

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE PERDA DE MASSA ENTRE SEMENTES DE SOJA CONVENCIONAL E COM DIFERENTES BIOTECNOLOGIAS NO PROCESSO DE ARMAZENAGEM

SANTOS, Everton Mroczka dos¹
LAZARETTI, Norma Schlickmann²

RESUMO

A maioria das áreas de soja cultivadas no Brasil apresentam sementes com alguma biotecnologia, as quais auxiliam o produtor no manejo da cultura em relação a plantas daninhas e proteção contra as principais lagartas, entretanto, é necessário entender seu comportamento na armazenagem dos grãos. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar a perda técnica e qualidade do grão armazenado sob as mesmas condições de armazenagem durante um período de 195 dias, para variedades de soja convencional e com diferentes biotecnologias. O experimento foi conduzido na unidade de recebimento da Coopavel de Juvínópolis, Cascavel – PR, no período de setembro de 2023 a abril de 2024. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos compostos por grãos de soja de diferentes tecnologias, sendo: T1 – semente convencional (BRS 267); T2 – tecnologia RR (TMG 7262 RR); T3 – *Intacta* (BMX Zeus IPRO); T4 – *Enlist* (BMX Vênus CE) e T5 – *Intacta 2 Xtend* (ST580 i2x), e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. As variáveis avaliadas foram: peso da amostra, umidade, peso de mil grãos, proteína bruta e teor de lipídeos no início e final do período de armazenamento. Os resultados indicaram que o T4 obteve menor perda de massa, PMG e umidade e as maiores perdas técnicas foram no T2 e T3. Teor proteico teve acréscimo no T1 e o conteúdo lipídico aumentou no T3 e T5. Soja *Intacta* foi mais afetada pelo armazenamento com maior perda técnica e na qualidade dos grãos armazenados.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L.; Grãos armazenados; Quebra técnica.

COMPARATIVE EVALUATION OF MASS LOSS BETWEEN CONVENTIONAL SOYBEAN SEEDS AND THOSE WITH DIFFERENT BIOTECHNOLOGIES IN THE STORAGE PROCESS

ABSTRACT

Most soybean areas cultivated in Brazil have seeds with some biotechnology, which help the producer in managing the crop in relation to weeds and protection against the main caterpillars, however, it is necessary to understand their behavior in grain storage. In this sense, this work aimed to evaluate the technical loss and quality of grain stored under the same storage conditions over a period of 195 days, for conventional soybean varieties and those with different biotechnologies. The experiment was conducted at the Coopavel receiving unit in Juvínópolis, Cascavel – PR, from September 2023 to April 2024. The experimental design was completely randomized with five treatments composed of soybeans from different technologies, as follows: T1 – conventional seed (BRS 267); T2 – RR technology (TMG 7262 RR); T3 – Intact (BMX Zeus IPRO); T4 – Enlist (BMX Vênus CE) and T5 – Intacta 2 Xtend (ST580 i2x), and four repetitions, totaling 20 experimental units. The variables evaluated were: sample weight, humidity, weight of a thousand grains, crude protein and lipid content at the beginning and end of the storage period. The results indicated that T4 had lower mass, PMG and moisture losses and the highest technical losses were in T2 and T3. Protein content increased in T1 and lipid content increased in T3 and T5. Intact Soybeans were most affected by storage with greater technical loss and loss in the quality of the stored grains.

KEYWORDS: *Glycine max* L.; Stored grains; Technical break.

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro vem se destacando no cenário mundial, ultrapassando recordes de produção e exportação a cada safra, principalmente quando se trata da soja. Com a crescente demanda

¹ Aluno do Curso de Agronomia do Centro Universitário FAG. E-mail: everton_mroczka@hotmail.com

² Professora do Centro Universitário FAG. E-mail: norma.lazaretti@gmail.com

por alimentos, a tendência é incentivar cada vez mais a expansão da cultura da soja no Brasil, devido às suas condições climáticas e geográficas favoráveis.

Atualmente no país, das culturas de verão, a soja é a que apresenta maior crescimento em área de cultivo, com 44.072,9 milhões de hectares (Safrá 2022/23) e média de produtividade de 3.508 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024). Com os avanços tecnológicos da agricultura brasileira, a biotecnologia associada ao melhoramento genético tem contribuído para incrementar o potencial produtivo, com isso, cerca de 98 % da soja cultivada no Brasil é transgênica (CASTRO, 2022).

