



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

**CHARLES BRONSON GDAK**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*) SOB  
ATMOSFERA DE FLUXO CONTÍNUO COM BAIXO OXIGÊNIO**

**Laranjeiras do Sul  
2019**

**CHARLES BRONSON GDAK**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*) SOB  
ATMOSFERA DE FLUXO CONTÍNUO COM BAIXO OXIGÊNIO**

Trabalho apresentado à disciplina de trabalho de conclusão de curso 2 do curso de Agronomia com linha de formação em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção de nota.

Orientador: Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela  
Pinto

**Laranjeiras do Sul  
2019**

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Gdak, Charles Bronson

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*) SOB ATMOSFERA DE FLUXO CONTÍNUO COM BAIXO OXIGÊNIO / Charles Bronson Gdak. -- 2019.

30 paginas f.:il.

Orientador: Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor Josuel Alfredo Vilela Pinto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR , 2019.

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

CHARLES BRONSON GDAK

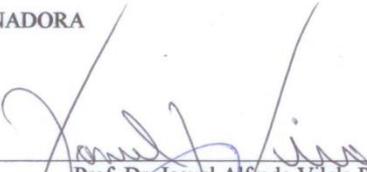
**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*) SOB  
ATMOSFERA DE FLUXO CONTÍNUO COM BAIXO OXIGÊNIO**

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

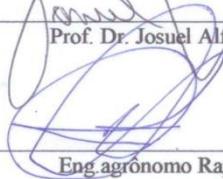
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 05/12/2019.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto.



---

Eng. agrônomo Raphael Nascimento



---

Eng. agrônoma Silvana da Costa

## Agradecimentos

Primeiramente á Deus, por me ajudar chegar até aqui e me possibilitar mais esse triunfo.

Aos meus pais Iramis Gdak e Celia da Veiga Gdak e toda minha família que me deram incentivo e apoio durante esse período.

Aos meus grandes amigos e minha namorada que com certeza ajudaram e também fizeram parte dessa caminhada.

A cooperativa Coprossel por disponibilizar o espaço para a implantação do projeto e pela disponibilidade das sementes.

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

O feijão é uma cultura difundida em todo o território brasileiro, sendo de grande importância na dieta alimentar da população, pois, é uma fonte rica em nutrientes. O presente projeto teve como objetivo avaliar a utilização do baixo oxigênio (<1,0Kpa) no armazenamento de sementes de feijão. O experimento contou com 4 tratamentos sob diferentes concentrações de gases no ambiente, [1] <1,0 kPa de O<sub>2</sub> + 0,04 kPa de CO<sub>2</sub> sem controle de temperatura, [2] <1,0 kPa de O<sub>2</sub> + >10 kPa de CO<sub>2</sub> sem controle de temperatura, [3] (controle) 21 kPa de O<sub>2</sub> + 0,04 kPa de CO<sub>2</sub> sem controle de temperatura e [4] 21 kPa de O<sub>2</sub> + 0,04 kPa de CO<sub>2</sub> com controle de temperatura à 20°C. As sementes de todos os tratamentos foram armazenadas durante 116 dias. Avaliou-se as características das sementes através dos parâmetros germinação, condutividade elétrica, umidade em base seca, peso de mil grãos, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência e teste tetrazólio. Os testes foram realizados no início do armazenamento, após 116 dias, na saída da câmara e 7 dias após 20°C. Comparando os resultados, no teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, observou-se que a germinação não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, porém para os parâmetros índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e teste de tetrazólio se obteve diferença, onde os tratamentos armazenados com baixo oxigênio apresentaram os melhores resultados. Dessa forma, de acordo com os resultados obtidos no trabalho, o armazenamento sob atmosfera de fluxo contínuo com baixo O<sub>2</sub> é uma alternativa viável e eficiente para manter o vigor das sementes de feijão.

Palavras-chave: Atmosfera, Umidade, Temperatura, Oxigênio.

## Abstract

Beans are a widespread crop throughout the Brazilian territory, being of great importance in the diet of the population, because it is a rich source of nutrients. The present project aimed to evaluate the use of low oxygen (<1.0Kpa) in bean seed storage. The experiment consisted of 4 treatments under different ambient gas concentrations, [1] <1.0 kPa O<sub>2</sub> + 0.04 kPa CO<sub>2</sub> without temperature control, [2] <1.0 kPa O<sub>2</sub> +> 10 kPa of CO<sub>2</sub> without temperature control, [3] (control) 21 kPa of O<sub>2</sub> + 0.04 kPa of CO<sub>2</sub> without temperature control and [4] 21 kPa of O<sub>2</sub> + 0.04 kPa of CO<sub>2</sub> with temperature control at 20°C. The seeds of all treatments were stored for 116 days. Seed characteristics were evaluated by germination, electrical conductivity, dry moisture content, one thousand grain weight, accelerated aging, emergence speed index and tetrazolium test. The tests were performed at the beginning of storage, after 116 days in the chamber and 7 days after 20°C. Comparing the results, in the Tukey test at 5% probability of error, it was observed that the germination showed no statistical difference between the treatments, but for the parameters emergence speed index, electrical conductivity, accelerated aging and tetrazolium test. difference, where the treatments stored with low oxygen presented the best results. Thus, according to the results obtained in this work, the storage under low-flow continuous atmosphere with low O<sub>2</sub> is a viable and efficient alternative to maintain bean seed vigor.

