

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA**

RUBENS TASSO RUTHES CATTELAN

**IDENTIFICAÇÃO DO PERÍODO DE REPOUSO FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE
SOJA APÓS O ARMAZENAMENTO EM BAIXO OXIGÊNIO.**

LARANJEIRAS DO SUL

2023

RUBENS TASSO RUTHES CATTELAN

**IDENTIFICAÇÃO DO PERÍODO DE REPOUSO FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE
SOJA APÓS O ARMAZENAMENTO EM BAIXO OXIGÊNIO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de bacharel em Agronomia pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

Orientador: Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto

LARANJEIRAS DO SUL

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Cattelan, Rubens Tasso Ruthes
IDENTIFICAÇÃO DO PERÍODO DE REPOUSO FISIOLÓGICO DAS
SEMENTES DE SOJA APÓS O ARMAZENAMENTO EM BAIXO OXIGÊNIO
/ Rubens Tasso Ruthes Cattelan. -- 2023.
30 f.

Orientador: Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

I. Pinto, Josuel Alfredo Vilela, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

RUBENS TASSO RUTHES CATTELAN

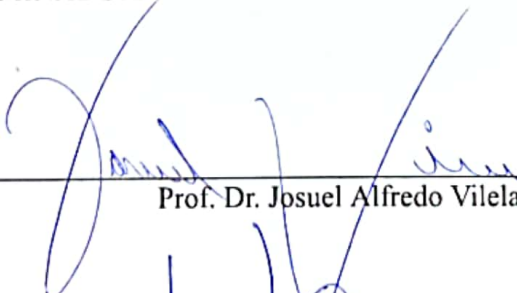
**IDENTIFICAÇÃO DO PERÍODO DE REPOUSO FISIOLÓGICO DAS
SEMENTES DE SOJA APÓS O ARMAZENAMENTO EM BAIXO OXIGÊNIO.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR)


Orientador: Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em 12/12/2023.

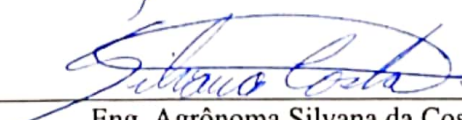
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto



Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome



Eng. Agrônoma Silvana da Costa

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, por me permitir chegar até aqui e possibilitar mais essa conquista.

Aos meus pais e toda minha família que me deram incentivo e apoio durante esse período.

Aos meus amigos Lucas Luzviak, Luiz Gabriel de Moura, Anderson Sobutka e João Matheus Sikora pelas boas risadas, aventuras e ajudas durante o curso.

A minha namorada Nayara Mello, e meu cunhado João Luiz que também me ajudaram e também fizeram parte dessa caminhada.

Ao meu professor e orientador Josuel Alfredo Vilela Pinto por se dispor a me orientar e também pelos conselhos, pelas cobranças e pela confiança na elaboração desse projeto.

RESUMO

A soja é uma das culturas de grande importância para a economia do Brasil, seu cultivo é amplamente difundido em quase todas as regiões do Brasil, sendo assim o armazenamento das sementes é de grande importância para a produtividade, portanto é de suma importância estudos na área de armazenamento visando manter a qualidade das sementes por mais tempo. Esse trabalho teve como objetivo a avaliação do período pós armazenamento da viabilidade das sementes de soja. As sementes foram armazenadas por 164 dias a $<1,0\text{kPA}$ de O_2 . Para avaliar a qualidade das sementes, após o armazenamento foram utilizados os parâmetros: Germinação, Condutividade elétrica, umidade, teste de tetrazólio, índice de velocidade de emergência e comprimento de raiz. Os parâmetros foram avaliados em 3 etapas: Antes do armazenamento, após a abertura da câmara aos 164 dias e após a abertura da câmara aos 2,4,6 e 8 dias de exposição à atmosfera ambiente a 20°C . Os resultados foram comparados pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. Segundo os resultados, o armazenamento sob baixo oxigênio mostrou-se eficiente quanto a manutenção do vigor de sementes, e o período após o armazenamento em que há melhor viabilidade das sementes se dá após 8 dias em atmosfera natural a 20°C . No entanto, recomenda-se novos trabalhos para identificar o repouso fisiológico.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 IMPORTÂNCIA DA SEMENTE DE SOJA	10
2.2.1 ARMAZENAMENTO EM BAIXO O ₂ E RESPIRAÇÃO	11
2.2.2 EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO E HISTERESE	12
2.2.3 FORMAS DE ÁGUA NA SEMENTE	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	14
3.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	14
3.3 AVALIAÇÕES E ANÁLISES.....	15
3.3.1 UMIDADE	15
3.3.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	15
3.3.3 TETRAZÓLIO.....	15
3.3.4 PESO DE 1000 SEMENTES	16
3.3.5 GERMINAÇÃO.....	16
3.3.6 COMPRIMENTO DE RAIZ	16
3.3.7 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE).....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 UMIDADE	18
4.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	19
4.3 TETRAZÓLIO.....	20
4.4 PESO DE 1000 SEMENTES.....	21
4.5 COMPRIMENTO DE RAIZ.....	22
4.6 GERMINAÇÃO.....	23
4.7 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA.....	25
5.CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1.INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max (L.)*) tem se destacado como a cultura de maior crescimento no Brasil. A estimativa de produção para a safra de soja deverá atingir 162,4 milhões de toneladas, com um crescimento de 2,8% na área a ser semeada, o que ainda consolida o Brasil como o maior produtor mundial da oleaginosa (CONAB, 2023).

A soja é notável por ser uma fonte altamente eficaz de proteína, que desempenha um papel crucial na produção de carnes, laticínios e ovos, oferecendo benefícios econômicos substanciais. Cerca de 15% da produção de soja em grãos é direcionada para a fabricação de óleo, e mais de 70% da matéria-prima utilizada na produção de biodiesel no Brasil provém da soja. Isso ressalta a notável importância dessa cultura (APROSOJA, 2013).

A soja possui em sua constituição bastante lipídios, fator que faz com que seja de muita importância sua utilização como matéria prima, porém por outro lado, acaba dificultando seu armazenamento já que perde sua viabilidade com mais rapidez, quando comparada com outras espécies. Devido a essa particularidade, na pós-colheita, é crucial compreender como as sementes se comportam quando armazenadas, pois diversos fatores devem ser considerados ao tomar decisões relacionadas à preservação da qualidade (SMANIOTTO et al., 2014).

