



Qualidade de grãos de soja úmida armazenados temporariamente em silo bolsa

Ícaro Pereira de Souza^{1*}, Solenir Ruffato¹, Priscylla Martins Carrijo Prado² e Rodrigo Sinaidi Zandonadi¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

²Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

*Autor correspondente: icodsouza@gmail.com

Recebido: 28/04/2022; Aceito: 18/08/2022

Resumo: O déficit de capacidade estática nos armazéns e o excesso de chuvas, que coincidem com o período de colheita da soja, são uns dos principais agravantes que os produtores agrícolas do estado de Mato Grosso enfrentam. O uso do silo bolsa na própria fazenda, para o armazenamento temporário dos grãos pode ser uma alternativa viável para amenizar a perda de qualidade da soja devido a esses agravantes. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o armazenamento temporário da soja úmida em silo bolsa, com a finalidade de verificar o tempo permissível de armazenagem antes do pré-processamento dos grãos. Para o experimento foi utilizado um silo bolsa com dimensões de 9 m de comprimento por 1,5 m de altura, no qual, foi armazenada soja úmida com diferentes teores de água, 26,0; 15,5 e 23,0%, respectivamente para os Pontos denominados neste estudo como 1, 2 e 3. A soja armazenada apresentou qualidade inicial baixa, com alto teor de água, média geral de 22%, e grande quantidade de vagens verdes. Para acompanhamento da manutenção da qualidade, foram avaliadas variáveis físicas e fisiológicas, a saber: teor de água, massa de mil grãos, massa específica aparente, massa específica unitária, germinação e envelhecimento acelerado, e realizada a classificação dos grãos. Os grãos de soja com teores de água iniciais de 26,0 e 23,0% b.u. não apresentaram condições de serem armazenados por mais de 3 dias em silo bolsa. Enquanto que os grãos com teor de água de 15,5% b.u. podem ser armazenados temporariamente em silo bolsa, por pelo menos 18 dias, até que os grãos possam ser pré-processados com mais cautela, e sem prejuízos na sua qualidade física. O alto teor de água e a grande quantidade de vagens verdes presentes nos Pontos 1 e 3 contribuíram para o aumento da deterioração da massa de grão armazenada em silo bolsa, assim como na redução no seu potencial fisiológico e no aumento do percentual de grãos avariados.

Palavras-chave: armazenagem alternativa; atmosfera modificada; qualidade do grão; tempo permissível.

Quality of wet soybeans temporarily stored in silo bags

Abstract: The static capacity deficit in warehouses and the excessive rainfall, which coincides with the soybean harvesting period, are some of the main aggravating factors faced by agricultural producers in the state of Mato Grosso. The use of silo bags on the farm itself for the temporary storage of grains may be a viable alternative to mitigate the loss of soybean quality due to these aggravating factors. Thus, the objective of this work was to evaluate the temporary storage of wet soybeans in silo bags, in order to verify the permissible storage time before grain pre-processing. For the experiment a silo bag with dimensions of 9 m long by 1.5 m high was used, in which wet soybeans were stored with different water contents, 26.0, 15.5 and 23.0%, respectively for the Points named in this study as 1, 2 and 3. The stored soybeans showed low initial quality, with high water content, overall average of 22%, and a large amount of green pods. To monitor the maintenance of quality, physical and physiological variables were evaluated, namely: water content, one thousand grain weight, bulk density, true density, germination, and accelerated aging, and the classification of the grains was performed. Soybeans with initial water contents of 26.0 and 23.0% b.u. were not able to be stored for more than 3 days in a bag silo. While grains with a water content of 15.5% b.u. they can be temporarily stored in a bag silo, for at least 18 days, until the grains can be pre-processed more carefully, and without harming their physical quality. The high water content and the large amount of green pods present in Points 1 and 3 contributed to the increase in the deterioration of the grain mass stored in the bag

silo, as well as to the reduction in its physiological potential and to the increase in the percentage of damaged grains.

Key-words: allowable time; alternative storage; modified atmosphere; quality of the grain.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção de grãos no país cresceu expressivamente e atingiu recordes sucessivos, sendo a soja um desses grãos. Na última safra (2019/2020), o país produziu em torno de 122 milhões de toneladas do grão, sendo a região do Centro-Oeste responsável por cerca de 57,8 milhões de toneladas (CONAB, 2020). No entanto, ainda é insuficiente o número de unidades armazenadoras disponíveis para a estocagem dos grãos. O déficit da capacidade estática nas principais regiões produtoras de grãos é um dos principais problemas encontrados na pós-colheita para os produtos agrícolas.

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), sugere que essa capacidade estática deve ser 1,2 vezes (20%) maior que a produção agrícola anual, mas a realidade de armazenamento no Brasil fica inferior ao recomendado. Na safra de 2020/2021 a produção de grãos é estimada em 272,32 milhões de toneladas para uma capacidade estática de 171,74 milhões de toneladas sendo que, o previsto pela FAO seria em torno de 326,78 milhões de toneladas. Considerando apenas a estimativa da safra de grãos e a capacidade estática instalada tem-se um déficit nacional de 36,93% (100,58 milhões de toneladas), problema que só se agrava, devido ao crescimento acelerado no volume de produção de grãos no Brasil (CONAB, 2021).