Dentre as biotecnologias empregadas na sojicultura brasileira, têm-se a *Roundup Ready* (RR), trata-se de uma planta geneticamente modificada que apresenta resistência ao herbicida glifosato; a soja *Intacta* RR2 PRO (IPRO), além da tolerância ao glifosato, confere a proteína *Bt* (Cry1Ac) que é responsável pela proteção contra as principais lagartas da cultura (CASTRO, 2022). Mais tarde, a soja *Enlist*, que apresenta tolerância aos herbicidas: 2,4-D sal colina, glifosato e glufosinato de amônio, e mais recente, foi lançada a *Intacta 2 Xtend* (i2x), associando a tolerância ao glifosato e ao herbicida dicamba, e três diferentes proteínas (Cry1Ac, Cry1A.105 e Cry2Ab2) que atuam no controle das principais lagartas da soja (VICENTE; SARTORI, 2022).

Com todas estas biotecnologias disponíveis no mercado para as sementes de soja e apesar dos bons resultados nas lavouras, o Brasil apresenta enormes gargalos logísticos e expressivas perdas de grãos na colheita, transporte, beneficiamento, armazenamento e expedição (PEDROZO *et al.*, 2020). Grande parte da produção de grãos é armazenada durante determinado período, a fim de evitar perdas e preservar a qualidade original, além de suprir as demandas durante a entressafra e permitir assegurar até um preço melhor (LEITE; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015).

Entretanto, durante esse período, a quebra técnica é um problema recorrente nas unidades armazenadoras, e consiste na diferença de peso entre as massas de produto depositado em uma unidade armazenadora e à massa de produto posteriormente embarcado para o destino (PEDROZO *et al.*, 2020). Para Leite, Oliveira e Oliveira (2015), essa quebra é considerada inevitável, pois é um processo intrínseco do próprio grão, porém ela pode ser maior ou menor devido a taxa respiratória dos grãos, atividade de microrganismos e insetos pragas e perda de umidade, que pode ser em função das técnicas de armazenagem utilizadas (aeração, temperatura e umidade do produto).

Além disso, relatos do setor produtivo apontam que o armazenamento da soja transgênica resulta em uma quebra técnica maior que a soja convencional, e afirmam que com a adoção da biotecnologia *Intacta* RR2, a dificuldade é ainda maior em armazenar a soja, um dos motivos pode ser a maior quantidade de grãos quebrados (“bandinhas”), resultando na maior quebra técnica (PEDROZO *et al.*, 2020).

Na literatura, estudos comparando o comportamento da soja convencional e transgênica, abordaram diferenças na produtividade (LIMA *et al.*, 2008), no custo operacional (MENEGATTI; BARROS, 2007), no teor de lignina do tegumento (GRIS *et al.*, 2010) e na qualidade fisiológica de sementes (CARVALHO *et al.*, 2012). Isso pode ser atribuído ao fato de que com a transgenia os agricultores “descuidaram” suas lavouras, aumentando assim a porcentagem de impurezas, grãos trincados e bandinhas (LEITE; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015).

No entanto, tendo em vista que as perdas precisam ser mais bem compreendidas, são necessários novos estudos para verificar se as diferentes tecnologias podem estar interferindo no processo. Assim sendo, este trabalho teve por objetivo avaliar a perda técnica e qualidade do grão armazenado sob as mesmas condições de armazenagem durante um período de 195 dias, para variedades de soja convencional e com diferentes biotecnologias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Coopavel de Juvinópolis, distrito do município de Cascavel – PR. Para realização deste trabalho foram utilizados grãos de soja convencional e transgênicas provenientes da safra 2022/2023, coletados na região oeste do Paraná e fornecidos pela Coopavel Cooperativa Agroindustrial, os quais foram armazenados na unidade de recebimento da Coopavel de Juvinópolis, distrito de Cascavel – PR, localizada a uma altitude de 650 m, no período de setembro de 2023 a abril de 2024.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos por grãos de soja de diferentes tecnologias, sendo: T1 – semente convencional (BRS 267); T2 – Tecnologia RR (TMG 7262 RR); T3 – *Intacta* (BMX 55157RSF IPRO Zeus); T4 – *Enlist* (BMX 57K58RSF CE - Vênus) e T5 – *Intacta 2 Xtend* (ST 580 i2x), ambas da safra 2022/2023.