Keywords: Atmosphere, Humidity, Temperature, Oxygen

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Germinação (%) em sementes de feijão ‘Tuiuiu’, após 116 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..... 20

Tabela 2 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão ‘Tuiuiu’, após 116 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.....20

Tabela 3 – Envelhecimento acelerado (%) de plântulas normais, após 116 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..... 21

Tabela 4 - Teor de umidade (%) em sementes de feijão ‘Tuiuiu’, em base seca, após 116 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..... 22

Tabela 5 - Condutividade Elétrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ ) das sementes de feijão ‘Tuiuiu’, após 116 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..... 23

Tabela 6 - Teste de tetrazólio (%) das sementes viáveis de feijão ‘Tuiuiu’, após 116 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.... 24

Tabela 7 – Peso de mil sementes em (gramas) de feijão ‘Tuiuiu’, após 116 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..... 25

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1 OBJETIVO GERAL .....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	9
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
3.1 IMPORTANÇIA DO FEIJÃO .....	10
3.2 SEMENTES DE FEIJÃO .....	10
3.2.1 CONDUTIVIDADE TÉRMICA .....	11
3.2.2 HISTERESE E EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO.....	11
3.2.3 FORMAS DE ÁGUA NA SEMENTE .....	12
3.2.4 MASSA POROSA .....	12
3.3 DETERIORAÇÃO E PRAGA NA SEMENTE DE FEIJÃO.....	12
3.4 ARMAZENAMENTO .....	13
3.4.1 TEOR DE UMIDADE NA SEMENTE .....	13
3.4.2 TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO .....	13
3.4.3 ATMOSFERA COM BAIXA PRESSÃO PARCIAL DE OXIGÊNIO....	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
4.1 EXPERIMENTO .....	15
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS .....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão é uma cultura de grande importância na dieta alimentar da população, pois, é uma fonte rica em nutrientes, onde a porcentagem protéica no grão varia, aproximadamente, entre 17 a 34 %. Este grão é difundido em todo o território nacional, sendo a produção distribuída em três safras ao longo do ano (TEIXEIRA e NETO 2018).

Devido ao aumento na produção e produtividade agrícola é imprescindível melhores métodos e estruturas de armazenamento, visando manter a qualidade da semente e o tempo de estocagem. No entanto, para manter a qualidade, com o aumento do tempo de estocagem, são necessários cuidados no manejo e monitoramento das sementes, pois, estão susceptíveis a ataques de insetos, ácaros, microorganismos, pássaros, roedores, danos mecânicos, mudanças bioquímicas e químicas (SOARES, 2019).

Assim, para aumentar o tempo de estocagem da semente e manter a qualidade é necessário encontrar alternativas para o sistema de armazenamento atualmente utilizado. Observa-se que as empresas monitoram na atmosfera de armazenamento a temperatura e umidade relativa do ar. Porém, para longos períodos de estocagem é necessário aprimorar o monitoramento dos gases que compõem a atmosfera, em que as sementes estão submetidas. Neste sentido, a utilização da atmosfera com baixo oxigênio no armazenamento de sementes pode ser uma alternativa viável.

A atmosfera com baixo oxigênio é uma técnica de armazenamento onde a concentração de oxigênio é reduzida a concentrações entre 0,0Kpa a 2,0Kpa, diminuindo a respiração e o metabolismo da semente, com menor deterioração dos produtos armazenados. Já que, após a colheita as sementes continuam seu processo respiratório, consumindo oxigênio e liberando gás carbônico. Além de reduzir o metabolismo das sementes, o baixo oxigênio pode atuar de forma eficaz no controle pragas e doenças, sem a utilização de produtos químicos.

Quando o armazenamento é realizado sob condições ideais, com o controle de temperatura e do teor de água simultaneamente, com a diminuição

da concentração de oxigênio, as sementes conseguem preservar a qualidade por um período de tempo maior. O método de atmosfera com baixo oxigênio, busca integrar todos os parâmetros como, diminuição da temperatura, umidade relativa, e níveis de oxigênio em sistema de armazenamento hermético. Este sistema impede a entrada de gases que podem alterar o ambiente de armazenamento de sementes, tendo menor taxa respiratória e conseqüentemente menor deterioração dos produtos armazenados (SOARES, 2019).

Assim, a utilização de atmosfera com baixo oxigênio, pode manter a qualidade das sementes de feijão armazenadas, principalmente o parâmetro vigor, quando comparado com a conservação em ambiente natural, acarretando aumento de produção e produtividade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a utilização do baixo oxigênio (<1,0 Kpa) no armazenamento de sementes de feijão.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Avaliar a qualidade das sementes de feijão após o armazenamento em baixo oxigênio.
2. Analisar se as sementes mantiveram o vigor após armazenamento.
3. Determinar se o método, em baixo fluxo contínuo de nitrogênio, é eficaz para o armazenamento de sementes de feijão.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 IMPORTANÇIA DO FEIJÃO

O feijão preto *Phaseolus vulgaris* (L), pertence à família das Fabáceas (SANTOS; GAVALINES, 2008). É um alimento rico em aminoácidos e proteínas, sendo de grande importância para a alimentação e nutrição humana (SOARES, 2019). Tem como origem de domesticação a América, e posteriormente foi difundido no mundo inteiro (BINOTTI et al., 2009).

No âmbito mundial os maiores produtores de feijão são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, que juntos produzem 56,99 % do total produzido (FAOSTAT, 2018). Porém como maiores produtores, também são os maiores consumidores, não se tem muita exportação deste produto (CONAB, 2017).