A falta de estrutura de armazenamento interfere sobre a oferta e demanda dos grãos, desta forma os produtores agrícolas não aproveitam a melhor época para adquirir os seus lucros (ALMEIDA et al., 2011). Além disso, aumenta o congestionamento em estradas, portos e nos pátios das instalações de armazéns (IEA, 2011). E ainda, o manejo inadequado da secagem pode levar ao excesso de umidade do grão durante o armazenamento, tornando mais suscetível a deterioração, comprometendo a qualidade final do produto (CNA, 2012).

O excesso de chuva na região Norte de Mato Grosso durante o período de colheita da soja (janeiro a março), também, é outro fator que contribui para perdas de qualidade dos grãos. Esse problema acarreta em atrasos na colheita e agrava a qualidade do grão em campo, trazendo prejuízos para os agricultores (IBGE, 2013). Uma possível solução para amenizar essas dificuldades é a utilização de silo bolsa o mais próximo ao campo de produção, com o objetivo de auxiliar nas atividades de pós-colheita, mais especificamente, aliviando o alto fluxo de secagem nesse período. Por meio dessa manobra, haverá um maior prazo para as operações de pré-processamento dos grãos, e ainda com a possibilidade de manter a qualidade do produto ao ser retirado do campo.

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, o processo respiratório de fatores bióticos, como grãos, fungos e insetos, consome o oxigênio (O₂) e libera 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 e a perda de massa seca, garantindo uma melhor conservação da qualidade do produto (ABADÍA et al., 2013; FARONI et al., 2009).

O tempo de armazenamento seguro da soja em silo bolsa, antes da secagem, irá depender do seu teor inicial de água, sendo que quanto maior for o teor de água inicial do grão estocado, maior será o risco de deterioração. Logo, soja com teor de água de até 14% pode ser armazenada em silo bolsa de 6 a 18 meses sem correr riscos de deterioração. Por outro lado, soja armazenada com no máximo 16% de teor de água e, com as devidas recomendações técnicas pode ser armazenada por até um ano. O armazenamento de produto com teor de água alta, recomenda-se maior frequência de amostragens com menor espaçamento de tempo, para garantir maior segurança no produto estocado (CARDOSO et al., 2014; ABADÍA et al., 2013).

O armazenamento da soja úmida em silo bolsa pode facilitar a logística em unidades de pré-processamento (operações de pré-limpeza e secagem), isto em época de intensa colheita da safra de soja, onde o processo de secagem fica comprometido pela quantidade de produto que chega diariamente. Diante disso, o silo bolsa pode ser usado para armazenamento temporário do grão úmido, até que o grão possa ser secado com mais cautela. Logo, objetivou-se com este trabalho avaliar o armazenamento temporário da soja úmida em silo bolsa, com a finalidade de verificar o tempo permissível de armazenagem, como meio de auxiliar no pré-processamento dos grãos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi instalado em uma propriedade agrícola na região do município de Ipiranga do Norte, estado de Mato Grosso. A colheita da soja foi realizada tardiamente, após 18 dias da aplicação do dessecante químico, o que coincidiu com o período de intensa precipitação, proporcionando secagem desigual do produto no campo e presença de vagens verdes. O período de armazenamento foi de 18 dias, entre os meses de março e abril, período que ocorre a colheita da safra de soja na região. Os grãos foram armazenados do dia 12 de março a 06 de abril de 2015, período que comumente ocorre a colheita de soja na região, armazenado com teor de água variando de 15,5 a 26,0 %b.u. O silo bolsa utilizado para o armazenamento foi da empresa IpesaSilo, com dimensões reduzidas de 9 metros de comprimento por 1,5 metros de altura e com capacidade estática de aproximadamente 500 sacas.

As amostras de grãos de soja úmida foram coletadas a cada 3 dias, durante 18 dias, em 3 pontos distintos (Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3) da lateral do silo, totalizando 7 coletas por ponto (Figura 1). Em cada etapa, com o auxílio de um calador de 2 níveis, para cada ponto retirou-se uma amostra composta em direção ao meio da massa, mesclando grãos da camada superficial e de camadas mais profundas.

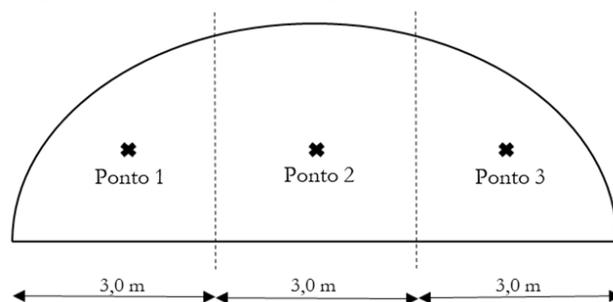


Figura 1. Posições das coletas da soja úmida armazenada em silo bolsa.

A massa de grão armazenada no silo bolsa foi retirada num mesmo talhão, porém, apresentou características distintas, como alta variação do teor de água e grande quantidade de vagens verdes. Com isso, os 3 pontos apresentaram condições iniciais de armazenamento diferenciadas. Os Pontos 1 e 2 possuíam soja com teor de água de 26,0 e 23,0 %b.u., respectivamente, e com grande quantidade de vagens verdes. Enquanto que no Ponto 3, a massa de grão apresentava-se mais seca, teor de 15,5 %b.u., e com menor quantidade de vagens verdes.

As amostras foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C, até teor de água comercial de 14 %b.u., e, em seguida, foram realizadas análises de qualidade físicas e fisiológicas.