Os grãos foram acondicionados em embalagens do tipo saco de estopa e divididos em sacos de aproximadamente 10 quilos, totalizando 4 sacas para cada tratamento, e foram alocadas em cima da massa de grãos que já estava no silo. Essas amostras foram acondicionadas nas mesmas condições com variação de temperatura entre 20 e 35 °C, a fim de mensurar e avaliar os resultados obtidos após o período de armazenagem de 195 dias.

As variáveis avaliadas foram o peso da amostra, o teor de umidade, o peso de mil grãos, proteína bruta e teor de lipídeos no início e final do período de armazenamento.

Para avaliação da perda da massa, cada amostra foi pesada antes do armazenamento e após serem armazenadas por 195 dias, fazendo um comparativo da perda de massa. Os resultados foram

expressos em gramas. O peso de mil grãos de cada amostra foi determinado, inicial e final, com contagem de oito repetições de cem sementes e pesagem em balança eletrônica devidamente certificada e calibrada com precisão de 0,0001g (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em gramas.

Para avaliar o teor de umidade de cada tratamento, foi mensurada a umidade da amostra inicial e após a armazenagem de 195 dias, por meio de aparelho medidor de umidade de grãos de bancada G939. Os resultados foram expressos em porcentagem de umidade.

As determinações proteína bruta e teor de lipídeos foram analisadas no laboratório da indústria de óleos vegetais da Coopavel, antes do armazenamento e no final do período de armazenagem. A proteína bruta foi quantificada mediante a determinação do nitrogênio total, pelo método de *Kjeldahl* conforme metodologia da *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 2000), que se baseia na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio, por digestão ácida, e em nitrogênio amoniacal por destilação em meio alcalino e posterior titulação com ácido sulfúrico. O teor de proteína bruta da amostra foi calculado mediante a multiplicação do teor de nitrogênio (g kg^{-1}) pelo fator 6,25, e o resultado expresso em porcentagem (AOAC, 2000).

O teor de lipídeos (extrato etéreo) na matéria seca foi determinado pelo método a quente segundo a metodologia da AOAC (2000), no qual o éter de petróleo usado no processo é aquecido até tornar-se volátil e, ao condensar-se, circula sobre a amostra em análise, utilizando-se do extrator Soxhlet por oito horas, arrastando toda a fração gordurosa e demais substâncias solúveis em éter, que é recuperado em outro recipiente, enquanto a gordura extraída foi calculada por diferença de pesagem, e o resultado expresso em porcentagem.

Os dados foram analisados por meio do Programa estatístico SISVAR versão 5.6, os quais foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5 % de significância (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações de perdas durante o armazenamento por 195 dias de grãos de soja, estão apresentados na Tabela 1. Os coeficientes de variação (CV %) para todos os resultados das variáveis apresentadas na Tabela 1, foram inferiores a 10 %, isso indica que os dados dos tratamentos foram homogêneos e de baixa variabilidade, segundo Pimentel-Gomes (2000).

A análise de variância não revelou efeito significativo ($p>0,05$) dos tratamentos 1, 4 e 5 em relação a variável peso da amostra, ou seja, nestes tratamentos o peso final não diferiu estatisticamente em relação ao peso inicial. Entretanto, para as variáveis respostas teor de umidade e peso de mil grãos

(PMG), em todos os tratamentos a análise de variância revelou efeito significativo ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados da avaliação de perdas durante o armazenamento de 195 dias da soja. Cascavel/PR, 2024.

Tratamentos	Peso da amostra (g)		Teor de umidade (%)		Peso de mil grãos (g)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	9798,75 a	9523,98 a	12,78 a	10,13 b	182,29 a	177,75 b
T2	10056,75 a	9715,41 b	12,70 a	9,75 b	170,04 a	164,85 b
T3	9998,50 a	9638,52b	12,58 a	9,25 b	246,15 a	236,71 b
T4	9934,25 a	9719,44 a	11,55 a	9,73 b	167,31 a	164,02 b
T5	9904,75 a	9621,55 a	12,10 a	9,63 b	192,89 a	187,93 b
Média Geral	9938,60	9643,78	12,34	9,70	191,73	186,25
CV (%)	2,16		2,37		0,45	
P-Valor	0,0001		0,0000		0,0000	
DMS	305,110		0,377		1,234	

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação; DMS – Diferença Mínima Significativa; Tratamentos: T1 – semente convencional (BRS 267); T2 – Tecnologia RR (TMG 7262 RR); T3 – *Intacta* (BMX 55157RSF IPRO - Zeus); T4 – *Enlist* (BMX 57K58RSF CE - Vênus) e T5 – *Intacta 2 Xtend* (ST 580 i2x).