A necessidade de armazenar sementes surge como uma consequência da produção, com o objetivo de conservá-las entre uma safra e outra. Estudos demonstram que o número de armazéns construídos está em constante crescimento, tanto em empresas quanto nas propriedades dos agricultores. Essa prática visa garantir maior segurança e preservação da qualidade das sementes (SANTANA, 2014)

A técnica de armazenamento em atmosfera com baixo teor de oxigênio envolve a redução da concentração de oxigênio para níveis que variam de 0,0 Kpa a 2,0 Kpa. Esse processo tem o efeito de diminuir a taxa de respiração e metabolismo das sementes, resultando em uma degradação menor dos produtos armazenados. Isso é particularmente relevante, uma vez que as sementes continuam a realizar seu processo respiratório após a colheita, consumindo oxigênio e liberando dióxido de carbono. Além de reduzir a atividade metabólica das sementes, a atmosfera com baixo teor de oxigênio pode ser uma eficaz ferramenta no controle de pragas e doenças, sem a necessidade de recorrer a produtos químicos (GDAK, 2019).

Portanto, o emprego da técnica de atmosfera com baixo teor de oxigênio tem a capacidade de preservar a qualidade das sementes de soja armazenadas, especialmente no que diz respeito ao parâmetro de vigor. Essa abordagem supera a conservação em condições naturais, reduzindo a perda de vigor e, como resultado, pode diminuir a perda de produção e produtividade.

Diante disso, o objetivo foi avaliar o período, após o armazenamento em baixo oxigênio, em que as sementes de soja saem do repouso fisiológico causado pelo armazenamento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA DA SEMENTE DE SOJA

Originária da China e pertencente à família Fabaceae, a soja (*Glycine max*) foi introduzida no Brasil em 1882. Seu cultivo ganhou ampla disseminação no cerrado brasileiro na década de 1980, desempenhando um papel crucial no crescimento econômico dos estados de Mato Grosso e Goiás. A demanda pelo grão tem aumentado consistentemente, (CONAB, 2019). Na safra 2018/2019, houve um aumento de 1,9% na área plantada. No entanto, devido às adversidades climáticas, a produção registrou uma redução de 3,6% em comparação com a safra 2017/2018, totalizando 115 milhões de toneladas de grãos produzidos.

Durante a safra 2017/2018 no Brasil, constatou-se que apenas 70% da área cultivada foi destinada ao uso de sementes certificadas (CONAB, 2019). É interessante observar que em regiões com temperaturas mais baixas, a proporção de utilização de sementes certificadas foi de apenas 45%, enquanto em regiões de temperaturas mais elevadas, essa taxa atingiu 80%. Essa discrepância é explicada pela complexidade que as regiões mais quentes enfrentam para preservar o potencial fisiológico, sanitário e físico das sementes durante o armazenamento (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Devido às suas características bromatológicas, a soja apresenta uma elevada procura tanto na alimentação animal, na forma de rações, quanto na alimentação humana. Sua utilização na fabricação de alimentos é extensivamente adotada, uma vez que sua composição proteica assemelha-se à proteína animal, contendo aminoácidos essenciais (SOUZA et al., 2010).

A produção de sementes de soja é um processo com bastante rigor, vai além do cultivo em campo, tornando-se um processo mais complexo em comparação com a produção de grãos. Os campos dedicados à produção de sementes são submetidos a controles rigorosos de pragas e doenças, com registros e acompanhamento por técnicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e pelas próprias empresas de sementes (CONAB, 2020)

Após a colheita, as sementes são encaminhadas para as Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS), onde passam por uma série de testes laboratoriais para autenticação da sanidade e qualidade fisiológica. Este processo inclui etapas como

limpeza, secagem, classificação, resfriamento, ensacamento e armazenamento. Conforme dados da Associação Brasileira dos Produtores de Sementes de Soja (ABRASS, 2016), apenas de 40% a 50% do que é colhido nos campos de produção é classificado como semente, enquanto o restante é destinado à venda como grão comum.

As empresas produtoras de sementes de soja desempenham um papel central, conectando todos os elos da cadeia. Elas recebem material das empresas obtentoras, multiplicam-no e disponibilizam sementes de alta qualidade aos agricultores, seja através de revendedores ou vendas diretas. Esse processo de produção de sementes é fundamental para garantir o fornecimento de material genético de qualidade aos agricultores e impulsionar a produtividade na agricultura de soja (CONAB, 2020).

O processo de produção de sementes se desenrola de maneira antecipada, ocorrendo durante o curso de uma safra em andamento. Durante esse período, ocorre o beneficiamento das sementes que serão utilizadas na safra subsequente. Esse procedimento envolve a seleção das melhores variedades e testes de novos materiais que serão introduzidos no mercado.

2.2.1 ARMAZENAMENTO EM BAIXO O₂ E RESPIRAÇÃO

O armazenamento em baixo oxigênio é uma técnica onde a concentração é reduzida a valores entre 0,0kPa a 2,0kPa, assim diminuindo a respiração e deterioração de suas reservas.

Além da redução do metabolismo das sementes, o armazenamento em baixo oxigênio pode também colaborar para o controle de pragas e doenças, assim reduzindo, ou até retirando o uso de produtos químicos (GDAK, 2019).

Se o armazenamento for realizado sob condições ideais, utilizando de controle de temperatura e umidade simultaneamente, com a diminuição da concentração de oxigênio, as sementes podem preservar o seu vigor e qualidade fisiológica por um período maior. A armazenamento em atmosfera controlada com baixo oxigênio, utiliza em conjunto a diminuição de temperatura, umidade relativa e baixa concentração de oxigênio. Este sistema impede a interferência de gases externos que podem alterar o ambiente de armazenamento das sementes, tendo, assim uma menor taxa de respiração e como consequência uma menor deterioração das sementes armazenadas (SOARES, 2019).

Um fator que determina a eficiência do armazenamento é a respiração, nas sementes armazenadas é um processo complexo que é influenciado por vários fatores, incluindo temperatura, umidade e a presença de oxigênio.

Mesmo em condições de armazenamento, as sementes continuam a realizar respiração basal. Isso envolve a conversão de nutrientes armazenados, como amidos, em energia utilizável pela célula. O consumo de oxigênio durante a respiração é uma medida importante da atividade metabólica das sementes, o nível de consumo de oxigênio pode variar com a espécie da planta, condições de armazenamento e o grau de maturidade das sementes. Como subproduto do processo respiratório, as sementes liberam dióxido de carbono, sendo a medição da produção de CO₂ também uma maneira de avaliar a taxa respiratória.(BRADFORD, 1998).

A respiração das sementes durante o armazenamento pode afetar a viabilidade ao longo do tempo. Já que, sementes de diferentes espécies têm tolerâncias diferentes a armazenamento prolongado devido a sua taxa de respiração, metabólica e consumo de suas reservas , e isso pode influenciar a vida útil durante o armazenamento.