O teor de água foi determinado pelo método padrão da estufa com circulação forçada de ar a $105 \pm 1^\circ\text{C}$, durante 24 h, com três repetições com 30 g de soja (BRASIL 2009). A massa de mil grãos foi determinada por meio da pesagem de 8 repetições de 100 grãos em balança analítica com resolução de 0,01 g, com quatro repetições para cada coleta (BRASIL, 2009).

A massa específica aparente foi mensurada pelo método de acomodação natural, utilizando-se recipiente cuja relação diâmetro pela altura é igual a 1, e volume de 1 L. Para proporcionar que o recipiente fosse preenchido de forma uniforme e constante, possibilitando a acomodação natural dos grãos, foi utilizado funil de descarga acoplado a uma haste. A determinação da massa comportada no recipiente foi realizada utilizando-se balança analítica com resolução de 0,01 g, com quatro repetições para cada coleta. A massa específica unitária foi determinada pelo volume do grão considerado como uma esfera e correlacionando com a massa individual de cada grão. Para isso, foram selecionados ao acaso 15 grãos e com o uso do paquímetro digital, com resolução de 0,001 mm, foram determinadas as dimensões características (comprimento, largura e espessura), e a pesagem de cada grão realizada em balança semi-analítica. Posteriormente, foi determinado o cálculo de volume para cada grão.

Para a germinação foram avaliados 200 grãos para cada amostra, distribuídos em 4 repetições de 50 grãos, dispostos em papel germitest umedecidos com água destilada e colocados para germinar em câmara de germinação com temperatura de 25 °C, efetuando-se a contagem de grãos germinados normais após 7 (sete) dias (BRASIL, 2009). Para o envelhecimento acelerado foram realizadas 4 repetições com 50 grãos de cada amostra coletada no silo, sendo distribuídas uniformemente em uma única camada sobre uma tela de alumínio, fixada numa caixa de plástico (gerbox) contendo no fundo 40 mL de água destilada, e mantidas a 42 °C por 72 h, como descrito por Rossetto et al. (2004). Após esse período, os grãos foram colocados para germinar, conforme descrito anteriormente e, efetuando-se a contagem dos grãos germinados normais após 4 dias.

Foi realizada a classificação da soja de acordo com as normas estabelecidas pela Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007 (BRASIL, 2007) e demais instruções complementares, objetivando a padronização, classificação e comercialização da soja. Conforme as variáveis analisadas, como grãos avariados (queimados, ardidos, mofados, fermentados, danificados, imaturos e chochos), esverdeados, quebrados e, o enquadramento final como

soja do Grupo I e II. Para cada coleta nesse trabalho, foi amostrado 125 g com soja fisiologicamente desenvolvida, limpa, seca e isenta de odores estranhos ou impróprios ao produto.

Durante o período de pré-colheita e de armazenamento entre os dias 7 de março e 3 de abril, o monitoramento das condições do ar externo ao silo bolsa foi realizado por meio da estação meteorológica instalada na Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, *Campus* de Sinop.

Observa-se que, as condições de chuvas excessivas durante o período de colheita, o que é comum na região, foi o principal agravante para elevada variação do teor inicial de água do grão com valores de 26,0; 15,5 e, 23,0 %b.u. para os três pontos avaliados respectivamente, comprometendo a qualidade inicial do produto e, possivelmente com efeitos latentes a se desenvolverem durante o armazenamento.

Na maioria dos dias ao longo de todo o período houve precipitação durante a pré-colheita. Nos dias 11 e 16 de março houve maior intensidade, com valores de 28,25 e 50 mm, respectivamente. E para esse mesmo período, a faixa de precipitação acumulada ficou em torno de 105 mm. Durante o armazenamento, registrou-se um volume maior de precipitação, com destaque entre os dias 17 e 20 de março com valores acima de 40 mm precipitado e precipitação acumulada próxima a 250 mm (Figura 2).

Com base nesses dados, confirma-se a problemática, em que a colheita da soja é dificultada na região Médio Norte de Mato Grosso por coincidir com o período de maior intensidade de chuvas. Devido a essas condições climáticas, os grãos de soja colhidos para esse estudo, apresentaram diferentes condições de qualidade inicial, como a secagem desigual do produto em campo, estresse hídrico, grande variação no teor de água e alto conteúdo de vagens verdes.

Durante o período de pré-colheita a temperatura apresentou uma amplitude média de 10,2 °C, considerando a mínima e máxima do dia. Para a umidade relativa, ocorreu maior variação para as faixas de mínima e média, com diferenças de 23,5 e 40,5%, respectivamente, enquanto a faixa máxima permaneceu próxima a 100% (Figura 3). Essas variações acentuadas durante a pré-colheita comprometem a qualidade fisiológica e física do grão. Como aumento da contaminação fúngica, decréscimo do potencial germinativo do grão, bem como, redução da massa específica e mil grãos.

