

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

LUCAS RODRIGUES BECUZZI

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*) SOB ATMOSFERA
EM FLUXO CONTÍNUO DE GASES.**

LARANJEIRAS DO SUL

2021

LUCAS RODRIGUES BECUZZI

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*) SOB ATMOSFERA
EM FLUXO CONTÍNUO DE GASES.**

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.

Orientador: Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto

LARANJEIRAS DO SUL

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Becuzzi, Lucas Rodrigues
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA (Glycine max) SOB
ATMOSPHERA EM FLUXO CONTÍNUO DE GASES. / Lucas Rodrigues
Becuzzi. -- 2021.
39 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, 2021.

1. Pós-colheita. 2. Hermético. 3. Vigor. I. Pinto,
Josuel Alfredo Vilela, orient. II. Universidade Federal
da Fronteira Sul. III. Título.

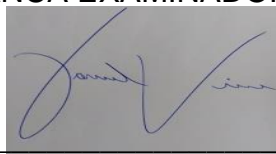
LUCAS RODRIGUES BECUZZI

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*) SOB ATMOSFERA
EM FLUXO CONTÍNUO DE GASES.**

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 19/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto – UFFS
Orientador



Prof.ª. Dr.ª. Silvia Renata Machado Coelho – UNIOESTE
Avaliador



Prof. Dr. Anderson Weber – UNIPAMPA
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus familiares,
amigos e professores que contribuíram
com seus esforços para que eu pudesse
finalizar meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter seguido zelando por minha saúde durante todos os anos da graduação, e até os dias atuais para prestigiar essa conquista.

Agradeço à minha família, meu pai Claudenir, minha mãe Lenice, meu irmão Vinicius e minha irmã Jéssika, por me apoiarem nessa caminhada e de alguma forma mesmo distantes, estar dando forças para que pudesse realizar esse sonho.

Agradeço ao professor Josuel, que me orientou e sempre esteve ao meu lado incentivando a sempre buscar bons resultados em todos os trabalhos realizados, e agradeço a amizade entre aluno e professor.

Agradeço aos meus amigos que em todos os momentos também estiveram presentes nesse trabalho e também em todo período da graduação, em especial meu amigo Igor de Lima Miranda, Cesário Carlos Pereira Luiz, Lucas de Oliveira Biasoli.

Agradeço a Silvana que auxiliou na realização dos testes e à Ana Sales que me ajudou nas avaliações.

Agradeço a Cooperativa Coprossel, pela oportunidade de realizar esse trabalho.

Agradeço aos meus professores da Universidade Federal da Fronteira Sul, que realizam esse lindo trabalho de levar formação de qualidade a aqueles que fazem parte do corpo docente.

“Há um ditado que ensina o gênio é uma grande paciência; sem pretender ser gênio, teimei em ser um grande paciente. As invenções são, sobretudo, o resultado de um trabalho teimoso, em que não deve haver lugar para o esmorecimento.” (SANTOS DUMONT).

RESUMO

A produção de grãos no Brasil é importante para economia, e a soja é um dos principais cultivos no país. Assim, para aumentar a produtividade da soja se faz necessárias pesquisas no armazenamento de sementes. O objetivo desse trabalho foi armazenar sementes de soja sob quantidades de oxigênio menor que 1 kPa através da atmosfera controlada com fluxo contínuo de gases (AC-FCG) e analisar a manutenção da qualidade fisiológica e vigor. O experimento foi conduzido com 4 tratamentos: [1] <1,0 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂ sem controle de temperatura; [2] <1,0 kPa O₂ + >10 kPa CO₂ sem controle de temperatura; [3] 21 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂ sem controle de temperatura e [4] 21 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂ com controle de temperatura à 20°C. As sementes de todos os tratamentos foram armazenadas por um período de 199 dias. Para avaliar a qualidade das sementes, após o armazenamento foram utilizados os parâmetros: (a) germinação, (b) Condutividade elétrica, (c) Envelhecimento acelerado, (d) umidade em base seca, (e) teste de tetrazólio, (f) índice de velocidade de emergência e (g) comprimento de raiz. Os parâmetros foram avaliados em duas etapas: (a) após a abertura da câmara aos 199 dias e (b) após a abertura da câmara mais sete dias de exposição à atmosfera ambiente a 20°C. Os resultados foram comparados pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, o armazenamento com teores de oxigênio abaixo de 1 kPa utilizando atmosfera controlada com fluxo contínuo de gases (AC-FCG) é eficaz para manter a viabilidade e vigor nas sementes de soja.

Palavras-chave: Pós-colheita, Oxigênio, Vigor, Hermético.

ABSTRACT

Grain production in Brazil is important for the economy, and soy is one of the main crops in the country. Thus, to increase soybean productivity, research on seed storage is necessary. The objective of this work was to store soybean seeds under amounts of oxygen less than 1 kPa through the controlled atmosphere with continuous flow of gases (AC-FCG) and to analyze the maintenance of physiological quality and vigor. The experiment was conducted with 4 treatments: [1] <math><1.0\text{ kPa O}_2 + 0.04\text{ kPa CO}_2</math> without temperature control; [2] <math><1.0\text{ kPa O}_2 +> 10\text{ kPa CO}_2</math> without temperature control; [3] $21\text{ kPa O}_2 + 0.04\text{ kPa CO}_2$ without temperature control and [4] $21\text{ kPa O}_2 + 0.04\text{ kPa CO}_2$ with temperature control at 20°C. The seeds of all treatments were stored for a period of 199 days. To evaluate seed quality, after storage, the following parameters were used: (a) germination, (b) electrical conductivity, (c) accelerated aging, (d) dry moisture, (e) tetrazolium test, (f) emergence speed index and (g) root length. The parameters were evaluated in two stages: (a) after opening the camera at 199 days and (b) after opening the camera another seven days of exposure to the ambient atmosphere at 20°C. The results were compared using the Scott-Knott test, with a 5% probability of error. According to the results obtained in this work, storage with oxygen levels below 1 kPa using a controlled atmosphere with continuous gas flow (AC-FCG) AC-FCG is effective to maintain viability and vigor in soybean seeds.

