soja: descrição das etapas equipamentos, produtos e subprodutos. Londrina: *Embrapa Soja*, 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 171).
- Nunes, C. F., Medeiros, E. P., Haerberlin, L., Bilhalva, N. & Paraginski, R. T. (2021). Efeitos da temperatura e do teor de água na qualidade de grãos de canola durante o armazenamento. *Revista de ciência e inovação*, 6(1): 57-67. <https://doi.org/10.26669/2448-4091271>
- Oliveira, M. A. (2017). *Evolução da Armazenagem de Grãos no Brasil*. <https://blogs.canalrural.uol.com.br/embrapasoja/2017/02/14/evolucao-da-armazenagem-degraos-no-brasil>.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.
- Pinto, V. D., Dias, L. M., Hoscher, R. H., Gomes, F. R., Oliveira, M. A. & Schoeninger, V. (2021). Quality of soy bean grain stored in bag silo. *Engenharia na Agricultura*, 29: 1-11. <https://doi.org/10.13083/reveng.v29i1.9939>
- Pípolo, A. E., Hungria, M., Franchini, J. C., Balbinot Junior, A. A., Debiasi, H., Mandarino, J. M. G. (2015). Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. Londrina: *Embrapa Soja*. 15 p. (Embrapa Soja. Comunicado técnico, 86).
- Santos, S. B., Martins, M. A., Faroni, L. R. D. & Brito Junior, V. R. (2012). Perda de matéria seca em grãos de milho armazenados em bolsas herméticas. *Revista Ceres*, 43(4): 674-682. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000400008>
- Sbardelotto, A. I. G. & Leandro, G. V. (2008). Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. *Ciência Rural*, 38(3): 614-619.
- Silva, A. O., Silva, A. O., Gomes, J. A., Oliveira, R. C., Silva, D. A. S. & Viéga, S. I. J. M. (2021). Armazenamento de grãos na agricultura familiar: principais problemáticas e formas de armazenamento na região nordeste paraense. *Research, Society and Development*, 10(1), e36610111835. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11835>
- Silva, E. S., Carvalho, M. A. C. & Dallacort, R. Cultivares de soja em função de elementos climáticos nos municípios de Tangará da Serra e Diamantino, MT. (2020). *Nativa*, 8(2):157-164. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i2.8382>
- Silva, J. S. (2008). *Secagem e armazenagem de produtos agrícola*. Cap. 4, Qualidade de grãos. Aprenda Fácil. p. 24.
- Silva, D. J. & Queiroz, A. C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). (3a ed.). Editora UFV, 2002. p. 235.
- Silva, J. S., Afonso, A. D. L., Guimarães, A. C. (1995). *Estudos dos métodos se Secagem*. In: Silva, J.S. Pré-processamento de produtos agrícolas. Juiz de Fora: Instituto Maria. p.105-143.
- Souza, Í. P., Ruffato, S. & Souza, R. C. (2022a). Variações no preço da soja no Brasil: entendendo os fatores que influenciaram as mudanças da última década. *Fichas Técnicas: Ciências Agrárias*. Sinop. 2p. (UFMT)
- Souza, Í. P., Ruffato, S. & Oliveira, L. G. B. (2022b). Silo bolsa: alternativa para armazenagem de grãos. *Fichas Técnicas: Ciências Agrárias*. Sinop. 2p. (UFMT)
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2009). *Fisiologia Vegetal*. (4a ed.). Artmed.

Taniwaki, M. H., Hocking A. D., Pitt, J. I. & Fleet, G. H. (2009). Growth and mycotoxin production by food spoilage fungi under high carbon dioxide and low oxygen atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, 132(02/03): 100-108. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.04.005>

Viebrantz, P. C., Radunz, L. L. & Dionello, R. G. (2016). Mortality of insects and quality of maize grains in hermetic and non-hermetic storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(5): 487-492. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p487-492>

Zenebon, O., Pascuet, N. S. & Tiglea, P. (2008). Métodos físico-químicos para análises de alimentos. Instituto Adolfo Lutz. 1020p, 2008.