De acordo com TEIXEIRA e NETO (2018), o Brasil se destaca como o maior produtor e consumidor no MERCOSUL, sendo, a produção média nos últimos quatro anos (2015 a 2018), em torno de 3,1 milhões de toneladas anual.

No Brasil as três safras de feijão são distribuídas ao longo do ano, em épocas diferentes, a primeira é plantada nos meses entre agosto e dezembro, nas regiões Sul, Sudeste, e Bahia, a segunda entre janeiro e junho, em todo o território nacional e a terceira de maio a agosto, concentrada nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Bahia. Os meses de plantio em cada estado mudam devido à amplitude das variações climáticas do país (LOLLATO, et al, 2001).

#### 3.2 SEMENTES DE FEIJÃO

As sementes são o meio de reprodução e dispersão da maioria das culturas, ela tem como função proteger e fornecer os nutrientes necessários para o desenvolvimento inicial do embrião.

Na cultura do feijão, para obter uma boa produção, um dos fatores mais importantes é a disponibilidade de sementes de alta qualidade, apresentando

características adequadas de sanidade, físicas, genéticas e principalmente fisiológicas, a fim de expressar todo o potencial da cultura (NETO, et al, 2010).

O potencial de produção do feijão, pode apresentar seu máximo, quando no cultivo utilizar sementes de boa qualidade, além de condições edafoclimáticas. Sendo que a manutenção da qualidade das sementes, deve-se ao armazenamento em condições adequadas. Para obter a melhor conservação das sementes é fundamental conhecer os seguintes parâmetros: (a) Condutividade térmica, (b) Histerese, (c) Equilíbrio higroscópico, (d) água na semente, (e) Massa porosa, (f) Teor de água e atividades fisiológicas.

### 3.2.1 CONDUTIVIDADE TÉRMICA

A condutividade térmica pode ser definida como o transporte de energia na forma de calor, de um corpo para outro, como resultado do gradiente de temperatura.

O calor pode ser disseminado pelas sementes na forma de condução (contato entre as sementes), e convecção (fluxo de ar intergranular). As sementes de feijão apresentam baixa condutibilidade térmica, ou seja, não trocam calor com o ambiente de armazenamento com facilidade, sendo uma característica desejável na conservação do produto armazenado (BRAGANTINI, 2005).

### 3.2.2 HISTERESE E EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO

A histerese corresponde à diferença entre a quantidade de água absorvida (adsorção) e perdida por transpiração (dessorção). Ter conhecimento sobre esses parâmetros é importante no armazenamento, para manter um equilíbrio entre a umidade da semente e umidade relativa do ar, chegando a um equilíbrio higroscópico, evitando que a semente absorva água do ambiente (WILLENS, 2016; SAMAPUNDO et al., 2007; TUNC e DUMAN, 2007).

O equilíbrio higroscópico é a relação entre a pressão de vapor do ar ambiente e a da semente, resultando assim na igualdade entre a transferência de água do ambiente para a semente, ou vice versa.

### 3.2.3 FORMAS DE ÁGUA NA SEMENTE

As sementes possuem dois tipos de água na composição: a água livre e a de constituição. Água livre corresponde à água absorvida (ocupa espaços intercelulares e poros) e adsorvida (presa devido a atração molecular), que pode ser facilmente removida por calor e já a de constituição (unida quimicamente) está fortemente fixada nas células sendo de difícil remoção (BRAGANTINI, 2005).

O entendimento das formas de água presente na semente é de fundamental importância para compreender as atividades fisiológicas. Pois, o teor de água elevado, nas sementes, aceleram o metabolismo, acarretando o início da divisão celular em seguida o processo de germinação.

### 3.2.4 MASSA POROSA

A massa porosa é o volume ocupado pelo ar, presente na massa das sementes (WILLENS, 2016; SASSERON, 1984). Esse espaço intergranular corresponde a uma grande parte do volume ocupado pelas sementes (PUZZI, 2000), tendo influência no fluxo de ar que transita a massa das sementes (CORREIA, SILVA, 2010).

## 3.3 DETERIORAÇÃO E PRAGA NA SEMENTE DE FEIJÃO

As sementes começam a perder qualidade quando apresentam sinais de deterioração. Com a redução da qualidade, das sementes, ocorre à diminuição da germinação, aumento de número de plantas anormais, alteração de cor e ataque de fungos (NUNES, 2016).

O processo de envelhecimento, da semente, pode ser observado durante o armazenamento e associado vários eventos. Sendo os principais eventos causadores da diminuição na germinação as alterações em enzimas e proteínas, modificações nos ácidos nucleicos, danos às membranas e acumulação de substâncias tóxicas (NUNES, 2016).

Em relação às perdas por pragas durante o armazenamento pode-se estimar em aproximadamente 10 % (BARROS. L, 2019). Segundo QUINTELA (2010), existem duas espécies de carunchos cosmopolitas que atacam o feijão, sendo elas *Zabrotes subfasciatus* que ocorre em regiões mais quentes dos

trópicos, e o *Acanthoscelides obtectus* em regiões temperadas de clima ameno. Os principais danos causados pelos carunchos são galerias feitas pelas larvas que destroem os cotilédones, favorecendo a entrada de microorganismos, ácaros e também a destruição do embrião.