Keywords: Post-harvest, Oxygen, Vigor, Hermetic.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Germinação (%) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.....27

Tabela 2 - Envelhecimento acelerado (%) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.....28

Tabela 3 - Teor de umidade (%) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara. Laranjeiras do sul, PR, 201929

Tabela 4 - Condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.....30

Tabela 5 – Teste de tetrazólio (%) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara. Laranjeiras do sul, PR, 201931

Tabela 6 - Índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 201932

Tabela 7 – Comprimento raiz (cm) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.....33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC-FCG	Atmosfera controlada com fluxo contínuo de gases.
μS	Micro siemens
%	Porcentagem
cm	centímetros
g	gramas
kPa	Quilo pascal
Kg	quilograma

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	ASPECTOS SOBRE A CULTURA DA SOJA	15
3.2	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA.....	16
3.2.1	CONDUTIVIDADE TÉRMICA	17
3.2.2	EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO E HISTERESE	17
3.2.3	FORMAS DE ÁGUA NA SEMENTE	17
3.2.4	MASSA POROSA	18
3.3	ARMAZENAMENTO HERMÉTICO.....	18
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	20
4.2	CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	20
4.3	AVALIAÇÕES E ANÁLISES	22
4.3.1	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	22
4.3.2	GERMINAÇÃO	22
4.3.3	TEOR DE UMIDADE	23
4.3.4	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA – IVE	23
4.3.5	TESTE DE TETRAZÓLIO	24
4.3.6	ENVELHECIMENTO ACELERADO – EA	25
4.3.7	COMPRIMENTO DE RAIZ	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	TESTE DE GERMINAÇÃO	26
5.2	ENVELHECIMENTO ACELERADO.....	27
5.3	TEOR DE UMIDADE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	28
5.4	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	29
5.5	TESTE DE TETRAZÓLIO	30
5.6	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE).....	31
5.7	COMPRIMENTO DE RAIZ.....	32
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
7	REFERÊNCIAS	35

7.1	APÊNDICE A: FOTOGRAFIAS DO EXPERIMENTO	38
-----	--	----

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de grãos do mundo. De acordo com informações da Conab, a safra 2018/2019 alcançou 242,1 milhões de toneladas e estima-se que deve chegar a 302 milhões de toneladas em dez anos. Ao se analisar o setor agrícola, verifica-se que mais de 98% da área destinada à agricultura de grãos é coberta com sete culturas, sendo a soja a principal com 45% da área total seguida pelo milho com 27% e o feijão com 8,9%. Nesse meio, a produção e a comercialização de sementes de qualidade é determinante para esse crescimento produtivo e desenvolvimento do agronegócio como um todo (CONAB, 2019).

O armazenamento tem por função principal preservar a qualidade da semente e evitar sua deterioração, quando realizado de forma ideal é possível atingir o máximo potencial produtivo, aumentando o rendimento das sementes no campo. O potencial de armazenagem das sementes varia consideravelmente entre espécies em condições favoráveis idênticas. Portanto, períodos extensos de armazenagem diminuem a viabilidade dessas sementes de maneira gradativa, onde há uma necessidade de boa conservação para reduzir esses danos que ocasionam perda de vigor (BAUDET E VILLELA, 2012).

A atmosfera controlada com fluxo contínuo de gases (AC-FCG) é um método de armazenagem para sementes e grãos com elevada possibilidade comercial. A AC-FCG permite que seja controlado a concentração dos gases em um determinado ambiente fechado, o nível de oxigênio é reduzido a uma média entre 1% e 3% e o gás carbônico é elevado para níveis entre 2% e 20%. A concentração adequada de cada gás varia em função da espécie e cultivar. Os efeitos das condições de AC-FCG variam em função da espécie armazenada. Normalmente, o uso de concentrações adequadas de gases não trazem prejuízos, mas, em determinadas espécies, seu efeito para a conservação pode ser insignificante e não justificável.

Por conta disso, se faz necessário pesquisas para a manutenção da qualidade de sementes com alto potencial produtivo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade do armazenamento de sementes de soja em sistema de atmosfera controlada com fluxo contínuo de gases promovendo sua estabilidade durante todo armazenamento e analisar a preservação do vigor utilizando teores menores que 1 kPa de oxigênio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar as concentrações de oxigênio e concentrações de gás carbônico que são eficientes na preservação do vigor das sementes de soja.

Comparar os armazenamentos utilizando gás Nitrogênio e gás carbônico.

Realizar a elaboração de um sistema de pressão interna que mantenha o sistema estável que não permita a influência da atmosfera padrão ambiente no armazenamento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ASPECTOS SOBRE A CULTURA DA SOJA

Pertencente à família Fabaceae, a soja (*Glycine max*) teve como centro de origem a China e introduzida no Brasil em 1882, seu cultivo foi amplamente difundido no cerrado brasileiro na década de 1980, promovendo o crescimento econômico dos estados Mato Grosso e Goiás. Há uma demanda crescente pelo grão, segundo dados da CONAB (2019) a safra 2018/2019 teve como aumento 1,9% em área plantada, porém com as adversidades climáticas obteve uma redução na produção de 3,6% menor comparada com a safra 2017/2018, totalizando 115 milhões de toneladas de grãos produzidos.