2.2.2 EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO E HISTERESE

As sementes tendem a atingir um equilíbrio de umidade em relação à umidade relativa do ar, dependendo da temperatura (CORRÊA et al., 2006). Esse ajuste entre a umidade da semente e a umidade relativa do ar é chamado de equilíbrio higroscópico e ocorre quando a semente absorve ou libera umidade, dependendo da umidade relativa do ar presente nos espaços entre a massa de sementes.

A histerese refere-se à discrepância entre a quantidade de água absorvida (adsorção) e a quantidade perdida por transpiração (dessorção). É crucial ter compreensão desses parâmetros no contexto do armazenamento, visando manter um equilíbrio adequado entre a umidade da semente e a umidade relativa do ar. Isso busca alcançar um equilíbrio higroscópico, prevenindo que a semente absorva água do ambiente (GDAK, 2019; WILLENS, 2016; SAMAPUNDO et al., 2007; TUNC e DUMAN, 2007).

2.2.3 FORMAS DE ÁGUA NA SEMENTE

As sementes contêm duas formas distintas de água em sua composição: água livre e água de constituição. A água livre refere-se à água absorvida, que preenche os espaços entre as células e poros, e à água adsorvida, que está retida devido à atração molecular. Essa água pode ser facilmente removida pelo calor. Por outro lado, a água de constituição está quimicamente ligada às células da semente, sendo mais difícil de ser removida, mesmo com calor (BRAGANTINI, 2005).

Compreender as diferentes formas de água presente nas sementes é fundamental para entender suas atividades fisiológicas. O teor elevado de água nas sementes acelera o metabolismo, iniciando a divisão celular e, conseqüentemente, o processo de germinação. Isso destaca a importância de equilibrar adequadamente o teor de água para garantir o desenvolvimento saudável das plantas a partir das sementes (GDAK, 2019)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na cidade de Laranjeiras do Sul - Paraná, nos laboratórios de pós-colheita e agroclimatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

3.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

As sementes foram obtidas com a cooperativa Coprossel, sendo essas da variedade Zeus, as sementes foram armazenadas dia 29/04/2023 sob $<1,0\text{kPa}$ de oxigênio em uma câmara de armazenamento através do fluxo contínuo de nitrogênio, as sementes ficaram armazenadas por um período de 164 dias, tendo as análises sido feitas antes do armazenamento (28/04/23), na saída da câmara de armazenamento 10/10/23 e posteriormente a cada 2 dias durante 8 dias finalizando dia 18/10/23.

Os parâmetros para determinar a qualidade das sementes foram realizados em 6 etapas. A primeira antes do armazenamento, a segunda na saída da câmara de armazenamento e as posteriores foram realizadas a cada dois dias de exposição a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. a partir da saída da câmara as análises tiveram como objetivo identificar o período em que há maior viabilidade pós armazenamento e um possível “repouso fisiológico”. Portanto, para avaliação foram realizados os seguintes parâmetros: germinação, tetrazólio, umidade, índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz, peso de 1000 sementes e condutividade elétrica. Estes parâmetros seguiram as normas estabelecidas pela Regra para Análise de Sementes (RAS) e serão descritas abaixo:

3.3 AVALIAÇÕES E ANÁLISES

3.3.1 UMIDADE

No teste de umidade foram realizados 4 repetições nas quais foram dispostas duas camadas de sementes colocadas em cadinhos, cobrindo todo o fundo, e então as sementes foram pesadas e levadas à estufa com circulação de ar forçado a 105°C por 24hs ou até atingirem peso constante. Após a retirada da estufa as sementes são novamente pesadas e também pesado o recipiente vazio, e então é realizado o cálculo de umidade que dará resultado expresso em porcentagem. % de umidade = $100 \times (P_i - p_f) / (p_f - T)$ P_i = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida; p_f = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca; t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

3.3.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

No teste de condutividade elétrica foram utilizadas 6 repetições de 50 sementes, oriundas da porção de sementes puras, as sementes são pesadas e colocadas em um becker, posteriormente é adicionado 75ml de água deionizada e colocados em uma BOD em uma temperatura 25°C por 24 horas, e após esse período foi realizado a medição da condutividade elétrica utilizando um Condutímetro (CG 1800).

3.3.3 TETRAZÓLIO

O teste foi realizado com amostras de 200 sementes, divididas em 4 repetições de 50 sementes. As sementes foram pré condicionadas, em rolo de papel germitest umedecido a 2,5 vezes o peso do substrato, por 16 horas, à temperatura de 25°C, visando a embebição lenta das sementes de modo a estimular o processo de germinação e o preparo das mesmas. Concluído esse período, as sementes foram colocadas em um Becker e imersas em solução de tetrazólio preparado na concentração de 0,075%. Posteriormente foi levada a uma BOD, com temperatura entre de 40-45 °C, por 3 horas até atingirem a coloração ideal para avaliação. Após esse procedimento as sementes foram retiradas da BOD, lavadas em água corrente, e posteriormente avaliadas em viáveis e não viáveis.

3.3.4 PESO DE 1000 SEMENTES

Para a análise do peso de mil sementes, foi realizada a pesagem de 8 repetições de 100 sementes, obtidas da porção de sementes puras posteriormente calculado a média e multiplicado por 10 (BRASIL, 2013).

3.3.5 GERMINAÇÃO

Foi realizado com 6 repetições de 50 sementes, em rolo de papel tipo "Germitest", adicionando a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, e então inseridas na câmara de germinação 25°C . As contagens foram realizadas do quinto ao nono dia após a semeadura, no qual foram avaliadas em plântulas normais, anormais, mortas e dormentes, seguindo os critérios da RAS.

3.3.6 COMPRIMENTO DE RAIZ

Foi realizado seguindo o mesmo princípio do teste de germinação, diferenciando-se por utilizar 10 sementes e realizando a medição da raiz de plântulas normais no 8º dia após a semeadura.

3.3.7 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE)

Este teste foi conduzido com 4 subamostras de 50 sementes, montado em bandejas de fundo furado, contendo areia como substrato. A areia utilizada foi autoclavada a 105°C por 24 horas. Foram observadas plantas germinadas até o 9º dia após a implantação, As leituras ocorreram por meio de anotações diárias do número de plântulas emergidas até 2 cm do solo. Posteriormente, foram calculados as porcentagens de germinação e o índice de velocidade de emergência (IVE) de cada tratamento.