### 3.4 ARMAZENAMENTO

Nas etapas de produção da semente do feijão, todas são fundamentais para obter alto índice de germinação e vigor. De todas as fases da produção de semente, no armazenamento observam-se perdas relacionadas principalmente ao vigor. Diante disso, devem-se estabelecer relações entre teor de umidade do grão, temperatura e principalmente formas de armazenamento. Destaca-se que o armazenamento de sementes de feijão, sob baixa pressão parcial de oxigênio, pode garantir vigor e germinação em sementes acondicionadas por longos períodos de tempo.

#### 3.4.1 TEOR DE UMIDADE NA SEMENTE

O teor de umidade corresponde à quantidade de água contida na semente. O fator umidade da semente é muito importante no armazenamento, por estar diretamente ligado à deterioração. Pois, a água presente na semente é o meio para a maioria das reações químicas. Considerando a semente um organismo vivo, a redução do teor de água (umidade) é fundamental para ocorrer à conservação por longos períodos.

#### 3.4.2 TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO

Inúmeros fatores ambientais, durante o armazenamento, podem modificar as rotas metabólicas e principalmente a taxa respiratória. Neste tópico, serão abordados principalmente a função da temperatura. A temperatura normalmente é diretamente proporcional a respiração.

A redução da temperatura durante o armazenamento é um fator possível de ser utilizado e, este manejo proporciona a manutenção do vigor e da

germinação. Ressalta-se que cada espécie tem o limite das temperaturas superiores e inferiores para o adequado armazenamento. No entanto, a redução da temperatura acarreta grandes custos durante o processo de estocagem de sementes.

Para evitar o manejo da redução da temperatura pode-se utilizar a modificação das concentrações dos gases no ambiente de armazenamento. Assim, a redução da pressão parcial do oxigênio é uma alternativa a ser pesquisada.

### 3.4.3 ATMOSFERA COM BAIXA PRESSÃO PARCIAL DE OXIGÊNIO.

A concentração de oxigênio na atmosfera ambiente é de 21Kpa, quando essa concentração é reduzida, dependendo da espécie, o metabolismo das sementes é menor, pois o oxigênio serve como substrato no processo da respiração vegetal.

A redução do oxigênio, no ambiente de armazenamento para sementes, pode manter a germinação e o vigor em proporções semelhantes à diminuição da temperatura. Sendo que, a redução da concentração do oxigênio é menos onerosa à temperatura. Porém, é necessário o aprofundamento em pesquisa, para consolidar a concentração ideal de oxigênio durante o armazenamento de sementes de feijão.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

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 12 de julho e 22 de novembro 2019.

As sementes da cultivar “Tuiuiu” da safra 2018-2019 são oriundas da Cooperativa Coprossel. Após a colheita, as sementes passaram por um processo de limpeza e beneficiamento e imediatamente transportadas para os laboratórios da UFFS, onde foram novamente selecionadas e homogeneizadas as amostras experimentais e armazenadas em atmosfera com baixo oxigênio.

#### 4.1 EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições de aproximadamente 500 gramas de sementes de feijão. Foram avaliados quatro tratamentos: [1] <1,0 kPa de O<sub>2</sub> + 0,04 kPa de CO<sub>2</sub> sem controle de temperatura; [2] <1,0 kPa de O<sub>2</sub> + >10 kPa de CO<sub>2</sub> sem controle de temperatura; [3] (controle) 21 kPa de O<sub>2</sub> + 0,04 kPa de CO<sub>2</sub> sem controle de temperatura e [4] 21 kPa de O<sub>2</sub> + 0,04 kPa de CO<sub>2</sub> com controle de temperatura à 20°C. As sementes de todos os tratamentos foram armazenadas durante 116 dias.

As amostras experimentais foram acondicionadas em minisilos herméticos, com volume de 30 litros. Os minisilos que acondicionaram as condições dos tratamentos 1, 2 e 3 foram mantidos no interior da UBS da cooperativa Coprossel, já, para o tratamento 4 ocorreu o controle da temperatura em sala climatizada do laboratório de pós colheita. O controle da temperatura foi realizado por meio de termostato eletrônico e determinado diariamente por meio de termômetro de bulbo de mercúrio inseridos na massa de sementes.

As condições de baixo fluxo de gás utilizados nos tratamentos 1 e 2, foram mantidas constantes durante todo o período de armazenamento. O gás utilizado para manter o fluxo contínuo, era proveniente de cilindros de alta pressão (Fotografia 1). A concentração dos gases no interior dos minisilos foi estabelecida pela varredura do ar com nitrogênio para o tratamento 1 e dióxido de carbono para o tratamento 2, até chegar ao nível de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> desejado. Durante o armazenamento, os gases provenientes dos cilindros de alta pressão, mantinham em fluxo contínuo a concentração dos gases sem alterações.

Para manter a pressão do interior dos minisilos maior que a pressão externa foi utilizado uma coluna de água (Fotografia 2) . Além disso, para manter um baixo fluxo contínuo dos gases foi utilizado uma coluna de ar, gerada pela pressão interna do minisilo. Essa coluna de ar foi inserida em aproximadamente 10 cm de coluna de água, ocasionando a formação de bolhas (Fotografi 3). Assim, através das bolhas era possível identificar o baixo fluxo dos gases e a hermeticidade dos minisilos. O monitoramento da

concentração de gases foi realizado diariamente com um analisador da marca Chemist 900 Industrial emissions analyzer, da Seitron Innovation 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 116 dias de armazenamento. Já a terceira foi realizada após 116 dias de armazenamento mais 7 dias na temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , caracterizando um período de comercialização (Fotografia 8).