Por suas características bromatológicas a soja possui uma grande demanda para alimentação animal na forma de rações e para alimentação humana, seu uso na fabricação de alimentos é amplamente utilizada, já que sua composição proteica se assemelha a proteína animal por possuir aminoácidos essenciais (SOUZA et al., 2010). Segundo Ávila et al. (2012) a soja também é utilizada na produção de energia renovável na fabricação do biodiesel aumentando seu interesse econômico.

Na safra 2017/2018 no Brasil a utilização de sementes certificadas foi de apenas 70% de toda área cultivada (CONAB, 2019). Sendo que em regiões onde a temperatura é mais baixa, houve apenas uma utilização de 45% de sementes certificadas e em regiões que a temperatura é mais elevada, chega a uma taxa de 80% de utilização de sementes certificadas, essa diferença se dá por motivo da dificuldade de regiões mais quentes de preservar o potencial fisiológico, sanitário e físico das sementes durante o armazenamento (FRANÇA-NETO et, al. 2016).

Sementes com baixo vigor tendem a atrasar seu desenvolvimento inicial no campo, porém segundo Schuch et al. (2009), a soja possui uma grande plasticidade, onde permite sua capacidade de emitir hastes para compensar espaços onde há poucas plantas, afirmando então que seu efeito vai sendo atenuado conforme a evolução dos estádios fenológicos da cultura.

Em estudos realizados com sementes com alto vigor, houve um aumento na produção de matéria seca em 31% da parte aérea em comparação com sementes

de baixo vigor, sendo que em todo período vegetativo da cultura observou-se um maior acúmulo de matéria seca (SCHUCH et al. 2000). Na utilização de sementes com um alto vigor, diminui os efeitos de irregularidades durante a germinação, tendo como resultado a formação de um estande mais uniforme, promovendo um maior rendimento final na produção de grãos (SCHEEREN et al., 2010). Sendo assim o uso de sementes com maior vigor permite uma maior resistência a fatores abióticos e bióticos determinantes no seu desenvolvimento.

3.2 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

A produção de sementes de qualidade é fundamental para o estabelecimento pleno da cultura, porém esse é um desafio de acordo com as regiões produtoras, sendo mais susceptível a perda de qualidade em regiões tropicais e subtropicais (FRANÇA NETO et al., 2007). O que determina a qualidade de uma semente é seu potencial genético, físico, fisiológico e sanitário, porém com exceção do fator genético, todos os demais são influenciados pelos fatores de colheita, secagem, armazenamento e tratamento.

No campo, após a maturidade fisiológica das sementes o planejamento de colheita é muito importante para manter sua qualidade, onde em condições ambiente com variações atmosféricas de temperatura e umidade são principais causas da deterioração das sementes (ROCHA et al., 1984). Segundo Baudet e Villela (2012), a deterioração das sementes ocorre logo após a maturação fisiológica de maneira gradativa, onde consiste em processos de degradação de tecidos, diminuindo seu potencial de resistir a condições adversas de armazenamento e longevidade.

Para garantir um bom potencial fisiológico expresso pelas sementes as etapas antes e durante o armazenamento devem ser tomadas de acordo com as características intrínsecas das sementes, sendo importante a definição dos parâmetros de Condutividade térmica, Histerese, Equilíbrio higroscópico, água na semente, massa porosa, teor de água e atividades fisiológicas.

3.2.1 CONDUTIVIDADE TÉRMICA

É uma característica dos grãos possuírem um gradiente de temperatura específico, onde transmitem dentro a massa de sementes uma energia térmica, esse calor pode ser transmitido através do contato entre as sementes denominando como condução e através de um fluxo de ar entre a massa de grãos denominando como convecção (SOUZA E SILVA, 2008).

A massa de sementes é caracterizada por possuírem uma baixa condutividade térmica, quando a massa de sementes é submetida a um resfriamento artificial que retira o calor presente na superfície da semente, a permanência dessa temperatura sob as sementes é mantida por um longo período de tempo devido sua má condutividade (DEMITO e AFONSO, 2009).

3.2.2 EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO E HISTERESE

O equilíbrio higroscópico é uma característica das sementes que causa variação no seu teor de água de acordo com a temperatura e umidade relativa do ar. Quando ocorre o processo de histerese onde provoca a sorção e dessorção de água, resulta em danos nos tecidos, permitindo a perda de suas características e funcionalidades, em consequência a esse processo há uma diminuição na viabilidade e vigor das sementes (ALMEIDA et al., 2013).

3.2.3 FORMAS DE ÁGUA NA SEMENTE

De acordo com a composição da semente sua atividade de água e os processos fisiológicos são ativados com diferentes teores de umidade, as formas de

água presente na semente determinam os processos de secagem e armazenagem (TIECKER JUNIOR, 2013).

Dois tipos de água estão presentes na estrutura das sementes, sendo a água livre, caracterizada pela absorção aos espaços intercelulares passível de remoção durante os processos de secagem, e a água de composição, caracterizada pela adsorção às superfícies de macromoléculas por meio de ligações químicas tornando-as de difícil remoção.

A soja por se caracteriza por ser uma oleaginosa, sendo necessário que o teor de água nas sementes deve ser baixo, assim inibindo além das atividades enzimáticas o crescimento de fungos, sendo considerado que para o armazenamento da soja, o teor ideal seja de [11%] de umidade, sendo que valores maiores podem acarretar em processos enzimáticos de degradação de tecidos (TIECKER JUNIOR, 2013).

3.2.4 MASSA POROSA

A porosidade dentro a massa de sementes se caracteriza por espaços vazios que são responsáveis pela capacidade de armazenamento de ar. Denominado como região intergranular representando um grande espaço ocupado pelas sementes durante o armazenamento, e determina o deslocamento de ar que circula a massa de sementes (RIBEIRO et, al. 2005).