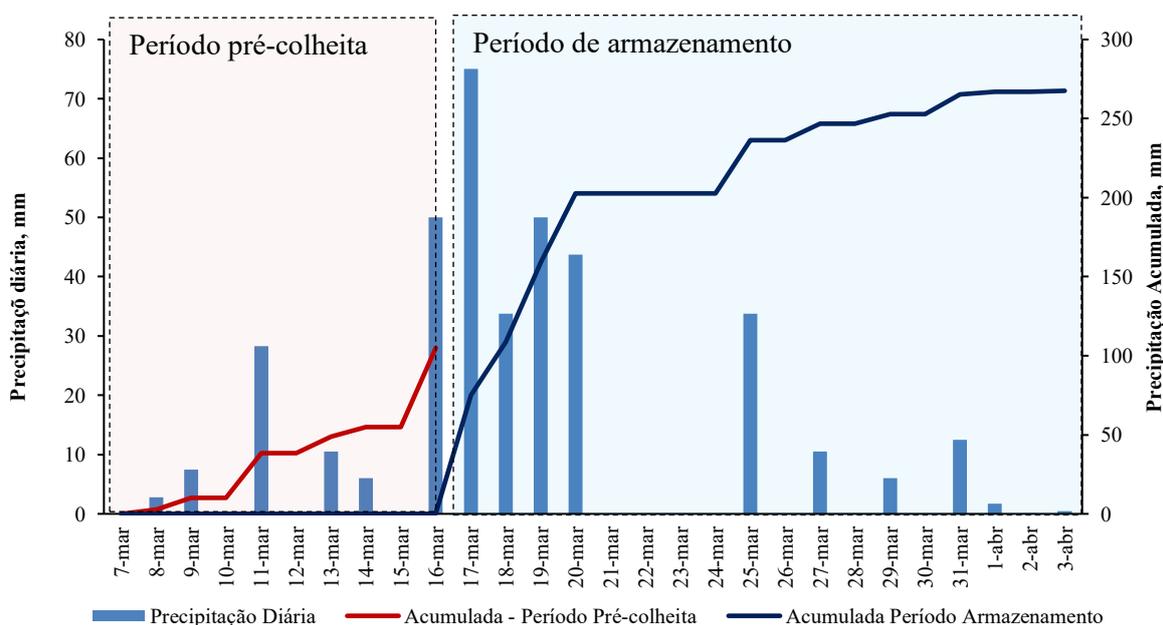


Figura 2. Condições climáticas no período de pré-colheita e durante os 18 dias de armazenamento da soja úmida em silo bolsa.

Por se tratar de dados quantitativos, ou seja, variação ao longo do tempo procurou-se ajustar equações que descrevessem a variação das propriedades físicas e fisiológicas dos grãos de soja úmida armazenada em silo bolsa, quando significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. Entretanto, devido a desvios significativos não foi possível. Deste modo optou-se pelo teste de média (teste Tukey, a 5% de probabilidade) de forma a identificar o momento em que houve alteração importante de determinada propriedade do grão.

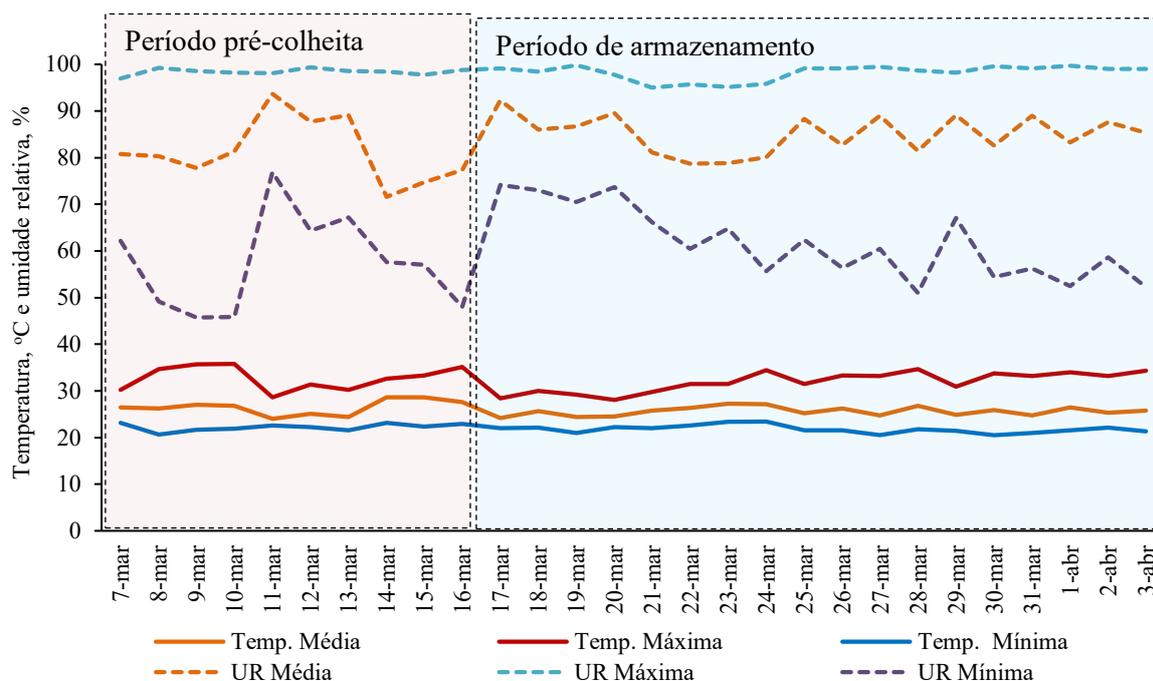


Figura 3. Variação da temperatura e umidade relativa do ar externo no período de pré-colheita e durante os 18 dias de armazenamento da soja úmida em silo bolsa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são descritas a variação do teor de água e da massa de mil grãos da massa de grãos armazenada temporariamente em silo bolsa. Os valores médios do teor de água foram significativos durante os 18 dias de armazenamento temporário em silo bolsa, independente na posição de coleta dos grãos no silo bolsa. O armazenamento teve início com teores de água de 26,0; 15,5 e 23,0 %b.u. para os Pontos 1, 2 e 3, respectivamente, e manteve-se com pouca variação até no nono dia de armazenamento. Contudo, após esse período a soja úmida apresentou aumento acentuado no teor de água, principalmente nos Pontos 1 e 3, localizados nas extremidades do silo, tornando o armazenamento inviável.