Nestas três etapas foram realizados os seguintes parâmetros: germinação, tetrazólio, peso de mil sementes, envelhecimento acelerado, umidade, e índice de velocidade de emergência (somente na segunda e terceira etapa) e condutividade elétrica. Estes parâmetros seguiram as normas estabelecidas pela Regra para Análise de Sementes (RAS) e serão descritas abaixo:

**Germinação** - Foi realizado com quatro repetições de 50 sementes por lote, em rolo de papel toalha tipo "Germitest", adicionando a quantidade de água equivalente a 2,7 vezes o peso do substrato, e então inseridas no germinador a  $25^{\circ}\text{C}$  (Fotografia 5). As contagens foram realizadas do quinto ao nono dia após a semeadura, segundo os critérios estabelecidos pelas RAS (Brasil, 1980).

**Tetrazólio** - O teste é realizado com amostras de 200 sementes, divididas em 4 repetições de 50 sementes. As sementes foram pré-acondicionadas, em rolo de papel germitest umedecido a 2,7 vezes o peso do substrato, por 16 horas, à temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ , visando a embebição lenta das sementes de modo a estimular o processo de germinação e o preparo das mesmas.

Após a aclimação, as sementes foram colocadas em um Becker e imersas em solução de tetrazólio preparado na concentração de 0,075%. Então o Becker foi envolto em papel alumínio a fim de vetar o contato com a luz devido à sensibilidade da solução de tetrazólio. Posteriormente foi levada a um germinador, com temperatura entre de  $40^{\circ}\text{C}$ , por 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. As análises seguiram o modelo de análises da Embrapa.

**Peso de mil sementes** - Para a análise do peso de mil sementes, foi realizado a pesagem de 8 repetições de 100 sementes, obtidas da porção de sementes puras de acordo com a (RAS).

**Envelhecimento Acelerado (EA)** - O envelhecimento acelerado foi conduzido com 4 subamostras de 50g de sementes por tratamento, as quais são dispostas sobre tela de aço inox inserida no interior de caixas plásticas (gerbox) contendo 40 mL de água destilada (Krzyzanowski et al., 1991). Posteriormente, as caixas foram levadas à câmara de germinação a 41°C por 48 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação (Fotografia 7). A avaliação da germinação foi realizada no quinto dia após a sementeira, computando-se as plântulas consideradas normais (Marcos Filho, 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem.

**Umidade** - O teste de umidade visa determinar o conteúdo de água livre das sementes. Para isso, foi usado o método da estufa, descrito pela RAS (BRASIL, 2009).

O método baseia-se na perda de peso das sementes quando secas em estufa com circulação de ar forçado. 50g de sementes são colocadas em cadinhos e levadas a 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 então é realizado o cálculo de umidade que dará resultado expresso em porcentagem.

$$\% \text{ de umidade} = 100 \times ( P_i - p_f ) / ( p_f - T )$$

$P_i$  = 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.

**Índice de velocidade de Emergência** - O IVE é um índice calculado a partir dos dados de contagem de plantulas emergidas e que tem por objetivo estabelecer as diferenças na velocidade de emergência de sementes. Este teste foi conduzido com 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição, montado em bandejas de fundo furado, contendo areia como substrato. A areia utilizada foi autoclavada a 120°C por uma hora. Então montado na casa de vegetação, onde a umidade é mantida com irrigações moderadas (Fotografia 4).

Foram observadas plantas germinadas até o 9º dia após a implantação, As leituras ocorrem por meio de anotações diárias do número de plântulas emergidas até 2 cm.

Posteriormente, foram calculados as porcentagens de germinação e o índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962) de cada tratamento. O IVE é dado pela fórmula:

$$\text{IVE} = E1/N1 + E2/N2 + EN/NN$$

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.

**Condutividade elétrica** - Em geral o teste determina o vigor das sementes, buscando avaliar a quantidade de exsudatos lixiviados para a solução de embebição.

Foi utilizado um (Condutímetro CG 1800), que mede a condutividade elétrica dos produtos lixiviados da semente, estimando indiretamente a sua qualidade fisiológica. Foram utilizadas (4)quatro repetições de (50)cinquenta sementes para os tratamento, oriundas da porção de sementes puras, adicionando-se 75ml de água deionizada. Posteriormente os copos com sementes foram expostos a BOD 25°C por 24 horas. Então, após analisar a condutividade elétrica da testemunha (água deionizada), foi realizado o teste na semente a ser armazenada (Fotografia 6). Para servir como base para a análise dos testes após o armazenamento.

Para os parâmetros, foram consideradas como plântulas normais, plântulas que apresentaram um bom desenvolvimento radicular, ou seja, todas as estruturas como raiz principal, raízes secundárias, e todas as estruturas da parte aérea bem definida, de acordo com a RAS (Regras para Análise de Sementes).