3.3 ARMAZENAMENTO HERMÉTICO

Fundamentalmente o armazenamento hermético consiste no isolamento da massa de grãos da atmosfera ambiente, não havendo influências sobre as concentrações de gases no interior do silo, ou seja, com objetivo de alteração da quantidade de oxigênio e gás carbônico presente dentro do silo, em concentrações baixas de oxigênio a taxa respiratória diminui e organismos aeróbicos são inibidos

de sua infestação ou crescimento, atualmente o método utilizado para propor um armazenamento hermético são os silos bolsas, sendo um método utilizado para ampliar a capacidade de armazenamento e diminuir as perdas na pós-colheita (LUDWIG, 2019).

Nesse sentido, a umidade das sementes armazenadas deve ser reduzida, para não haver condições para uma deterioração enzimática, crescimento de microrganismos, ácaros e insetos. Quando submete essa massa de sementes a um armazenamento hermético, impede que haja uma troca de condições atmosféricas com o ambiente externo, isso permite uma armazenagem interna menos variável. Tendo em vista essas características a perda do potencial fisiológico, sanitário e físico das sementes são reduzidos, já que mantém a umidade dos grãos abaixo do seu limite mínimo (FREITAS et, al. 2016).

Os objetivos de um armazenamento hermético é a redução das concentrações de oxigênio e como consequência uma elevação do teor de gás carbônico, dado pela atividade respiratória da massa de sementes e de organismos aeróbicos, atingindo o ponto de hipóxia (oxigênio abaixo de 3%) que inibe a continuidade da respiração dos mesmos, como consequência há uma redução da deterioração das sementes. Quando submetido a uma alteração da atmosfera no interior do silo, em resposta a sua hermeticidade as concentrações de gases tendem a se comportar de maneira constante (LUDWIG, 2019).

A umidade presente nas sementes junto com o oxigênio promove o processo respiratório, sendo controlado por enzimas, favorecendo então a atividade biológica e aumentando a velocidade de degradação dos tecidos, com influência de temperaturas mais elevadas, esse processo é acelerado diminuindo a longevidade das sementes armazenadas. Enzimas como a peroxidase aumentam a acidez dos grãos de soja, com a redução do oxigênio no interior do silo, a acidez é reduzida pela diminuição da ação dessa enzima, assim promove uma maior qualidade dos grãos armazenados (ALENCAR et al., 2010). Estudos feitos por Ochandio (2017) mostram que a atividade respiratória das sementes quando há redução da concentração de oxigênio de até 2,0 kPa O_2 não foram reduzidas, conclui-se que apenas abaixo 2,0 kPa O_2 há o efeito de hipóxia, reduzindo a respiração das sementes de soja.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi conduzido na cidade de Laranjeiras do Sul – Paraná, nos laboratórios da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da cooperativa Coprossel, entre os dias 27 de março e 13 de outubro de 2019.

Foram utilizadas as sementes da cultivar 59160 RSF IPRO lote 911/1819 sendo oriundas da cooperativa Coprossel. Após a colheita, as sementes foram submetidas a um processo de limpeza/beneficiamento e imediatamente transportadas para os laboratórios da UFFS, onde foram homogeneizadas para as análises iniciais e posteriormente armazenadas em mini-silos com Atmosfera Controlada em Fluxo Contínuo de Gases (AC-FCG).

4.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 repetições de 1,5 Kg de sementes cada. Sendo os tratamentos: [1] $<1,0 \text{ kPa O}_2 + 0,04 \text{ kPa CO}_2$ sem controle de temperatura; [2] $<1,0 \text{ kPa O}_2 + >10 \text{ kPa CO}_2$ sem controle de temperatura; [3] $21 \text{ kPa O}_2 + 0,04 \text{ kPa CO}_2$ sem controle de temperatura e [4] $21 \text{ kPa O}_2 + 0,04 \text{ kPa CO}_2$ com controle de temperatura à 20°C . As sementes de todos os tratamentos foram armazenadas durante 199 dias.

As sementes foram colocadas em embalagens de rafia e acondicionadas em mini-silos herméticos (herméticos para os tratamentos [1] e [2]), com volume de 30 litros. Os mini-silos dos tratamentos [1], [2] e [3] foram mantidos no interior da UBS da cooperativa Coprossel (fotografia 1), e o tratamento [4] ocorreu o controle de temperatura em sala climatizada do laboratório de pós-colheita. O controle da temperatura foi realizado por meio de um termostato eletrônico e determinado

diariamente por meio de termômetro de bulbo de mercúrio inserido na massa das sementes.

As condições de baixo fluxo de gases N_2 e CO_2 nos tratamentos 1 e 2 respectivamente, foram mantidas constantes durante todo período de armazenamento. Os gases utilizados para manter a AC-FCG, são provenientes de cilindros de alta pressão. A concentração dos gases no interior dos mini-silos ocorreu pelo método de varredura do ar com Nitrogênio para o tratamento [1] e dióxido de carbono para o tratamento [2], até chegar ao nível de O_2 e CO_2 desejado, mantendo as concentrações de gases estáveis no sistema de fluxo contínuo.

Para conservar os mini-silos herméticos, foi necessário manter uma pressão interna superior à externa, para isso, foi elaborado um sistema de vasos comunicantes e uma ramificação inserida dentro de uma coluna com água, de aproximadamente 10 cm (fotografia 2). Esta ramificação possuiu a função de regular a vazão dos gases e manter a concentração de O_2 constante. O monitoramento da concentração dos gases foi realizado diariamente com um analisador da marca Chemist 900 Industrial emissions analyzer, da Seitron Innovations Technology.

Os parâmetros para determinar a qualidade das sementes foram realizados em 3 etapas. A primeira logo após a colheita, a segunda no final dos 199 dias de armazenamento e a terceira após os 199 dias de armazenamento mais 7 dias de exposição a $20^\circ C \pm 2^\circ C$. Esta terceira etapa teve como objetivo identificar um possível período de “repouso fisiológico”.