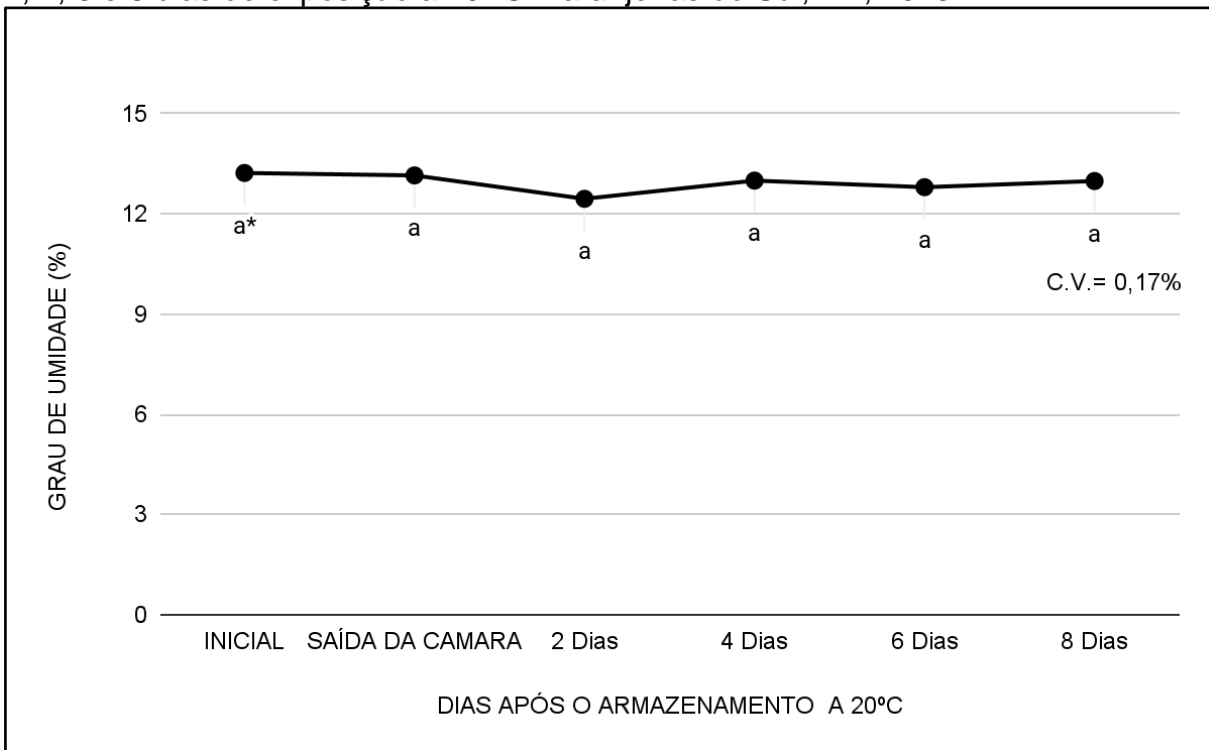
O IVE foi calculado pela fórmula: $IVE = E1/N1 + E2/N2 + EN/NN$ onde; E1, E2 e EN = número de plântulas emergidas na primeira, na segunda e na última contagem. N1, N2 e NN = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 UMIDADE

O grau de umidade ao término do período de armazenamento (Gráfico 1) mostra que as sementes foram armazenadas em condições adequadas, à ponto de atingirem o equilíbrio higroscópico com umidade próximo à 12%, ficando dentro das condições consideradas ótimas para o armazenamento prolongado, que é de até 13% de umidade (PUZZI, 2000), dessa forma, mostrando que a umidade não foi um fator de interferência na qualidade das sementes.

Gráfico 1: Grau de umidade (%) das sementes de soja: a) antes do armazenamento (análise inicial); b) após 164 dias de armazenamento a $<1,0\text{kPa}$ de O_2 . na saída da câmara e aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição a 20°C . Laranjeiras do Sul, PR, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

(*) Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade de erro.

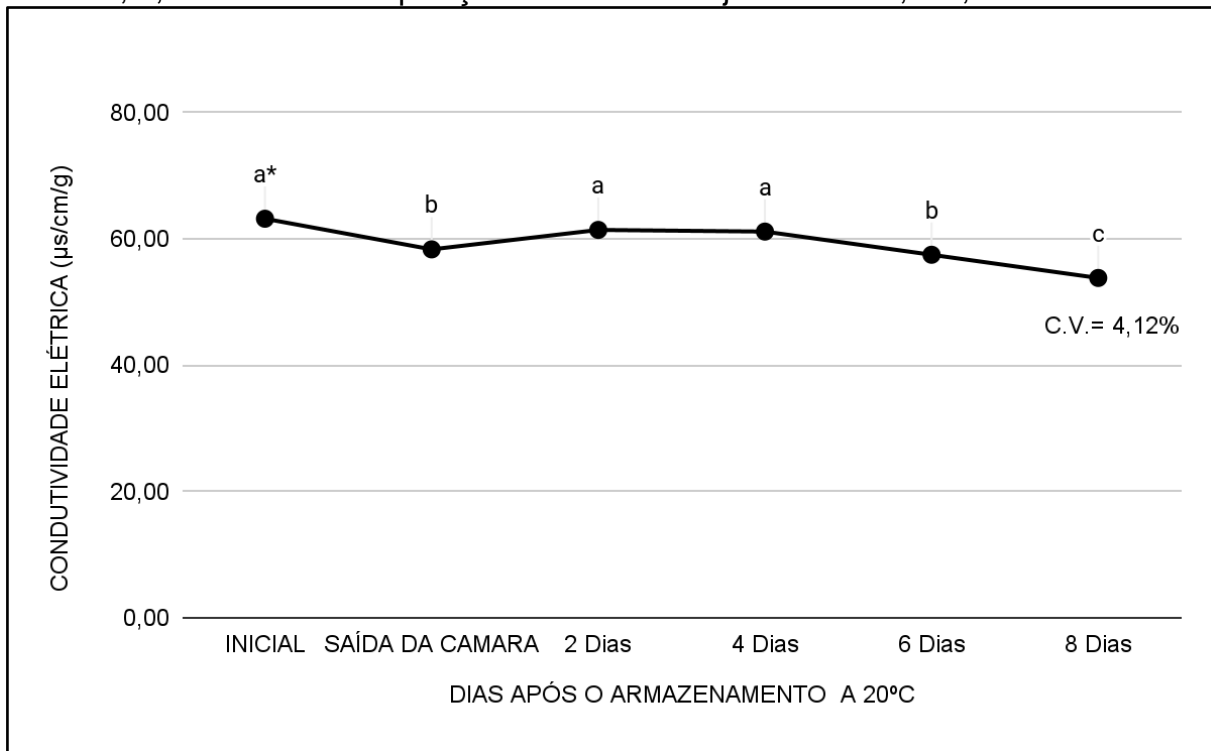
C.V.= Coeficiente de variação (%).