#### 4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados foram submetidos a análise de variância á 5 % de probabilidade de erro, aqueles expressos em porcentagem foram

transformados pela fórmula  $\arcsen [(0,5+x)/100]^{1/2}$  antes do teste f. As médias foram comparadas pelo teste Tuckey. Para o cálculo dos dados foi utilizado um pacote de sistema estatístico.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a colheita e antes do armazenamento do feijão, foi realizada a análise dos parâmetros, para a determinação da condição inicial, de viabilidade da semente. Estes parâmetros apresentavam germinação de 94%, envelhecimento acelerado com 89,5% de plântulas normais, teor de umidade em base seca de 12,4%, a condutividade elétrica apresentou 26,8  $\mu\text{cm/g}$ , o teste de tetrazólio com 96% de sementes viáveis e o peso de mil sementes 221,68 gramas. A análise inicial é fundamental para identificar a condição que as sementes serão armazenadas, para verificar os resultados avaliados no início do armazenamento serão alterados após 116 dias de conservação.

Após 116 dias de armazenamento, a germinação das sementes de feijão 'Tuiuiu', não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1). Apesar de não ocorrer diferença estatística entre os tratamentos, observou-se uma maior porcentagem de germinação das sementes, no início do armazenamento, quando comparado com as sementes acondicionadas após 116 dias. Outro fato interessante, deve-se ressaltar, as sementes após 116 dias de armazenamento, logo após abertura da câmara, apresentou menor porcentagem de germinação quando comparado as sementes exposta durante 7 dias a 20°C.

SOARES (2019) obteve resultados semelhantes com sementes de feijão carioca, armazenados por 6 meses, onde a germinação inicial foi de 98% e com de controle de gases á uma taxa (9kPa de CO<sub>2</sub>) as sementes tiveram germinação de 97,50%. Soares (2019), Cassol et al. (2016) teve redução de 5% na germinação de sementes de feijão, onde a porcentagem de germinação inicial foi de 94% e após o armazenamento em condições ambientais por 180 dias a germinação obtida foi de 89%.

Possivelmente o resultado não significativo entre os tratamentos foi em função do curto período de armazenamento. No entanto, ocorreu uma

tendência de maior germinação nas sementes que estavam expostas aos tratamentos com baixa pressão parcial de oxigênio (Tabela 1).

Tabela 1 – Germinação (%) em sementes de feijão ‘Tuiuiu’, após 116 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 <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *		85,0 <sup>ns</sup>	85,5 <sup>ns</sup>
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *	94,0	88,0	92,5
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + >10 kPa CO <sub>2</sub> *		90,0	92,5
21 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> **		87,5	88,5
Coeficiente de variação		4,42%	4,36%

\*Sem controle de temperatura. \*\*Com controle de temperatura à 20°C.  
Não significativo (ns)

No parâmetro índice de velocidade de emergência (IVE), as sementes submetidas aos tratamentos, não apresentaram diferença entre si, após 116 dias de armazenamento, imediatamente na abertura das câmaras (Tabela 2). Já, após 7 dias de exposição a 20°C, as sementes submetidas a baixa pressão parcial de oxigênio e alta de CO<sub>2</sub> apresentaram o (IVE). Dessa forma, provavelmente a baixa pressão parcial de oxigênio, induz uma forma similar de dormência das sementes, caracterizando um repouso fisiológico e identificado na diferença entre o IVE na saída da câmara quando comparado aos 7 dias a 20°C.

Tabela 2 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão ‘Tuiuiu’, após 116 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	Saída da câmara	7 dias a 20°C
21 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *	7,98 <sup>ns</sup>	7,92 b***
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *	8,66	8,77 ab
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + >10 kPa CO <sub>2</sub> *	8,90	9,27 a
21 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> **	8,02	7,99 b
Coeficiente de variação		7,95%

\*Sem controle de temperatura. \*\*Com controle de temperatura à 20°C.

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

No envelhecimento acelerado as sementes apresentaram 89,5% de plântulas normais caracterizando uma capacidade de armazenamento mediana. Com 116 dias de armazenamento, os tratamentos não apresentaram diferença estatística (Tabela 3). Porém, quando submetidos a 7 dias a 20°C, é possível observar que o tratamento <1,0 kPa O<sub>2</sub> + 0,04 kPa CO<sub>2</sub> teve diferença significativa quando comparado com o 21 kPa O<sub>2</sub> + 0,04 kPa CO<sub>2</sub> que apresentou 73,5% de plântulas normais, não diferindo dos demais tratamentos.

Para o envelhecimento acelerado, germinação e índice de velocidade de emergência, o aumento de médias após 7 dias a 20°C, pode ser explicado devido as sementes retomarem suas atividades metabólicas pela respiração, uma vez que se encontravam em uma espécie de “repouso fisiológico” submetido pela diminuição do oxigênio do ambiente (SOARES 2019).

Tabela 3 – Envelhecimento acelerado (%) de plântulas normais, após 116 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 <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *		74,5 <sup>ns</sup>	73,5 b***
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *	89,5	81,0	83,5 a
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + >10 kPa CO <sub>2</sub> *		79,0	81,5 ab
21 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> **		78,5	79,5 ab
Coeficiente de variação		6,93%	5,25%

\*Sem controle de temperatura. \*\*Com controle de temperatura à 20°C.

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

O teor de umidade em base seca das sementes de feijão ‘Tuiuiu’, não teve grandes alterações durante o período armazenado, pois os resultados presentes na tabela 4, se mantiveram constantes próximos a 12%, sem apresentar diferenças estatísticas entre os tratamentos, sendo um fator positivo.

Uma vez que as sementes mantêm a umidade abaixo de 13% (considerado um teor ótimo) para o armazenamento (PUZZI, 2000), elas conservam suas características originais, devido, o processo respiratório se manter baixo, sendo um fator importante no controle dos processos de deterioração, também reduzindo os efeitos sobre outros fatores.