Portanto para avaliação foram realizados os seguintes parâmetros: germinação, tetrazólio, envelhecimento acelerado, umidade, índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz (somente na terceira etapa) e condutividade elétrica. Estes parâmetros seguiram as normas estabelecidas pela Regra para Análise de Sementes (RAS) e serão descritas abaixo:

4.3 AVALIAÇÕES E ANÁLISES

4.3.1 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

O teste de condutividade elétrica se baseia na integridade dos sistemas de membranas, determinada a partir da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. É de grande interesse na determinação de vigor de sementes, pois permite identificar o início do processo de deterioração possibilitando a tomada de medidas que minimizem os efeitos sobre a qualidade fisiológica das sementes.

O teste de condutividade elétrica foi conduzido utilizando 1 subamostras de 50 sementes para cada repetição de cada tratamento. Inicialmente, as sementes foram colocadas em copos plásticos e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g. Após a pesagem, adicionado 75 ml de água deionizada nos copos contendo as sementes e mantidos em câmara de germinação a 25 °C por 24 horas. A leitura da condutividade elétrica, na solução de embebição, foi realizada utilizando um condutímetro microprocessado digital de bancada. O valor indicado pelo aparelho foi dividido pelo peso inicial de cada subamostra. Desse modo, o resultado obtido é expresso em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ (VIEIRA, 1999).

4.3.2 GERMINAÇÃO

O objetivo do teste de germinação é obter informações sobre a qualidade das sementes para fins de sementeira em campo e fornecer dados que possam ser usados, com outras informações, para comparar diferentes lotes de sementes. A germinação da semente em laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo.

O papel foi previamente umedecido com água destilada, utilizando um volume de água correspondente a 2,5 vezes o peso do papel.

As análises foram realizadas utilizando substrato de papel, com 50 sementes para cada repetição de cada tratamento. Cada repetição foi composta por um rolo com duas folhas de papel germitest na base e uma cobrindo as sementes e posteriormente foram enrolados e acondicionados em um germinador à temperatura de 25° C (BRASIL, 2009).

A contagem das sementes viáveis foi realizada no quinto e no oitavo dia após a semeadura. No quinto dia são consideradas apenas plântulas normais (fotografia 7). No oitavo dia a contagem total, considerando plântulas normais, anormais e mortas. As médias das contagens foram expressas em percentagem de germinação.

4.3.3 TEOR DE UMIDADE

O teste de umidade visa determinar o conteúdo de água das sementes. Para isso, é utilizado o método da estufa. O método baseia-se na perda de peso das sementes quando secas em estufa com circulação de ar forçado.

Foi utilizado 50g de sementes de cada repetição para cada tratamento depois colocadas em cadinhos de alumínio 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 foram novamente pesadas, e então é realizado o cálculo de umidade, sendo o resultado expresso em % (BRASIL, 2009).

4.3.4 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA – IVE

O Índice de velocidade de emergência foi conduzido com 50 sementes de cada repetição para cada tratamento. Foi montado em bandejas de fundo furado, contendo areia como substrato. A areia utilizada foi autoclavada a 120°C por uma

hora e as sementes plantadas a 2 cm de profundidade. Este parâmetro foi realizado na casa de vegetação, onde a umidade é mantida com irrigações moderadas. As leituras ocorreram por meio de anotações diárias do número de plântulas emergidas até 2 cm (fotografia 6), por um período de 9 dias. Maguire (1962) denominam IVE como a soma dos quocientes resultantes das divisões do número de plantas emergidas no dia, pelo número de dias. Dado pela fórmula:

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + EN/NN.$$

Sendo;

E1, E2 e EN = número total de plântulas emergidas na primeira, segunda e última contagem.

N1, N2 e NN = número de dias do início da semeadura do teste até a última contagem.

4.3.5 TESTE DE TETRAZÓLIO

O teste foi realizado com amostras de 200 sementes para cada tratamento, divididas em 4 repetições de 50 sementes cada. As sementes foram pré-condicionadas, em rolos de papel germitest umedecido da mesma forma para o teste de germinação, 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 (BRASIL, 2009).

Após a aclimatação, as sementes foram colocadas em um Becker e imersas em solução de tetrazólio preparado na concentração de 0,075%, o Becker então foi envolvido em papel alumínio, com objetivo de vetar o contato com a luz, pois a solução de tetrazólio é sensível à luminosidade. Então foi levada a um germinador, com temperatura entre 35°C e 40°C, de 2 á 4 horas até atingirem a coloração ideal para avaliação. Após esse procedimento as sementes foram retiradas do germinador, lavadas em água corrente e imediatamente analisadas (fotografia 3).

4.3.6 ENVELHECIMENTO ACELERADO – EA

O envelhecimento acelerado foi conduzido com amostras de 50g de sementes de cada repetição por tratamento, as quais foram dispostas sobre tela de aço inox inserida no interior de caixas plásticas (gerbox) contendo 40 mL de água destilada. Posteriormente, as caixas foram levadas à BOD a 41°C por 48 horas (BRASIL, 2009).

Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação (fotografia 4). A avaliação da germinação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.3.7 COMPRIMENTO DE RAIZ

Esse parâmetro visa avaliar o vigor da germinação das sementes, determinados pelas medidas das raízes das plântulas. Para esse método foram utilizadas duas repetições de dez sementes para cada repetição de cada tratamento, colocadas em papel germitest umedecidas com água destilada 2,5 vezes o peso do substrato e dispostas no terço superior da folha e colocados em câmara de germinação as 25°C por sete dias conforme estabelecido pela RAS (BRASIL, 2009).