Tabela 1. Variação do teor de água e da massa de mil grãos da soja úmida em silo bolsa para os pontos 1, 2 e 3 ao longo 18 dias de armazenamento.

Dias de armazenagem	Teor de água (%b.u.)			Massa de mil grãos (g)		
	Pontos			Pontos		
	1	2	3	1	2	3
0	26,00 c	15,50 a	23,00 a	142,28 cd	143,37	143,99 c
3	25,80 bc	15,52 a	23,14 a	131,91 ab	138,89	144,37 c
6	25,40 ab	15,56 a	23,34 a	139,31 bc	136,64	135,02 ab
9	25,60 bc	15,65 a	23,75 a	131,59 ab	136,96	133,97 ab
12	26,74 d	16,09 a	25,24 b	128,47 a	136,57	130,82 a
15	27,59 e	15,53 a	24,78 b	151,31 d	137,86	141,41 bc
18	24,99 a	17,79 b	27,29 c	144,63 cd	141,65	136,30 ab
Média Geral	26,02	15,95	24,36	138,50	138,85	120,74
F calculado	84,13*	59,611*	97,527*	14,971*	2,069 ^{ns}	852,289*
c.v. (%)	0,52	0,96	0,91	4,35	3,79	3,93

c.v.: coeficiente de variação; Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si (Tukey, $p > 0,05$); *Significativo a 5 % pelo teste de F. ^{ns}Não significativo a 5 % pelo teste de F.

O possível acréscimo do teor de água nesses pontos se dá pela grande quantidade de vagens verdes presentes e do alto teor de água inicial dos grãos, o que favorece a respiração do grão e, com a liberação de vapor d'água e calor, contribui para a fermentação da massa armazenada por meio de processos anaeróbicos. Como consequência,

propicia um ambiente favorável para a proliferação de fungos e insetos, sendo uma das principais causas que levam a perda de qualidade durante o armazenamento.

Outro motivo para o aumento do teor de água nos Pontos 1 e 3, de acordo com Casini, (2004), pode ser pelo movimento convectivo do ar intergranular, dando origem a condensação de umidade sobre o grão e a parede interna do silo bolsa. No trabalho de Freitas et al. (2011), ao analisarem a qualidade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenado em silo bolsa com diferentes teores de água, também constaram aumento do teor de água durante o armazenamento para os grãos com teor de água acima de 17 %b.u.

O Ponto 2 apresentou diferença significativa no teor de água apenas no final do experimento (18º dia). Indicando que quanto menor o teor de água inicial do grão e a quantidade de impurezas na massa de grãos, maior será o tempo permissível de armazenamento da soja. Outros autores, também, verificaram pouca variação da soja úmida armazenada em silo bolsa para teores de água semelhantes ao do Ponto 2, bem como em um período próximo a 18 dias de armazenamento, como Valdéz (2009) que observou uma variação de 15,4 para 15,5 %b.u. e, no trabalho de Casini & Accietto (2009), o qual obteve uma variação de 17,2 para 17,7 %b.u.

A massa de mil grãos no Ponto 2 não apresentou variação significativa ao longo do tempo de armazenamento ($P = 0,074$), sendo contrário para os Pontos 1 e 3. A oscilação entre a maior e a menor massa de mil grãos ao longo do tempo foi de 13,8; 6,8 e 13,55 g, respectivamente para os Pontos 1, 2 e 3. A massa de mil grãos, além de ser um fator qualitativo, é uma propriedade utilizada como parâmetro de rendimento da produção das culturas agrícolas, sendo um dos fatores responsáveis pela produtividade da lavoura. Logo, mesmo com as condições adversas de armazenamento, alto teor de água e de vagens verdes no silo bolsa, não foi suficiente para alterar esta característica durante o período analisado.

Os valores de massa de mil grãos obtidos neste estudo foram similares aos da soja produzida no estado (MT), como observado por Ramos Junior et al. (2019a) que analisaram o desempenho da soja em sucessão ao consórcio de milho segunda safra com diferentes densidades de *Crotalaria spectabilis*, obtendo um valor médio de 166 g. Em outro trabalho, Ramos Junior et al. (2019b) encontraram médias de 163 e 155 g para as cultivares BRS7380RR e BRS7780IPRO, produzidas em diferentes densidades de planta. Silva et al. (2020), ao estudarem o desempenho de diferentes cultivares de soja em função da época de semeadura, obtiveram valores médios entre 102,03 e 149,40 g.

Tabela 2. Variação da massa específica aparente e unitária da soja úmida em silo bolsa para os pontos 1, 2 e 3 ao longo de 18 dias de armazenamento.