4.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica (Gráfico 2) determina a quantidade de solutos lixiviados da membrana das sementes em direção a solução de água deionizada. Foi observada diferença significativa na condutividade elétrica entre os tratamentos, em que houve uma diminuição durante a saída da câmara e aos 6 e 8 dias de exposição a 20°C.

Com base nos dados obtidos, é notável uma melhora na estabilidade das membranas após o armazenamento em baixo oxigênio e também após 6 e 8 dias de exposição à atmosfera natural. Indicando que o armazenamento atuou na manutenção da qualidade das membranas e também o período de exposição em atmosfera natural manteve a qualidade das sementes, mantendo a quantidade de solutos lixiviados baixa. Gdak (2019) realizou um experimento com feijão tuiuiu no qual observou que sementes armazenadas em baixo oxigênio tem uma menor taxa de lixiviação de solutos quando comparados a outros tipos de armazenamento.

Gráfico 2: Condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$) das sementes: a) antes do armazenamento (análise inicial); b) após 164 dias de armazenamento a $<1,0\text{kPa}$ de O_2 . na saída da câmara e aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição a 20°C . Laranjeiras do Sul, PR, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

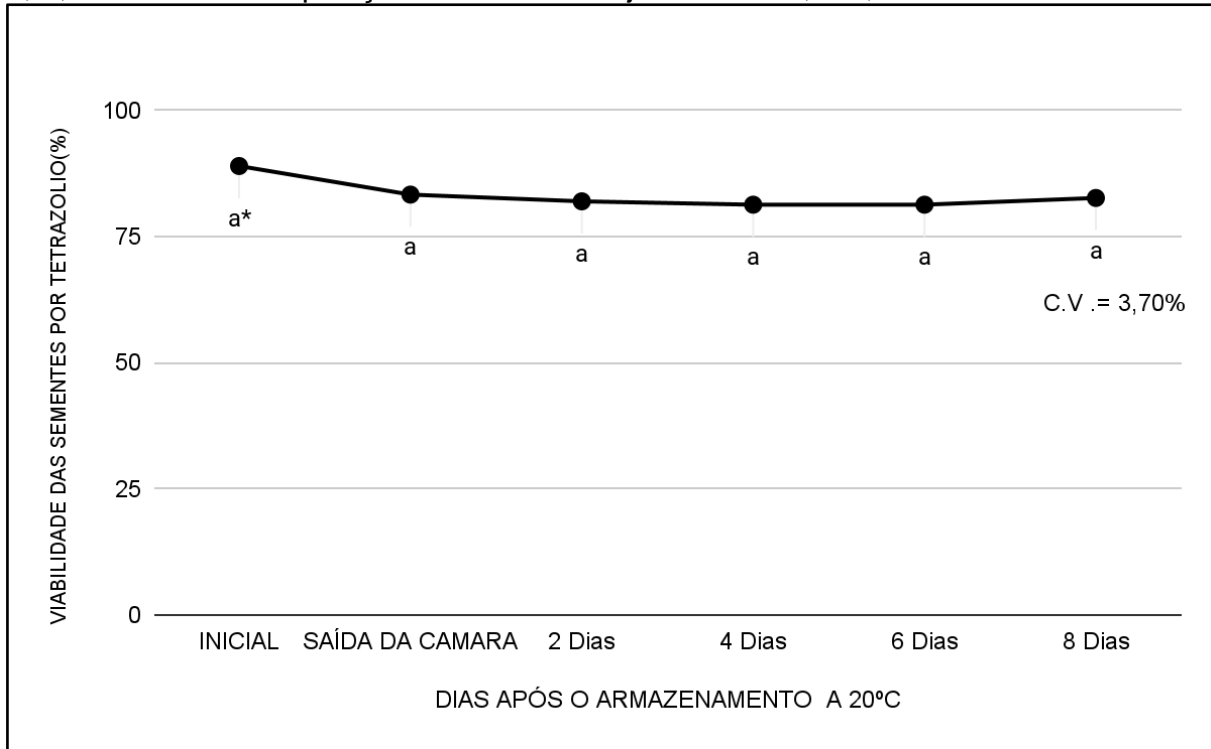
(*) Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade de erro.

C.V.= Coeficiente de variação (%).

4.3 TETRAZÓLIO

O teste de tetrazólio apresenta em porcentagem, a quantidade de sementes viáveis, através da coloração pela solução de trifênil tetrazólio (Gráfico 3). Para o teste de tetrazólio não houve diferença estatística entre os períodos de avaliação indicando que o armazenamento em baixo oxigênio, atuou na manutenção da viabilidade das sementes de soja e não foi notado repouso fisiológico das sementes. Willens (2016) realizou o armazenamento de sementes de milho por um período de 6 meses, onde os tratamentos com baixo oxigênio obtiveram resultados próximos aos iniciais, diferindo estatisticamente do armazenamento em atmosfera ambiente os quais tiveram uma perda considerável de viabilidade.

Gráfico 3: Viabilidade por tetrazólio (%) das sementes: a) antes do armazenamento (análise inicial); b) após 164 dias de armazenamento a $<1,0\text{kPa}$ de O_2 . na saída da câmara e aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição a 20°C . Laranjeiras do Sul, PR, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

(*) Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade de erro.

C.V.= Coeficiente de variação (%).