Após o período de sete dias foi utilizado um paquímetro para medir a raiz de cada plântula (fotografia 5), e feito à média entre os valores expressos em centímetros para cada repetição.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a colheita e antes do armazenamento da soja, foi realizada a análise dos parâmetros, para a determinação da condição inicial, de viabilidade da semente. Os resultados dos parâmetros, analisados nas sementes, apresentaram germinação de 93,7%, envelhecimento acelerado com 86% de plântulas normais, teor de umidade em base seca de 11,4%, a condutividade elétrica apresentou 61,3 $\mu\text{s/cm/g}$, o teste de tetrazólio com 97,7% de sementes viáveis e o teste índice de velocidade de emergência (IVE) com 9,0. A análise inicial é fundamental para identificar a condição que as sementes serão armazenadas, sendo que os resultados avaliados no início do armazenamento serão alterados após 199 dias de conservação.

5.1 TESTE DE GERMINAÇÃO

Após 199 dias de armazenamento mais 7 dias de exposição a 20°C, a germinação das sementes de soja, acondicionadas em baixo oxigênio apresentaram maior porcentagem (Tabela 1). Observa-se, que as sementes acondicionadas em baixo oxigênio com o fluxo contínuo de nitrogênio apresentaram a maior porcentagem de germinação diferindo estatisticamente quando comparados aos demais tratamentos. Além disso, ressalta-se uma redução na germinação nas sementes acondicionadas em atmosfera ambiente.

Ludwig (2019) obteve resultados parecidos após armazenarem por 7 meses as sementes de soja sob as concentrações de 1,0 kPa O₂, 2,0 kPa O₂, 2,0 kPa O₂ + 30 kPa CO₂ e 2,0 kPa O₂ + 80 kPa CO₂ onde esses tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, porém foram melhores que o tratamento submetido em atmosfera ambiente. Link Junior (2014) testou diferentes concentrações de oxigênio e gás carbônico em diferentes tratamentos, armazenando por um período de seis meses à temperatura de 25°C, obtendo um melhor resultado de germinação no tratamento 1 kPa O₂ + 30kPa CO₂.

A manutenção do vigor no tratamento <1,0 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂ é mantida pela baixa concentração de oxigênio com adição de nitrogênio, diminuindo as atividades fisiológicas da semente, Ochandio (2017) mostra que em teores de oxigênio abaixo de 2kPa resultam na hipóxia dos grãos, esse fator não trás danos a semente e mantém sua atividade fisiológicas inativas.

Tabela 1 - Germinação (%) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.

Tratamentos	Inicial	Saída da câmara	7 dias a 20°C
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		82,3 ^{ns}	85,8 c***
<1,0 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		83,6	93,5 a
<1,0 kPa O ₂ + >10 kPa CO ₂ *	93,75	84,6	89,3 b
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ **		79,0	81,5 c
Coeficiente de variação		4,98%	4,12%

*Sem controle de temperatura. **Com controle de temperatura a 20°C.

***Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. Não significativo (ns).

5.2 ENVELHECIMENTO ACELERADO

No parâmetro de envelhecimento acelerado após os 199 dias armazenados mais 7 dias de exposição a 20°C a germinação das sementes de soja, acondicionadas em baixo oxigênio apresentaram maior porcentagem (Tabela 2). Observa-se, que as sementes acondicionadas em baixo oxigênio com o fluxo contínuo de nitrogênio apresentaram a maior porcentagem de germinação diferindo estatisticamente quando comparados aos demais tratamentos. Além disso, ressalta-

se uma redução na germinação nas sementes acondicionadas em atmosfera ambiente.

Apresentando um resultado de 85% no potencial germinativo, o tratamento <1,0 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂, mostra ainda um potencial de armazenamento por ainda ter as exigências mínimas de germinação aceitas pelas entidades de comercialização de sementes. Tendo como os outros tratamentos com baixo potencial de armazenagem.

Tabela 2 - Envelhecimento acelerado (%) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.

Tratamentos	Inicial	Saída da câmara	7 dias a 20°C
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		76,3 ^{ns}	80,0 b***
<1,0 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		84,0	85,0 a
<1,0 kPa O ₂ + >10 kPa CO ₂ *	86	79,3	80,5 b
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ **		78,6	72,6 c
Coeficiente de variação		6,37%	2,94%

*Sem controle de temperatura. **Com controle de temperatura a 20°C.

***Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. Não significativo (ns).

5.3 TEOR DE UMIDADE

O teor de umidade das sementes de soja após os 199 dias armazenados em relação à análise inicial houve uma redução, onde, entre os tratamentos, o único que diferiu dos demais foi o 21 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂ com controle de temperatura (Tabela 3).

Os teores de umidade das sementes de soja se mantiveram abaixo de 11%, favorecendo na permanência das suas características originais, e diminuindo as atividades fisiológicas, França-Neto et, al. (2016) mostra que teores de umidade

acima de 11% favorece os processos de alterações fisiológicas onde os principais componentes da soja que são lipídios e proteínas sofrem processos oxidativos, além de favorecer na incidência de fungos e consumo dos materiais de reserva através de sua respiração.

Tabela 3 - Teor de umidade (%) das sementes de soja 59160 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara. Laranjeiras do sul, PR, 2019.

Tratamentos	Inicial	Saída da câmara
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		9,4 a***
<1,0 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		8,6 a
<1,0 kPa O ₂ + >10 kPa CO ₂ *	11,47	8,5 a
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ **		7,5 b
Coeficiente de variação		9,81%

*Sem controle de temperatura. **Com controle de temperatura a 20°C.

***Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

5.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os resultados de condutividade elétrica (Tabela 4) determinam a quantidade de solutos lixiviados da membrana das sementes em direção a solução de água deionizada. A análise feita imediatamente na saída da câmara, apenas o tratamento 21 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂ com controle de temperatura diferiu dos demais e após os 7 dias a 20°C não houve diferença estatística.