Tabela 4 - Teor de umidade (%) em sementes de feijão 'Tuiuiu', em base seca, após 116 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 <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *		12,82 <sup>ns</sup>	12,95 <sup>ns</sup>
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *	12,04	12,70	12,86
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + >10 kPa CO <sub>2</sub> *		12,72	12,94
21 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> **		12,78	12,85
Coeficiente de variação		1,03%	5,25%

\*Sem controle de temperatura

\*\*Com controle de temperatura à 20°C

Não significativo (ns)

Os resultados do teste de condutividade elétrica (Tabela 5) determinam a quantidade de solutos lixiviados para fora das sementes na solução, um fator que pode ocorrer em produtos armazenados por longos períodos de tempo. Observou-se que sementes armazenadas com <1,0 kPa O<sub>2</sub> + >10 kPa CO<sub>2</sub>, tem menor taxa de liberação de exudatos após 116 dias de armazenamento mais 7 dias a 20°C, quando comparado com os demais tratamentos.

Willens (2016) associou que a redução na qualidade fisiológica das sementes pela liberação de açúcares e eletrólitos através da embebição de água é causada pela perda da permeabilidade seletiva das membranas celulares. Esses produtos lixiviados podem influenciar na germinação, devido alguns compostos ser responsáveis pelo turgor celular para a protrusão da radícula, além de ser fonte de nutriente para microorganismos patogênicos.

Tabela 5 - Condutividade Elétrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ ) das sementes de feijão 'Tuiuiu', após 116 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 <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *		32,48 <sup>ns</sup>	40,78 ab <sup>***</sup>
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *	26,28	42,61	47,50 a
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + >10 kPa CO <sub>2</sub> *		35,48	36,87 b
21 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> **		38,72	46,39 a
Coeficiente de variação		9,60%	5,25%

\*Sem controle de temperatura. \*\*Com controle de temperatura à 20°C.

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

O teste de tetrazólio apresenta em porcentagem, a quantidade de sementes viáveis através da coloração das sementes por solução de trifenil tetrazólio à 0,075% . Inicialmente o teste apresentou 96% de sementes viáveis (Tabela 6), com o passar do tempo de 116 dias de armazenamento a porcentagem de sementes viáveis teve decréscimo, onde que no teste realizado na saída da câmara não apresentou diferença estatística pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Quando expostas por 7 dias a 20°C o tratamento <1,0 kPa O<sub>2</sub> + >10 kPa CO<sub>2</sub> obteve o melhor resultado (93,0%), porem não diferindo estatisticamente dos tratamentos com 21 kPa O<sub>2</sub> + 0,04 kPa CO<sub>2</sub> (sem controle de temperatura) e com <1,0 kPa O<sub>2</sub> + 0,04 kPa CO<sub>2</sub>.

WILLENS (2016) obteve resultados semelhantes para sementes de milho armazenadas durante 6 meses, onde o percentual de sementes viáveis inicial foi de 96% e após o período armazenado foi de 94% para o tratamento com concentração de oxigênio a 1,5 kPa, tendo redução de apenas 2% na viabilidade.

Tabela 6 - Teste de tetrazólio (%) das sementes viáveis de feijão 'Tuiuiu', após 116 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 <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *		91,0 <sup>ns</sup>	90,5 ab <sup>***</sup>
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *	96	92,5	91,5 ab
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + >10 kPa CO <sub>2</sub> *		93,5	93,0 a
21 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> **		92,0	90,0 b
Coeficiente de variação		4,52%	2,00%

\*Sem controle de temperatura. \*\*Com controle de temperatura à 20°C.

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

O peso de mil sementes (Tabela 7) mostrou que pelo período de 116 dias de armazenamento as sementes de feijão 'Tuiuiu' não sofreram muitas alterações pela diminuição de sua massa quando comparadas com a massa na fase inicial, saída da câmara e 7 dias a 20°C, porém ocorreu diferença estatística entre os tratamentos.

Segundo Menezes et al (1991), o tamanho das sementes é uma característica determinada geneticamente, que pode ser pouco afetada pelo ambiente. Porém pode afetar o vigor e a germinação de sementes quando armazenada em condições desfavoráveis, devido o tamanho e a massa da semente estar relacionada com a quantidade de substâncias de reserva, carboidratos, proteínas e lipídeos ( CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

Tabela 7 – Peso de mil sementes em (gramas) de feijão ‘Tuiuiu’, após 116 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 <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *		221,78c***	220,81 c***
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> *	221,68	220,57 a	221,85 a
<1,0 kPa O <sub>2</sub> + >10 kPa CO <sub>2</sub> *		220,19 b	221,32 b
21 kPa O <sub>2</sub> + 0,04 kPa CO <sub>2</sub> **		219,33 d	220,05 d
Coeficiente de variação		4,41%	3,11%

\*Sem controle de temperatura. \*\*Com controle de temperatura à 20°C.

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

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O armazenamento sob atmosfera de fluxo contínuo com baixo oxigênio garante a manutenção da qualidade fisiológica das sementes de feijão.

A baixa concentração de oxigênio no ambiente é favorável à manutenção da germinação e do vigor das sementes, gerando plântulas normais com rápido e homogêneo crescimento.