Em relação ao resultado do peso da amostra em gramas, nota-se que nos grãos de soja RR (T2) e *Intacta* (T3), ocorreu uma diminuição significativa no peso de 341,3 g e 359,9 g, respectivamente, do início até o final do experimento (Tabela 1). Pedroso *et al.* (2020), realizaram uma avaliação comparativa de perda de massa entre as sojas RR¹ e RR² (*Intacta*) no processo de armazenagem, e verificaram que estatisticamente não ocorreu diferença entre as tecnologias na perda de massa durante o armazenamento, sendo que a média de perda de peso dos lotes dos 5 locais do experimento, para cada uma das tecnologias foram as mesmas.

Observou-se um decréscimo no teor de umidade nos grãos de soja convencional (T1) e nas sojas transgênicas (T2, T3, T4, T5) ao longo do período de armazenamento (Tabela 1). Os tratamentos que mais perderam água foram a soja RR (T2) e *Intacta* (T3). O teor de água nos grãos nesses tratamentos, variou de 12,7% e 12,58% base úmida (b.u.), no início do experimento e 9,75% e 9,25% b.u. depois de 195 dias de armazenamento, respectivamente.

Leite *et al.* (2015), ao avaliar a perda na qualidade do grão durante uma simulação de armazenagem de 90 dias para soja transgênica e convencional, observaram teor médio de água de 10,48% na soja convencional e 10,61% nos grãos de soja transgênicos, e não houve diferença estatística entre os materiais convencional e transgênico.

Segundo Carvalho *et al.* (2012), para realizar a comparação do comportamento de grãos de soja convencional e transgênica, é importante que o grau de umidade inicial dos tratamentos apresente

valores próximos entre si, conforme revelado na Tabela 1, uma vez que a uniformidade da umidade é fundamental para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes. Os resultados do teor de umidade final dos grãos em todos os tratamentos, apresentou abaixo dos 11% após o processo de secagem.

A viabilidade dos grãos e, conseqüentemente, sua longevidade maior ou menor, depende da interação de vários fatores, entre os quais o teor de água se destaca, pois influencia o comportamento dos grãos em diferentes situações, desde a colheita até a comercialização (LEITE *et al.*, 2015). De acordo com Rios, Abreu e Corrêa (2003), o teor de água superior ao recomendado, entre 12 e 14%, para o armazenamento seguro é uma das principais causas da perda de qualidade durante o armazenamento. Segundo esses autores, os grãos com umidade dentro dessa faixa, permanecem ao longo de todo o período de armazenagem dentro do padrão básico de comercialização.

Para o parâmetro Peso de Mil Grãos (PMG), conforme ilustrado na Tabela 1, em todos os tratamentos o armazenamento influenciou na redução do PMG. A diminuição mais acentuada foi verificada nos materiais RR (T2) e *intacta* (T3), com diferença de 5,19 g e 9,44 g, respectivamente, em relação ao PMG inicial.

Nunes (2019), ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em três diferentes temperaturas e três embalagens durante 180 dias, constatou que as sementes armazenadas em sacos não herméticos e nas temperaturas de armazenagem de 25 e 35 °C, como no caso do presente estudo, obtiveram diminuição do PMG de 7,89 g e 11,15 g, respectivamente. O referido autor, concluiu que, quanto maior a temperatura de armazenagem (35 °C), menores valores de PMG final, isso pode ser atribuído as reduções observadas ao resultado da redução da umidade e ao aumento do processo respiratório dos grãos principalmente quando armazenados em temperatura de 35 °C.

Assim, de acordo com os resultados obtidos, infere-se que, onde ocorreu a maior perda de massa e PMG também teve a maior perda de umidade, tanto para a tecnologia RR como para a tecnologia *Intacta*, podendo se afirmar neste caso, que para esses três parâmetros os resultados foram diretamente proporcionais, e que a maior perda de massa está relacionada à maior diminuição nos teores de umidade que foi mais intensa nestas duas tecnologias.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos percentuais de perdas durante o armazenamento por 195 dias de grãos de soja.