Dias de armazenagem	Massa específica aparente (kg m ⁻³)			Massa específica unitária (kg m ⁻³)		
	Pontos			Pontos		
	1	2	3	1	2	3
0	686,63 c	675,17 a	702,48 d	127993 a	1310,95 ab	1262,64 ab
3	695,87 c	701,36 bc	693,58 cd	1267,55 a	1287,00 ab	1553,49 d
6	668,08 b	698,91 bc	688,98 c	1396,31 bc	1219,84 a	1398,27 bc
9	664,35 b	699,31 bc	688,98 c	1259,30 a	1530,53 c	1525,53 cd
12	662,76 b	707,20 c	675,96 b	1550,50 d	1354,54 b	1231,17 a
15	626,73 a	689,51 abc	648,92 a	1339,60 ab	1254,73 ab	1674,16 d
18	625,50 a	687,81 ab	642,85 a	1455,03 cd	1490,14 c	1396,23 bc
Média Geral	661,41	694,18	677,39	1364,03	1349,68	1434,50
F Calculado	152,061*	7,448*	94,530*	23,571*	19,762*	19,440*
c.v. (%)	0,57	0,98	0,60	6,41	7,63	9,80

c.v.: coeficiente de variação; Médias seguidas por uma mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, $p > 0,05$). *Significativo a 5 % pelo teste de F.

A variação da massa específica aparente e unitária foi significativa para todos os pontos durante os 18 dias de armazenamento, como mostra na Tabela 2. Para massa específica aparente, nota-se variação similar para os 3 pontos e apesar da diferença significativa ao longo do tempo, em termos numéricos a variação foi inferior a 10%. A soja armazenada nos Pontos 1 e 3, com teores de água acima de 22% b.u., apresentou redução da massa específica aparente, de 686,63 para 625,50 kg m⁻³ e, de 702,48 para 642,85 kg m⁻³, respectivamente. Essa variação está de acordo com o teor de água do grão, visto que estas propriedades são inversamente proporcionais, ou seja, quanto menor o teor de água, maior a massa específica aparente (BARNWAL et al., 2012; JESUS et al., 2013). Outra possível influência nesse decréscimo da massa específica aparente associada ao alto teor de água dos grãos, seria a

ausência de O₂ no meio intergranular e a alta quantidade de vagens verdes que podem ter dado início à processos fermentativos, o que pode acarretar em perda de massa.

Em pesquisa com silo bolsa, Costa et al. (2010), também observaram decréscimo na massa específica aparente do milho ao longo do armazenado, principalmente para os grãos mais úmidos, 18 %b.u., e o mesmo foi apontado no estudo de Freitas et al. (2011), no armazenamento hermético de feijão. Todavia, no trabalho de Faroni et al. (2009), a soja armazenada com 17,4 %b.u. de teor de água não apresentou variação significativa na massa específica aparente, durante 180 dias de armazenamento.

No Ponto 2 observa-se a manutenção da massa específica aparente assim como do teor de água dos grãos armazenados. Essa propriedade física mesmo não sendo um parâmetro utilizado na comercialização da soja, demonstra que a redução elevada dessa propriedade pode estar associada à perda da qualidade do produto por consequência dos processos de deterioração durante o armazenamento, como a perda de massa seca e a incidência de fungos.

A massa específica unitária obteve uma oscilação de 18,78; 20,30 e 20,75% com valores médios de 1.364,00; 1.349,68 e 1.434,56 kg m⁻³ para os Pontos 1, 2 e 3, respectivamente. Essa propriedade foi estimada aproximando-se a forma do grão à uma esfera, calculando-se dessa forma o volume do grão. Esta dispersão dos dados pode estar atrelada a desuniformidade do tamanho e peso do grão. Todavia, mesmo com a acentuada dispersão entre valores de massa específica unitária dos grãos de soja durante o período de armazenamento, quando comparados os valores iniciais (dia 0) e finais (18º dia); a variação real foi na ordem de 10,7; 12,3 e 8,3%, para os Pontos 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 3. Variação da germinação e da germinação após o envelhecimento acelerado da soja úmida em silo bolsa para os pontos 1, 2 e 3 ao longo de 18 dias de armazenamento.

Dias de armazenagem	Germinação (%)			Germinação após envelhecimento (%)		
	Pontos			Pontos		
	1	2	3	1	2	3
0	17,25 c	15,50 a	27,75 c	0,0 a	1,25 ab	11,25 b
3	3,50 b	32,25 c	13,75 b	1,75 b	16,00 c	0,0 a
6	0,0 a	20,75 ab	1,50 a	0,0 a	12,75 c	0,0 a
9	0,0 a	26,75 bc	1,00 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
12	0,0 a	23,0 ab	2,25 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
15	0,0 a	26,75 bc	0,0 a	0,0 a	4,75 b	0,0 a
18	0,0 a	19,25 ab	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Média Geral	2,96	23,46	6,61	0,25	4,96	1,61
F calculado	97,238*	10,389*	69,538*	4,200*	47,134*	28,791*
c.v. (%)	44,02	14,79	38,13	25,82	39,38	98,62

c.v.: coeficiente de variação; Médias seguidas por uma mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, p > 0,05). *Significativo a 5 % pelo teste de F.

Nota-se pela Tabela 3 que os valores médios da germinação padrão e germinação após o envelhecimento acelerado foram significativos para os três pontos durante os 18 dias de armazenagem em silo bolsa. Em termos de porcentagem de grãos germinados, a soja úmida apresentou uma redução significativa no final do experimento, esse decréscimo foi de 3,50; 3,75 e 27,75% nos pontos 1; 2 e 3, respectivamente.

Com danos importantes nos tecidos dos grãos, a partir do 6º dia, verificou-se uma redução nos Pontos 1 e 3 no potencial germinativo para zero. Enquanto que para a soja coletada no Ponto 2, a germinação reduziu de 55% para 38,5% ao longo dos 18 dias. Uns dos motivos para o decréscimo elevado da qualidade fisiológica da soja se dá pelo atraso de 10 dias da colheita, devido à intensa precipitação recorrente na região, levando ao armazenamento em condições inadequadas. Nestes pontos (1 e 3) especificamente, o teor de água dos grãos e a quantidade de vagens verdes eram altos.