O tratamento com a concentração de <1,0 kPa O<sub>2</sub> + >10 kPa CO<sub>2</sub> sem controle de temperatura foi o que conservou melhor as características físicas e fisiológicas das sementes.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS. L. **7 PRAGAS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS PARA VOCÊ COMBATER.** LAVOURA 10. 2019. disponível no site: <<https://blog.aegro.com.br/pragas-de-armazenamento/>>.

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A. C. C.; KAMIMURA, K. M. **Fontes, doses e modo de aplicação de nitrogênio em feijoeiro no sistema plantio direto.** Bragantia, v.68, n. 2, p.473-481, 2009. Disponível no site: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v68n2/22.pdf>>.

BRAGANTINI, C. Alguns **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>>.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNAD/LANARV, 1980. 188p.

CARVALHO, N.M.,; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia, e produção.** 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000.

CASSOL, F. D. et al, **Qualidade fisiológica de lotes de sementes de feijão em função do armazenamento.** Cultivando saber, v. 5, n. 2,p. 85-89,2012.

CASSOL, F. D. et al. **Physiological behavior of beans seeds and grains during storage.** Anais da Academia Brasileira de ciências, v. 88, n. 2, p. 1070-1077, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Perspectivas para a agropecuária.** Vol. 5, safra 2017/2018, Produtos de Verão. Brasília: 2017. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_09\\_06\\_09\\_30\\_08\\_perspectivas\\_da\\_agropecuaria\\_bx.pdf](https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_06_09_30_08_perspectivas_da_agropecuaria_bx.pdf)>.

FAOSTAT. Crops. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

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. Disponível no site: <[https://www.abrates.org.br/img/informations/b4da4695-fbe3-42ce-9577-ce0e06dd1e6b\\_INFORMATIVO%20FINAL.pdf](https://www.abrates.org.br/img/informations/b4da4695-fbe3-42ce-9577-ce0e06dd1e6b_INFORMATIVO%20FINAL.pdf)>.

LOLLATO, M, A. et al, **CADEIA PRODUTIVA DO FEIJÃO.** Diagnostico e Demandas atuais. IAPAR, INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ LONDRINA-PR. 2001. Disponível no site: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/doc25.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/doc25.pdf)>.

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 MAURO B. GARCIA, 2018. 3p.

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado.** In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Coord.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999b. cap. 3, p. 1-24.

MENESES, D. et al. Influência do tamanho da semente de milho na sua qualidade fisiológica. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES.** Campo Grande, 1991, Informativo ABRATES, Londrina, v.1,n.4, p.36, 1991.

NUNES, J, L, S. **Tecnologia de sementes - Secagem, Beneficiamento e Armazenagem.** Agrolink 2016. Disponível no site: < [https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/secagem--beneficiamento-e-armazenagem\\_361343.html](https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/secagem-beneficiamento-e-armazenagem_361343.html)>.

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

QUINTELA Elaine Dias **Pragas dos grãos armazenados.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. 2005-2007. Disponível no site: < [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01\\_100\\_1311200215105.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01_100_1311200215105.html)>.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L.. Botânica. In : VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, J.; BORÉM, A. (eds.). Feijão. 2a ed. UFV. Viçosa. p.41-66. 4. 2008.

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.

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.

STEFFENS, C. A.; BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; EISERMANN, A. C. **Taxa respiratória de frutas de clima temperado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 3, p. 313-321, 2007.

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.

WELLINGTON Silva Teixeira e STELITO Assis dos Reis Neto. **Perspectivas para a Agropecuária. Volume** – Safra 2018/2019. Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, 2018. Disponível no site: < <http://www.conab.gov.br>>.

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

## APÊNDICE A: Fotografias do experimento.

Fotografia 1: Sistema de armazenamento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Fotografia 2: sistema com coluna de água



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Fotografia 3: vazão do gás em baixo fluxo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Fotografia 4: Índice de velocidade



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Fotografia 5: Germinação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Fotografia 7: Envelhecimento acelerado



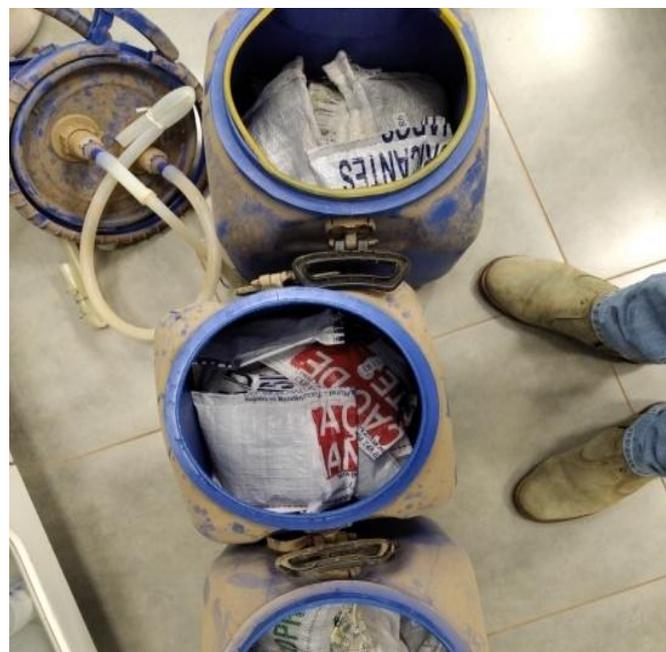
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Fotografia 6: Condutividade elétrica



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Fotografia 8: abertura dos minisilos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.