Para todos os resultados das variáveis apresentadas na Tabela 2, os CV ficaram entre 10 e 20%, dados considerados médios e razoavelmente homogêneos, segundo Pimentel-Gomes (2000). A análise de variância revelou efeito significativo ($p < 0,05$) entre os tratamentos para todas as variáveis respostas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da avaliação dos percentuais de perdas durante o armazenamento de 195 dias da soja. Cascavel/PR, 2024.

Tratamentos	Peso da amostra (%)	Teor de Umidade (%)	Peso de Mil Grãos (%)
T1	2,81 ab	20,67 ab	2,49 b
T2	3,40 a	23,23 a	3,05 ab
T3	3,60 a	26,44 a	3,83 a
T4	2,16 b	15,80 b	1,96 b
T5	2,85 ab	20,45 ab	2,57 b
Média Geral	2,96	21,32	2,78
CV (%)	17,31	14,39	19,81
p-Valor	0,0103	0,003	0,0031
DMS	1,1205	6,6992	1,2028

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação; DMS – Diferença Mínima Significativa; Tratamentos: T1 – semente convencional (BRS 267); T2 – Tecnologia RR (TMG 7262 RR); T3 – *Intacta* (BMX 55I57RSF IPRO - Zeus); T4 – *Enlist* (BMX 57K58RSF CE - Vênus) e T5 – *Intacta 2 Xtend* (ST 580 i2x).

Com relação ao peso da amostra, a soja *Enlist* (T4) obteve menor percentagem de perda de peso, 2,16%, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos ($p < 0,05$). As maiores percentagens de perdas de massa foram observadas nos tratamentos 2 e 3, sojas RR e *Intacta*, com 3,40 e 3,60% de perda, respectivamente (Tabela 2).

Quanto ao percentual de perda de umidade, foi observado o mesmo comportamento, o T4 perdeu menos água (15,80%) em relação aos demais tratamentos, enquanto T2 e T3 apresentaram as maiores perdas de umidade, 23,23 e 26,44%, respectivamente (Tabela 2).

Para a percentagem de perda do PMG, os tratamentos 1, 4 e 5 não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$) e apresentaram as menores perdas: 2,49, 1,96 e 2,57% respectivamente. Já o tratamento 3, com tecnologia *Intacta* apresentou maior perda no PMG, 3,83%, diferindo-se dos demais tratamentos.

Da mesma forma, Azevedo *et al.* (2021) avaliaram os efeitos da temperatura e do tempo sobre parâmetros de avaliação de qualidade dos grãos de soja e do óleo, em oito meses de armazenamento. Observaram que o armazenamento na temperatura de 30 °C, ocasionou perda significativa de massa de soja armazenada já a partir do quarto mês de armazenamento, e perda no PMG de 3,55%, após 8 meses armazenadas.

O PMG varia conforme o teor de água dos grãos e o processo respiratório, influenciado pelas condições climáticas de armazenamento. As variações no PMG foram mais intensas para os grãos de soja com tecnologias *Intacta* e RR, que pode ser em função da temperatura próxima de 30 °C que resultou em menor umidade relativa do ar dentro do silo e fez com que os grãos perdessem água, além de intensificar o processo respiratório, provocando maiores perdas de matéria seca e consequentemente maior quebra técnica.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos nas avaliações de proteína bruta e teor lipídeos em grãos de soja durante o armazenamento de 195 dias.

Tabela 3 – Resultados da avaliação de proteína bruta e teor de lipídeos durante o armazenamento de 195 dias da soja. Cascavel/PR, 2024.

Tratamentos	Proteína bruta (%)		Teor de lipídeos (%)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	31,57 b	34,01 a	21,13 a	16,33 b
T2	31,91 a	30,80 b	23,57 a	21,06 b
T3	31,58 a	30,49 b	21,02 b	22,89 a
T4	31,81 a	29,31 b	20,94 a	19,86 b
T5	35,29 a	28,40 b	17,93 b	21,31 a
Média Geral	32,43	30,6	20,92	20,29
CV (%)	2,24		1,92	
p-Valor	0,0000		0,0000	
DMS	1,02		0,57	

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação; DMS – Diferença Mínima Significativa; Tratamentos: T1 – semente convencional (BRS 267); T2 – Tecnologia RR (TMG 7262 RR); T3 – *Intacta* (BMX 55157RSF IPRO - Zeus); T4 – *Enlist* (BMX 57K58RSF CE - Vênus) e T5 – *Intacta 2 Xtend* (ST 580 i2x).