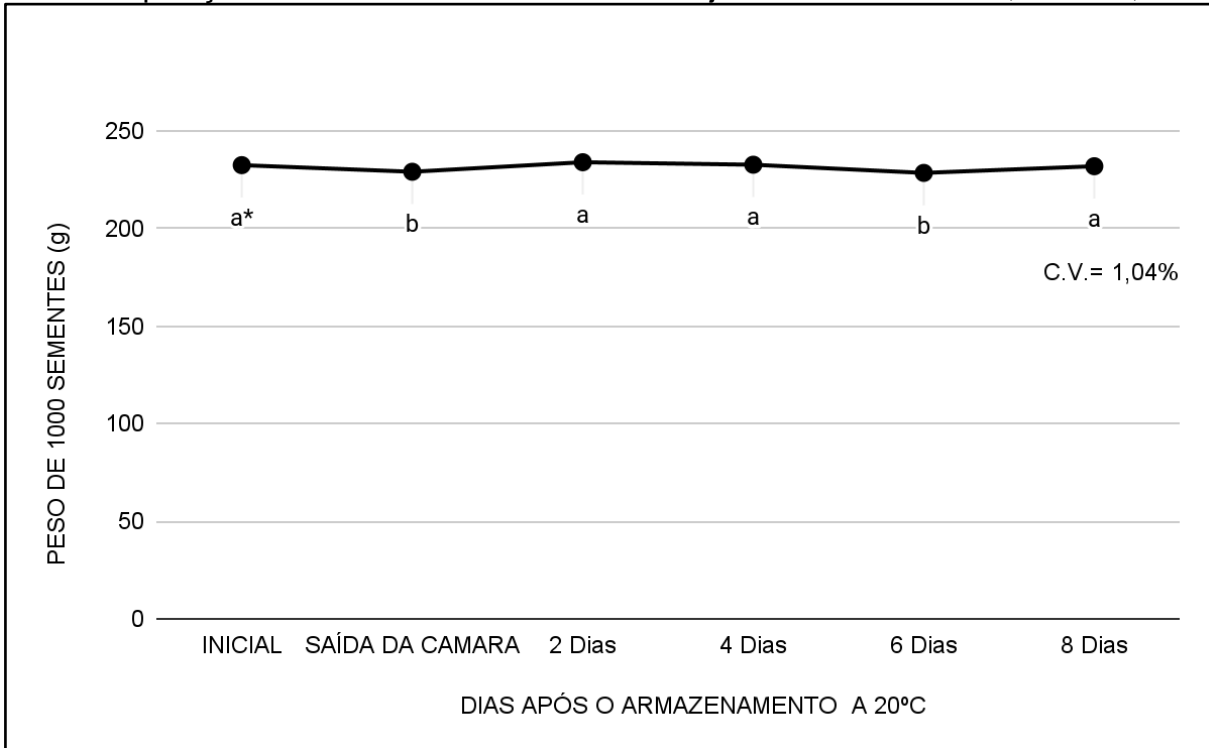
4.4 PESO DE 1000 SEMENTES

O peso de 1000 sementes manteve-se por volta das 230g durante o período do experimento, ocorrendo pequenas variações durante a saída da câmara e durante o 6º dia após a retirada da câmara, retornando aos parâmetros iniciais aos 8 dias de exposição a 20°C .

Os resultados obtidos mostram que o armazenamento atuou na manutenção do peso das sementes já que não houve diferença significativa entre o peso inicial com o peso ao final do experimento, ocorrendo pequenas variações aleatórias no decorrer do experimento que não indicam ser causadas pelo baixo oxigênio. Willens (2016) realizou o armazenamento de sementes de milho por 6 meses com tratamento com concentrações de

1,5kPa e 3kPa de oxigênio e notou que os tratamentos tiveram uma menor perda da massa quando comparada com tratamentos em atmosfera natural.

Gráfico 4: Peso de 1000 sementes (g): a) antes do armazenamento (análise inicial); b) após 164 dias de armazenamento a <math> < 1,0\text{kPa}</math> de $\text{O}_2</math>. na saída da câmara e aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição a $20^\circ\text{C}</math>. Laranjeiras do Sul, PR, 2023.$$



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

(*) Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade de erro.

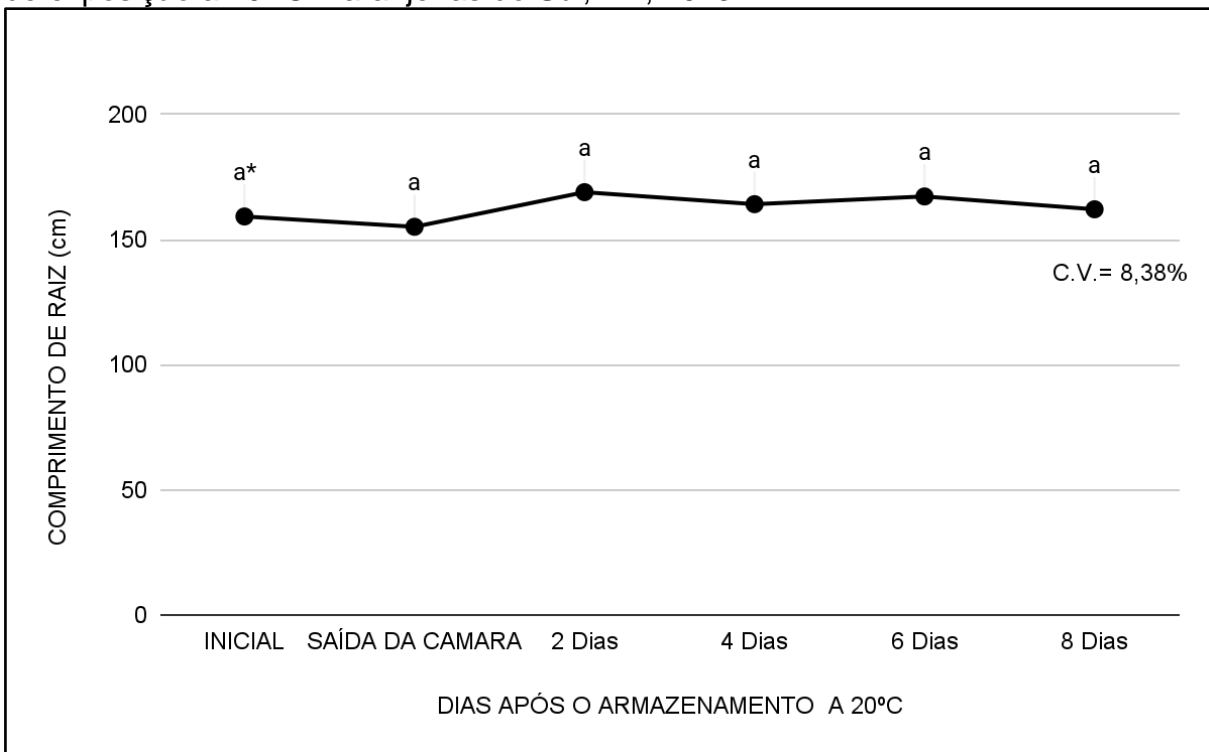
C.V.= Coeficiente de variação (%).

4.5 COMPRIMENTO DE RAIZ

O parâmetro de comprimento de raiz (Gráfico 5) avalia o vigor de germinação das sementes através das medidas das raízes das plântulas, não houve diferença estatística significativa a 5% de probabilidade de erro durante todo o período do experimento.

Os resultados mostram que o armazenamento não afetou o tamanho das raízes e nem a exposição a 20°C durante 8 dias, indicando que o armazenamento manteve o vigor das sementes. Becuzzi (2021) comparou armazenamentos em diferentes concentrações de oxigênio e obteve melhores resultados de comprimento das raízes em concentrações menores de oxigênio indicando que o baixo oxigênio mantém esse parâmetro de vigor da planta.