Para a germinação, após o envelhecimento acelerado, os valores iniciais foram de 0,0; 1,25 e 11,25% para os Pontos 1; 2 e 3, respectivamente. No final do experimento os grãos não germinaram após serem submetidos ao estresse hídrico e térmico.

Costa et al. (2010) também observaram redução na porcentagem de grãos de milho germinados com teor de água de 18,0 %b.u., após 30 dias de armazenagem em silo bolsa, obtendo percentual de germinação igual a zero para os grãos úmidos armazenados nas temperaturas de 25; 30 e 35 °C após 135; 90 e 30 dias, respectivamente.

Freitas et al. (2011) ao analisarem o armazenamento hermético do feijão em três teores de água (12,3; 15,7 e 17,8 %b.u.), concluíram que os grãos apresentam uma maior redução no percentual de germinação com o aumento do teor de água.

Para a classificação dos grãos, segundo a Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007 (BRASIL, 2007), os limites máximos de tolerância para soja do grupo I são: para o tipo I é aceito até 4% de grão avariados, que são a somatória de queimados, ardidos, chochos, fermentados, germinados, imaturos, danificados e mofados, até 2% de esverdeados, 8% de partidos, quebrados e amassados; e para tipo II, até 6% de avariados, 4% de esverdeados e 15% de partidos, quebrados e amassados. Para soja do grupo II, os limites máximos de tolerância ser determinado padrão básico é de 8% de avariados, 8% de esverdeados e 30% de partidos, quebrados e amassados. Os grãos que não se enquadram em nenhum grupo ou tipo, são denominados “Fora de Tipo”, o que indica que não estão aptos para consumo *in natura*, apenas para processamento industrial, como extração de óleo e proteína, por exemplo.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios percentuais dos grãos avariados. Perceba-se que no Ponto 1, o percentual de grãos avariados no início do armazenamento foi de 18,3% e após 18 dias a massa de grãos apresentava alto índice de deterioração, impossibilitando a classificação. Os Pontos 2 e 3 iniciaram com 7,4 e 9,0% de grãos avariados e no final do armazenamento com 10,9 e 35,7%, respectivamente. Nenhum dos pontos se enquadraram nos Grupos 1 e 2 após 18 dias, sendo classificados como “Fora de Tipo”.

Tabela 4. Valores médios percentuais dos grãos avariados da soja úmida para os três pontos, avaliado no início (01) e no final (18) do armazenamento em silo bolsa.

Pontos	Tempo de armazenamento (dias)	Grãos avariados (%)					Total
		QM	AR	CH	DN	MF	
1	01	1,1	12,0	2,6	0,2	2,4	18,3
	18	DC	DC	DC	DC	DC	DC
2	01	0,9	5,4	1,1	0,0	0,0	7,4
	18	1,7	6,1	1,3	1,1	0,7	10,9
3	01	1,0	5,2	1,5	0,5	0,8	9,0
	18	3,2	17,1	2,3	0,3	12,8	35,7

Em que: QM-Queimado; AR-Ardido; CH-Chochos; DN-Danificado; MF-Mofado; DC-Desclassificado.

Na Tabela 5 está descrita a classificação dos grãos de soja úmida armazenados em silo bolsa. Para os grãos esverdeados, no início do armazenamento nos Pontos 1, 2 e 3 constatou-se porcentagem de 4,3, 0,7 e 5,5%, respectivamente, enquanto que no final do armazenamento o Ponto 1 foi desclassificado, por não ser possível realizar a classificação, devido ao processo avançado de deterioração, e os Pontos 2 e 3 obtiveram uma porcentagem de 0,1 e 0,0%.

Tabela 5. Valores médios percentuais da classificação da soja úmida para os três pontos, avaliado no início (01) e final (18) do armazenamento em silo bolsa.

Pontos	Tempo de armazenamento (dias)	Grãos avariados (%)	Grãos esverdeados (%)	Grãos quebrados (%)	Qualidade
1	01	18,3	4,3	0,0	Fora de Tipo
	18	DC	DC	DC	Desclassificado
2	01	7,4	0,7	0,2	Fora de Tipo
	18	10,9	0,1	5,4	Fora de Tipo
3	01	9,0	5,5	0,4	Fora de Tipo
	18	35,7	0,0	3,3	Fora de Tipo

Em que: DC-Desclassificado.

No geral, de acordo com as normas do MAPA (BRASIL, 2007), após o armazenamento, os grãos presentes no Ponto 1 foram desclassificados, sendo esse o ponto com maior teor de água (acima de 26,0%), o que pode ter comprometido a sua conservação durante o armazenamento em silo bolsa. Os Pontos 2 e 3, foram enquadrados como “Fora de Tipo” devido ao seu alto conteúdo de grãos avariados (acima de 8%) desse modo, não podem ser destinados para o uso *in natura* como se encontra. Nesse caso, a soja poderia ser rebeneficiada para efeito de enquadramento em Tipo, porém com limite de avariados de máximo 12%.

4. CONCLUSÕES

Grãos de soja com teores de água iniciais de 26,0 e 23,0 %b.u. não apresentam condições para serem armazenados por mais de 3 dias em silo bolsa, nas condições climáticas da região Médio Norte de Mato Grosso.