Observando-se os dados apresentados na Tabela 3, verifica-se que tanto para proteína bruta quanto para o teor de lipídeos o CV % ficou abaixo de 10%, com boa homogeneidade e baixa variabilidade, de acordo com Pimentel-Gomes (2000). Para ambos os parâmetros, a análise de variância revelou efeito significativo ($p < 0,05$) entre os resultados obtidas na análise inicial e final em todos os tratamentos.

Em relação ao resultado de proteína bruta (%), as os valores médios iniciais variaram de 31,57% (T1) a 35,29% (T5) e os valores médios finais variaram de 34,01% (T1) a 28,40% (T5). Para todos os tratamentos houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o resultado inicial e final.

Foi observado uma redução nos valores de proteína bruta em todos os tratamentos ao longo do tempo (Tabela 3), exceto para a soja convencional (T1), que apresentou um comportamento diferente dos demais tratamentos, com aumento de 7,72% no teor proteico após armazenamento por 195 dias. Já o T5, soja com tecnologia *Intacta 2 Xtend*, apresentou maior variação entre o resultado inicial e final, com uma diminuição de 19,52% no teor de proteína bruta após o armazenamento.

Essa redução nos resultados, também foi encontrada por Schoeninger *et al.* (2018), que ao avaliar o teor de proteína da soja durante armazenamento em silo bolsa, obtiveram teor médio de proteína dos grãos de 36,92%, observando-se maiores conteúdos no início da armazenagem quando comparados ao período final de avaliação (125 dias), essa redução representou 12% em relação ao valor inicial.

Em contrapartida, Azevedo *et al.* (2021) observaram que nas diferentes temperaturas de armazenamento (18, 24 e 30°C) houve preservação do teor de proteínas (%), durante os oito meses do experimento, pois não ocorreu diferenças estatisticamente significativas.

Segundo Mandarinó *et al.* (2018), para a produção de farelos proteicos de soja destinados à produção de ração principalmente para aves e suínos, é necessário que o teor de proteínas nos grãos seja de no mínimo 35%. Quando os teores de proteínas nos grãos de soja são menores que 35%, a indústria precisa realizar uma etapa adicional no processamento, que envolve o descasque dos grãos para aumentar o teor de proteínas nos farelos, o que resulta em maiores custos de produção. Diante disso, observa-se neste trabalho que, após o período de armazenagem por 195 dias, nenhum tratamento teve o valor médio final de proteína igual ou superior a 35%.

No que se refere aos resultados iniciais e finais da análise do teor de lipídeos (%) das amostras, as médias variaram de 21,13% (T1) a 17,93% (T5) e 16,33% (T1) a 21,31% (T5), respectivamente. Todas as médias iniciais e finais dos tratamentos apresentaram diferença entre si de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Todos os tratamentos mostraram uma redução no teor de lipídeos ao longo do tempo, exceto as sojas *Intacta* (T3) e *Intacta 2 Xtend* (T5) (Tabela 3).

Os dados apresentados indicam que há diferenças estatisticamente significativas tanto nos níveis de proteína bruta quanto nos teores de lipídeos entre os tratamentos ao longo do tempo. As sementes de soja convencional destacaram-se por aumentar a proteína bruta em 7,72% e reduzir significativamente em 22,71% o teor de lipídeos. Enquanto as sojas *Intacta* e *Intacta 2 Xtend* apresentaram redução de 3,45% e 19,52% no teor proteico, respectivamente, e alta retenção de lipídeos, um incremento na ordem de 8,89% e 18,85%, respectivamente. No caso da soja *Intacta* (T3), a diminuição da proteína e aumento de lipídeos, pode ter sido em função da maior perda de massa, umidade e PMG. Na literatura não foram encontrados estudos relatando haver maior concentração lipídica ao longo do armazenamento apenas redução ou preservação do teor inicial.

Azevedo *et al.* (2021) verificaram que os teores de lipídeos são afetados pela temperatura e pelo tempo de armazenamento, e a intensidade dos efeitos variam conforme a temperatura de armazenagem. Em 24°C e 30°C, esses autores perceberam que houve perdas significativas ao final do primeiro quadrimestre, e as perdas continuaram após esse tempo. Enquanto no armazenamento em 18°C observaram preservação do teor de lipídios até os oito meses de armazenagem.