Através dos valores obtidos é definida a integridade e permeabilidade das membranas, na avaliação após 7 dias a 20°C nota-se que há um aumento em relação aos tratamentos 1, 2 e 3 nos compostos lixiviados para a solução deionizada. Linke Junior (2014) obteve resultados semelhantes, onde todos os tratamentos tiveram um aumento de solutos lixiviados em relação à análise inicial, relacionando a perda da permeabilidade das membranas ao tempo de armazenamento.

Tabela 4 - Condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$) das sementes de soja 59160 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.

Tratamentos	Inicial	Saída da câmara	7 dias a 20°C
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		98,4 b ***	113,0 a***
<1,0 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *	61,32	94,5 b	106,9 a
<1,0 kPa O ₂ + >10 kPa CO ₂ *		103,5 b	106,9 a
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ **		113,4 a	113,0 a
Coeficiente de variação		10,46%	8,60%

*Sem controle de temperatura. **Com controle de temperatura a 20°C.

***Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. Não significativo (ns).

5.5 TESTE DE TETRAZÓLIO

O teste de tetrazólio apresenta em porcentagem, a quantidade de sementes viáveis, através da coloração pela solução de trifetil tetrazólio a 0,075%. Inicialmente o teste apresentou 97,7% de sementes viáveis (Tabela 5), ao fim dos 199 dias de armazenamento houve um decréscimo na porcentagem de sementes viáveis para todos os tratamentos. As sementes acondicionadas no tratamento 21 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂ com controle de temperatura, foi o que apresentou a menor viabilidade diferindo estatisticamente dos demais.

Conforme Brasil (2009) a avaliação do vigor através do teste de tetrazólio se dá pela reação das enzimas desidrogenases, onde a coloração avermelhada das sementes indicam que o tecido possui atividade respiratória nas mitocôndrias. Willens (2016) realizou o armazenamento de sementes de milho por um período de 6 meses, onde os tratamentos com O₂ < 3kPa obtiveram resultados próximos aos iniciais, diferindo estatisticamente do armazenamento em atmosfera ambiente.

Portanto, apenas o tratamento que foi submetido o controle de temperatura durante todo o armazenamento apresentou uma menor preservação das

características iniciais de vigor das sementes, comparado em relação aos demais tratamentos, a estabilidade da temperatura a 20°C não mostrou favorável à manutenção da viabilidade das sementes.

Tabela 5 – Teste de tetrazólio (%) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara. Laranjeiras do sul, PR, 2019.

Tratamentos	Inicial	Saída da câmara
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		92,0 a***
<1,0 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		95,5 a
<1,0 kPa O ₂ + >10 kPa CO ₂ *	97,75	91,5 a
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ **		86,0 b
Coeficiente de variação		3,97%

*Sem controle de temperatura. **Com controle de temperatura a 20°C.

***Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

5.6 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE)

Para o parâmetro índice de velocidade de emergência (IVE), houve uma redução em relação à análise inicial (Tabela 6). Na avaliação na saída da câmara não houve diferença estatística entre os tratamentos. Porém, após 7 dias a 20°C, houve diferença estatística. As sementes submetidas aos tratamentos <1,0 kPa O₂ + 0,04 kPa CO₂ e <1,0 kPa O₂ + >10 kPa CO₂ apresentaram os melhores índices.

Willens (2016) obteve resultados parecidos em comparação aos diferentes tratamentos com atmosfera controlada no armazenamento de sementes de milho crioulo, onde o tratamento com teor de O₂ < 1,5kPa, apresentou o melhor índice de velocidade de emergência. O resultado favorável após os 7 dias exposto a atmosfera padrão se dá por um possível resposta à hipóxia dos grãos durante o

armazenamento, onde ao a haver exposição à atmosfera padrão, atua de maneira gradativa os processos fisiológicos que culminaram a um aumento no IVE.

Tabela 6 - Índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes de soja 59160 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.

Tratamentos	Inicial	Saída da câmara	7 dias a 20°C
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		5,1 ^{ns}	6,7 b***
<1,0 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *		5,4	7,6 a
<1,0 kPa O ₂ + >10 kPa CO ₂ *	9,0	5,0	7,7 a
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ **		4,9	6,2 b
Coeficiente de variação		14,71%	8,09%

*Sem controle de temperatura. **Com controle de temperatura a 20°C.

***Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. Não significativo (ns).

5.7 COMPRIMENTO DE RAIZ

Para o parâmetro comprimento de raiz, apresentados na tabela 7, os resultados são expressos em centímetros e foi realizado somente após 199 dias de armazenamento mais 7 dias de exposição a 20°C. As sementes submetidas ao tratamento com baixo oxigênio com fluxo contínuo de nitrogênio apresentaram um melhor desempenho em relação aos demais.

O vigor apresentado pelo tamanho das raízes emitidas, assim como na velocidade de emergência das plântulas, foram maiores nos tratamento com atmosfera controlada, isso mostra que baixas concentrações de oxigênio inibe o consumo de reservas da semente por meio da respiração.

Tabela 7 – Comprimento raiz (cm) das sementes de soja 59I60 RSF IPRO, após 199 dias de armazenamento sob diferentes concentrações de gases, na saída da câmara e aos 7 dias de exposição a 20°C. Laranjeiras do sul, PR, 2019.

Tratamentos	7 dias a 20°C
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *	20,0 c***
<1,0 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ *	22,3 a
<1,0 kPa O ₂ + >10 kPa CO ₂ *	20,6 b
21 kPa O ₂ + 0,04 kPa CO ₂ **	20,5 c
Coeficiente de variação	2,15%

*Sem controle de temperatura. **Com controle de temperatura a 20°C.

***Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de atmosfera controlada com fluxo contínuo de nitrogênio mostrou-se eficiente na manutenção da baixa concentração de oxigênio.

A baixa concentração de oxigênio na atmosfera de armazenamento é eficiente para a manutenção do vigor das sementes, não causando nenhum dano por hipóxia.

O sistema com fluxo contínuo mostrou-se promissor para a implementação comercial, onde o tratamento com fluxo contínuo de gases utilizando o gás nitrogênio apresentou melhores resultados de armazenamento.

7 REFERÊNCIAS

AHRENS, D.C.; PESKE, S.T. **Flutuações de umidade e qualidade de semente de soja após a maturação fisiológica. I. Avaliação do teor de água.** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.16, n.2, p.107-110. 1994.

ALENCAR, E. R. 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.

ALMEIDA, Dieimisson Paulo et al. **Higroscopicidade das sementes de feijão adzuki.** 2013. 8 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Jaboticabal, 2013. Cap. 2. Disponível em: <http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/download/420/252>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ÁVILA, M. R. et al. **Physiological quality, content and activity of antioxidants in soybean seeds artificially aged.** Revista Brasileira de Sementes, v. 34, n. 3, p. 397-407, 2012.

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.

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.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento safra brasileira de grãos, v. 6 Safra 2018/19** - Sexto levantamento, Brasília, p. 1-145, março 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso em: 01 dez. 2020.

DEMITO, Angélica; AFONSO, Adriano Divino Lima. **QUALIDADE DAS SEMENTES DE SOJA RESFRIADAS ARTIFICIALMENTE.** 2009. 8 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia na Agricultura, Unioeste, Viçosa, 2009. Cap. 1. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/128572.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING,A.A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade** – Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. il. – (Documentos / Embrapa

Soja, ISSN 2176-2937 ; n.380. Disponível em: <
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>> Acesso em: 01 dez. 2020.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade** – Série Sementes. Circular Técnica. Londrina: Embrapa, 2007.12 p.

FREITAS, R. S.; FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H. **Hermetic storage for control of common bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say)**. Journal of Stored Products Research, v. 66, p. 1-5, 2016.

LINKE JUNIOR, Wanderlei. **Armazenamento de sementes de soja em atmosfera modificada e controlada e exposição aos raios UV**. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Cap. 1. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5108/LINKE%20JUNIOR%2C%20WANDERLEI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 abr. 2021

LUDWIG, V. **Atmosfera controlada e temperatura de armazenamento na qualidade fisiológica e química de sementes e grãos de soja/ Vagner Ludwig**. 2019. 94p.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p, apud SANTOS A. K O.; et. Al., 2018. 3p.

MENTEN, J.O.; MORAES, M. H. D. **Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios**. Informativo ABRATES, vol. 20, n. 3, p. 52-71, 2010.

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.

RIBEIRO, Deise M. et al. **ANÁLISE DA VARIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE SOJA DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM**. 2005. 7 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. Cap. 3. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v25n3/27035.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T.L. **Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.6, n.2, p.51-66, 1984.

SCHEEREN, B. R. et al. **Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja**. Revista Brasileira de Sementes, v. 32, n. 3, p. 35-41, 2010.

SCHUCH, L. O. B. et al. **Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes**. Revista Brasileira de Agrociência, v. 6, n. 2, p. 97-101, 2000.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI E. M.; FINATTO J. A. **QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE E DESEMPENHO DE PLANTAS ISOLADAS EM SOJA**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 31, nº 1, p.144-149, 2009.

SOUSA E SILVA, J. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. vol. 17, Cap. 2. Viçosa – MG, 2008. disponível em: https://issuu.com/juarezufv/docs/cap_tulo_17_2013. Acesso em: 10 abr. 2021.

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.

TIECKER JUNIOR, Arnaldo. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO E SOJA EM ARMAZENAMENTO HERMÉTICO E NÃO HERMÉTICO SOB DIFERENTES UMIDADES DE COLHEITA**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia/Ênfase em Horticultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Cap. 1. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/143876/000907050.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 abr. 2021

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

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.

7.1 APÊNDICE A: FOTOGRAFIAS DO EXPERIMENTO

Fotografia 1 – Instalação dos mini-silos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 2 – Vasos comunicantes



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 3 – Teste tetrazólio



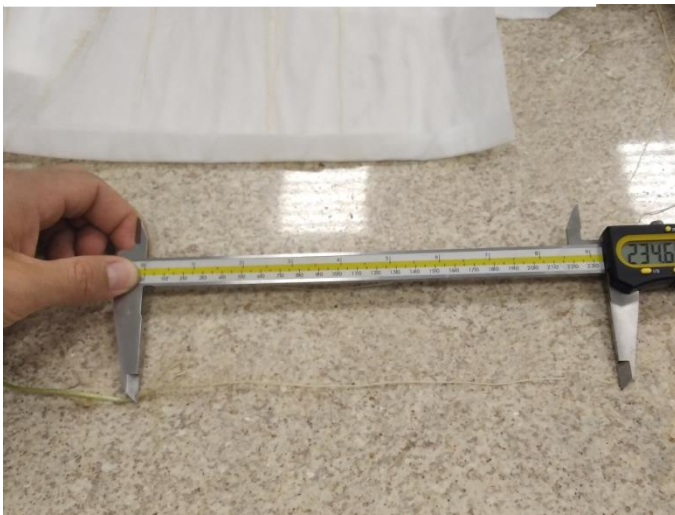
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 4 – Teste EV acelerado



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 5 – Comprimento raiz



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 6 – Teste de IVE



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 8 – Interior do mini-silo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 9 – Teste de Germinação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 10 – Teste IVE



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Fotografia 11 – Condutividade elétrica



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021