Grãos de soja com teor de água de 15,5 %b.u. podem ser armazenados temporariamente em silo bolsa, por pelo menos 18 dias, até que os grãos possam ser pré-processados com mais cautela, e sem prejuízos na sua qualidade física.

Alto teor de água associado a grande quantidade de vagens verdes presentes nos Pontos 1 e 3 contribuíram para o aumento da deterioração da massa de grãos armazenada em silo bolsa, assim como na redução no seu potencial fisiológico e no aumento do percentual de grãos avariados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADÍA M.B.; BARTOSIK R.; CARDOSO L. Manejo de granos em bolsas plásticas. In: ABADÍA M. B. Y BARTOSIK R. **Manual de buenas prácticas em la poscosecha de granos. Hacia el agregados de valor em origen de la producción primaria**. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina, 2013. p.79 – 88.
- ALMEIDA, C.A.; NETO, J.C.; SELEME, R.; JUNIOR, S.L.; MULLER, S.I.G. Comparação entre as alternativas portuárias utilizadas na exportação da soja brasileira com destino à china. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção 1º. COMBREPPO, 12., 2011, Ponta Grossa. **Anais**. Paraná: COMBREPPO, 2011. p. 1052.
- BARNWAL, P.; KADAM, D.M.; SINGH, K.K. Influence of moisture content on physical properties of maize. **International Agrophysics**, v.26, p.331-334, 2012. <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0046-2>
- BRASIL, **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, n.93, p.13-15, 16 maio 2007. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1194426968>>. Acesso em: 10 set. 2020.
- CARDOSO, L.; BASRTOSIK, R.; TORRE, D.; ABADÍA, B.; JULIANA, M.S. **Almacenamiento de granos en silo bolsa: Resultados de investigación 2009-2013**. Buenos Aires: Ipesasil, 2014. 22p.
- CASINI, C.; ACCIETTO, R. Estudio del efecto de la media sombra sobre la calidad de los granos de soja y maíz, con alta humedad, almacenados en bolsas plásticas. In: CASINI C.; RODRIGUEZ J. C. Y BARTOSIK R. **Almacenamiento de granos em bolsas plásticas**. INTA Manfredi, Córdoba, 2009. p.116 – 125.
- CASINI, C. **Silo bolsa Consejos de Manejo**. Diponível em: www.prograno.org.ar/unanoticia.phpid. 2004. Acesso em: 2 fev. 2020.
- CONAB; 2020. Companhia Nacional de Abastecimento. **Tabela de levantamento abril, 2020**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 09 set. 2020.
- CONAB; 2021. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim – março de 2021 grãos**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>> Acesso em: 06 mar. 2021.
- COSTA, A.R.; FARONI, L.R.D.; ALENCAR, E.R.; CARVALHO, M.C.S.; FERREIRA, L.G. Qualidade de grãos de milho armazenados em silos bolsa. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.2, p.200-207, 2010.
- CNA, Instituto. **Relatório de inteligência: capacidade de armazenamento e escoamentoda produção agrícola 2012**. Disponível em: <<http://www.icna.org.br/sites/default/files/relatorio/RELATÓRIO DE INTELIGÊNCIA2 - Novembro 2012.PDF>>. Acesso em: 9 set. 2020.
- FARONI, L.R.A.; ALENCAR, E.R.; PAES, J.L.; COSTA, A.R.; ROMA, R.C.C. Armazenamento de soja em silos tipo bolsa. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.1, p.91-100, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000100010>
- FREITAS, R.S.; FARONI, L.R.; SOUSA, A.H.; CECON, P.R.; CARVALHO, M.S. Quality of beans stored under hermetic conditions. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.6, p.1136-1149, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000600011>.
- IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Investimentos na armazenagem de grãos**. KEEDI, Samir. Logística de Transporte Internacional. 4. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2011. 194 p.
- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. 2013**. Disponível em:

- <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301.pdf>. Acesso em: 15 out. 2014.
- JESUS, F.F.; SOUZA, R.T.G.; TEIXEIRA, G.G.S.; TEIXEIRA, I.R.; DEVILLA, I.A. Propriedades físicas de sementes de feijão em função de teores de água. **Engenharia na Agricultura**, v.21, n.1, p.9-18, 2013. <https://doi.org/10.13083/reveng.v21i1.390>
- RAMOS JUNIOR, E.U.; RAMOS, E.M.; KONZEN, L.M.; FALEIRO, V.O.; SILVA, A.F.; TARDIN, F.D. Desempenho da soja em sucessão ao consórcio de milho segunda safra com diferentes densidades de *Crotalaria spectabilis*. **Nativa**, v.7, n.6, p.649-655, 2019a. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i6.7930>
- RAMOS JUNIOR, E.U.; RAMOS, E.M.; BULHÕES, C.C. Densidade de plantas nos componentes produtivos e produtividade de cultivares de soja. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.17, n.2, p.52-56, 2019b. [10.5327/Z1677-606220202587](https://doi.org/10.5327/Z1677-606220202587)
- ROSSETTO, C.A.V.; LIMA, T.M.; GUIMARÃES, E.C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8, p.795-801, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000800010>.
- 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. **Nativa**, v.8, n.2, p.157-164, 2020. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i2.8382>
- VALDÉZ, D. Campaña 2005/06 embolsado de soja: Evaluación del almacenaje. In: CASINI C.; RODRIGUEZ J. C. Y BARTOSIK R. **Almacenamiento de granos em bolsas plásticas**. INTA Manfredi, Córdoba, 2009. p.105 – 110.