Gráfico 5: Comprimento de raiz (cm): a) antes do armazenamento (análise inicial); b) após 164 dias de armazenamento a <math> < 1,0\text{kPa}</math> de $\text{O}_2</math>. na saída da câmara e aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição a 20° C. Laranjeiras do Sul, PR, 2023.$



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

(*) Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade de erro.

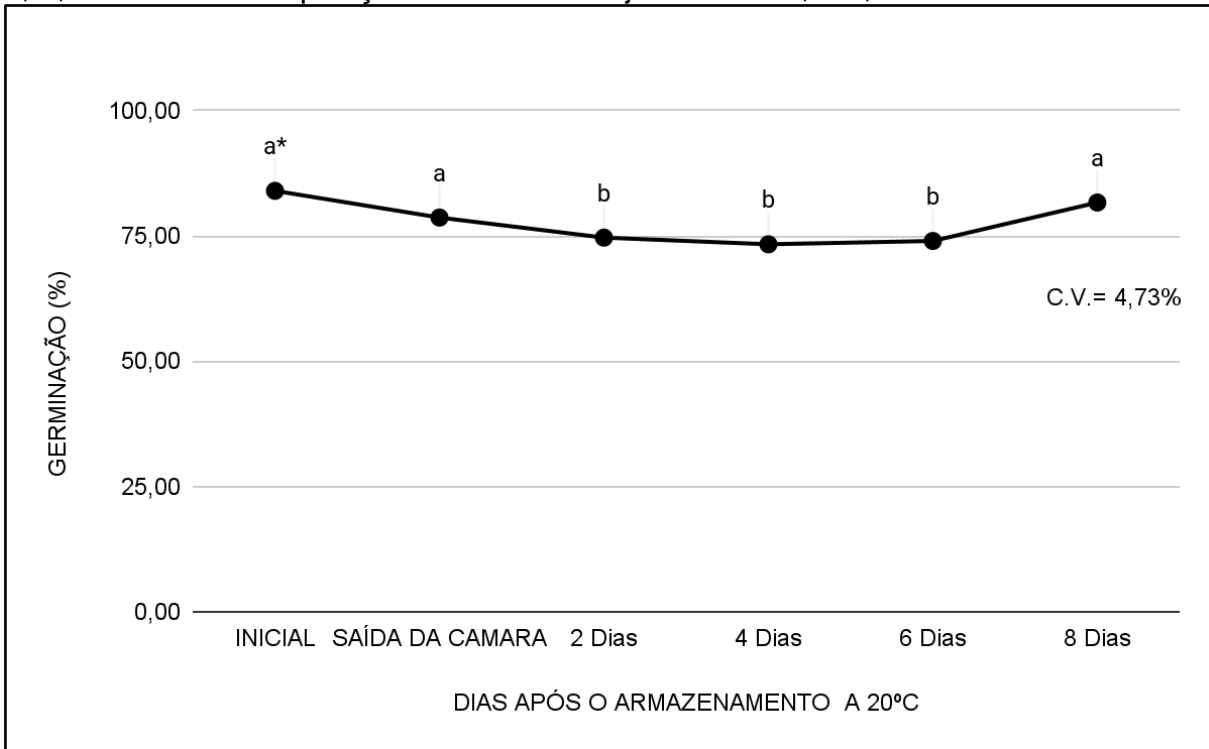
C.V.= Coeficiente de variação (%).

4.6 GERMINAÇÃO

A porcentagem de germinação das sementes antes do armazenamento era de 84%, ocorrendo uma queda durante o período de armazenamento o qual baixou até os 78% na saída da câmara, e manteve-se por volta dos 75% durante 6 dias, chegando a 81,67% aos 8 dias de exposição a 20°C.

Os dados obtidos indicam uma queda no seu vigor causada pelo armazenamento, porém durante o 8º dia da retirada da câmara observou-se uma melhora na sua germinação (81,67%) indicando que a semente retornou ao seu metabolismo inicial, o qual teve uma redução devido ao armazenamento em baixo oxigênio. O armazenamento em baixo oxigênio causa uma diminuição da respiração das sementes ao nível basal ao qual também diminui o consumo das reservas das sementes e causa de certa forma um “repouso fisiológico”, que ficou evidente durante os 6 primeiros dias em atmosfera normal. Terminando esse “repouso fisiológico” aos 8 dias no qual o poder germinativo retornou a patamares acima de 80%. Ochandio (2017) realizou um trabalho no qual mostrou que teores de oxigênio abaixo de 2kPa resultam na hipóxia dos grãos, fator o qual não traz danos à semente e mantém sua atividade fisiológica em repouso.

Gráfico 6: Teste de germinação (%) das sementes: a) antes do armazenamento (análise inicial); b) após 164 dias de armazenamento a <math> <1,0\text{kPa}</math> de O_2 . na saída da câmara e aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição a 20°C . Laranjeiras do Sul, PR, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

(*) Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade de erro.

C.V.= Coeficiente de variação (%).

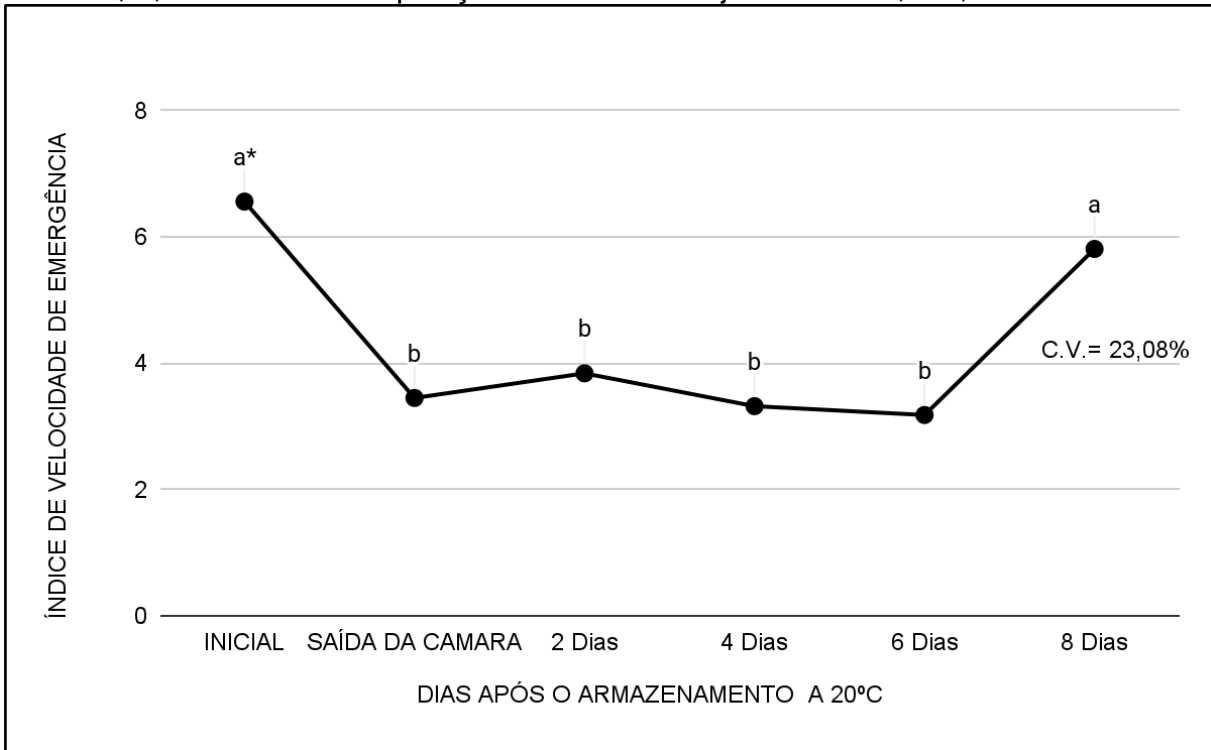
4.7 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA

No índice de velocidade de emergência das plantas (Gráfico 7) avalia o vigor das sementes através da velocidade de germinação das mesmas, observou se diferença significativa durante a saída da câmara quando comparada ao índice inicial, ocorreu uma queda na velocidade de germinação, o qual manteve se até o 6º dia da saída da câmara e retornou ao índice inicial em 8 dias a 20°C em atmosfera natural.

Os dados indicam que assim como a germinação a sua velocidade de emergência também sofreu uma diminuição pelo repouso fisiológico o qual as sementes sofreram pelo armazenamento, retornando a índices próximos do inicial nos 8 dias de exposição a 20°C . Willens (2016) e Gdak (2019) obtiveram resultados parecidos nos quais a atmosfera controlada em baixo oxigênio tiveram melhores índices de velocidade de emergência melhorando após 7 dias de exposição a atmosfera padrão a 20°C devido a hipóxia dos

grãos durante o armazenamento onde após a exposição a atmosfera padrão acaba ativando de maneira gradativa os processos fisiológicos de sementes que acabam por sua vez causando um aumento no índice de velocidade de emergência.

Gráfico 7: Índice de velocidade de emergência das sementes: a) antes do armazenamento (análise inicial); b) após 164 dias de armazenamento a $<1,0\text{kPa}$ de O_2 . na saída da câmara e aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição a 20°C . Laranjeiras do Sul, PR, 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

(*) Tratamentos com médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

C.V.= Coeficiente de variação (%).

5.CONCLUSÃO

O armazenamento sob baixo oxigênio mostrou-se eficiente quanto a manutenção do vigor de sementes.

O período após o armazenamento em que as sementes saem do repouso fisiológico se dá após 8 dias em atmosfera natural a 20° C. No entanto, recomenda-se novos trabalhos para identificar o repouso fisiológico.

REFERÊNCIAS

ABRASS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SEMENTES DE SOJA. **Sementes de soja**. 2016. Disponível em: <http://abrass.com.br/semente-de-soja/artigo>. Acesso em: 25 de outubro de 2023.

ALENCAR, E. R. De et al. **Influence of soybean storage conditions on crude oil quality**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 3, p. 303-308, 2010.

APROSOJA - Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso - **Sobre a Soja - Os usos da Soja**. Disponível em: <<https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>> Acesso em: 19 de outubro de 2023

BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPEL, 2012. cap. 7, p. 481-527.

BRADFORD, K.J.; COHN, M.A. Seed biology and technology: at the crossroads and beyond. **Introduction to the Symposium on Seed Biology and Technology: applications and advances and a prospectus for the future**. Seed Science Research, v.8, pp.153-160, 1998.

BRAGANTINI, C. **Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão**. EMBRAPA, Documentos 187. 2005, Disponível no site: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/194008/1/doc187.pdf>>. Acesso em: 25 de outubro de 2023.

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, 2009. 399 p.

CONAB. **Conab atualiza a estimativa da safra de grãos 2023/2024, que deve chegar a 316,7 milhões de toneladas**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas->

[noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas](https://www.conab.gov.br/noticias/5258-conab-atualiza-a-estimativa-da-safra-de-graos-2023-2024-que-deve-chegar-a-316-7-milhoes-de-toneladas)>. Acesso em: 13/12/23

CORRÊA, et al. **Equilíbrio higroscópico de milho, alpiste e painço**: obtenção e modelagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.10, n.1, p.162-167, 2006.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade**. Informativo ABRATES, v. 20, p. 37-38, 2010.

GDAK, C. B. **Armazenamento de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) sob atmosfera de fluxo contínuo com baixo oxigênio**. Trabalho de conclusão de curso. UFFS, 2019.

OCHANDIO, D. et al. **Modelling respiration rate of soybean seeds (*Glycine max (L.)*) in hermetic storage**. Journal of Stored Products Research, v. 74, p. 36- 45, 2017

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000.

SAMAPUNDO, S. et al. **Sorption isotherms and isosteric heats of sorption of whole yellow dent corn**. Journal of Food Engineering, v.79, p168-175. 2007.

SANTANA, C. H. **O papel estratégico do Estado no armazenamento de grãos no território brasileiro**. Trabalho de conclusão de curso de graduação - Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, 2014

SASSERON, J. L. **Avaliação de propriedades físicas e curvas de secagem, em camadas finas, de amêndoas de cacau**. Viçosa: UFV,1984.

SOARES, T. Z. B. **Qualidade de feijão carioca armazenado sob atmosfera controlada**. Tese de pós graduação. UNIOESTE. 2019.

SOUZA, M.O.; MARQUES, D.V.; SOUZA, G.S. **O complexo de soja: aspectos descritivos e previsões**. Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, v.2, n.1, p. 1-86, 2010.

SMANIOTTO, T. A. de S. S.; REZENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; OLIVEIRA, G. A. S. **Qualidade Fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Campina Grande, PB, UAEA/UFCG, v. 18, n. 4, p. 446–453, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17183> . Acesso em: 25 out. 2023.

TUNC, S.; DUMAN, O. **Thermodynamic properties and moisture adsorption isotherms of cottonseed protein isolate and diferent forms of cottonseede amples**. Journal of Food Engineering, v.81 p.133-143, 2007.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. **O Armazenamento de cada semente**. Revista SEED NEWS, Pelotas-RS, Ano XIII, n. 4, 2009

WILLENS, A. **Influência do armazenamento em baixo oxigênio sobre a qualidade física e fisiológica de sementes de milho crioulo**. Trabalho de conclusão de curso. UFFS, 2016.