Alencar *et al.* (2009), em seus estudos sobre a qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições, observaram que a diminuição do teor de lipídios somente foi significativa quando os grãos foram armazenados com teor de água de 14,8% nas temperaturas de 30 e 40°C. Infere-se desta forma que, a degradação de lipídios ocorre durante o armazenamento, principalmente

em grãos expostos a temperatura próxima dos 30 °C, em virtude de processos bioquímicos, como a respiração, ou processos de oxidação.

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que a soja com biotecnologia *Enlist* (T4) apresentou menor percentagem de perda de massa, PMG e umidade. Ao passo que as maiores perdas técnicas foram nas sojas RR (T2) e *Intacta* (T3).

A soja convencional teve aumento no teor de proteína e decréscimo acentuado de lipídeos, enquanto as sojas *Intacta* e *Intacta 2 Xtend* apresentaram comportamento inverso.

Dessa forma, pode-se considerar que a biotecnologia *Intacta* foi mais afetada pelo armazenamento, pois teve maior perda técnica e alteração na qualidade de grãos armazenados.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 606–613, 2009.

AOAC - Association of Official Analytical Chemist International. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17.ed. Gaithersburg (MD), 2000. 1170 p.

AZEVEDO, P. A.; ZÜGE, L.; OSTERBERG, G. H.; SILVA, P. S.; PASA, M. S.; ELIAS, M. C. Efeitos da temperatura e do tempo de armazenamento sobre parâmetros de qualidade de grãos e de óleo de soja. In: Congresso de iniciação científica. 30., 2021. Pelotas – RS. **Anais 7ª Semana Integrada**, Pelotas: UFPEL, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, Mapa / ACS, p.399, 2009.

CARVALHO, T. C.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; OHLSON, O. C.; PANOBIANCO, M. Comparação da qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e de sua derivada transgênica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 164-170, 2012.

CASTRO, L. **Biotecnologias embarcadas na semente de soja**. 3tentos. Abril de 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. v. 11. Safra 2023/2024, n. 8 – Oitavo levantamento. Brasília, maio de 2024. 139 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

- GRIS, C. F.; VON PINHO, E. V. R.; ANDRADE, T.; BALDONI, A.; CARVALHO, M. L. M. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 374-381, 2010.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. **Circular Técnica**, 136. EMBRAPA: Londrina, PR, maio de 2018.
- LEITE, E. S.; OLIVEIRA, C. M. G.; OLIVEIRA, M. A. Perdas na qualidade dos grãos de soja convencional e transgênica durante o armazenamento. **Paraná Cooperativo Técnico e Científico**, v. 11, ed. esp. 11, n. 128, p. 37-47, 2015.
- LIMA, W. F.; PÍPOLO, A. E.; MOREIRA, J. U. V.; CARVALHO, C. G. P.; PRETE, C. E. C.; ARIAS, C. A. A.; OLIVEIRA, M. F.; SOUZA, G. E.; TOLEDO, J. F. F. Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 729-736, 2008.
- MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A.; BENASSI, V. T.; LORINI, I.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, F. A.; HIRAKURI, M. H. Teor de proteína em grãos de soja coletados nas principais regiões produtoras do Brasil nas safras de 2014/15 a 2016/17. In: Conferência brasileira de pós-colheita, 7., 2018. Londrina – PR. **Anais...** Londrina – PR, 2018.
- MENEGATTI, A. L. A.; BARROS, A. L. M. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 1, p. 163-183, 2007.
- NUNES, C. F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em diferentes temperaturas e embalagens**. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha e da Universidade Federal do Pampa, Alegrete, RS, 2019.
- PEDROZO, E. C. O.; WESSLER, E. J.; PEDROZO, J. C. S.; OLIVEIRA, M. A.; SHAWARSKI, M.; VILELA, U. F. S. Avaliação comparativa de perda de massa entre as sojas RR¹ e RR² (intacta) no processo de armazenagem. **Paraná Cooperativo Técnico e Científico**, v. 15, ed. esp. 24, p. 06-25, 2020.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba, SP: Degaspari, 2000. 477p.
- RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A.D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p.39-45, 2003.
- SCHOENINGER, V.; PINTO, V. D.; OLIVEIRA, M. A.; NICIPORENCO NETO, A. Teor de proteína da soja durante armazenamento em silo bolsa. In: Conferência brasileira de pós-colheita, 7., 2018. Londrina – PR. **Anais...** Londrina – PR, 2018.
- VICENTE, D. M.; SARTORI, K. A. **Biotechnology na cultura da soja**. Mais soja, março de 2022.